

IPEN
INTERNATIONAL POPs
ELIMINATION NETWORK



DHIDR

دليل المنظمات الغير الحكومية

مقدمة

للتلوث الناتج عن الزئبق

جاك فاينبرج

المستشار العلمي الأول

الشبكة الدولية للحد من الملوثات العضوية

الثابتة (POPs)



The International POPs Elimination Network

الشبكة الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة (الأيبن) هي شبكة عالمية من المنظمات الصحية و البيئية و تعمل في أكثر من مائة دولة. تم انشاء المنظمة في البداية لدعم المناقشات التي تهدف لمعاهدة عالمية لحماية صحة الانسان و البيئة من فئة من الكيماويات السامة تسمى الملوثات العضوية الثابتة (POPs) ثم بعد موافقة حكومات العالم على اتفاقية استكهولم الخاصة بالملوثات العضوية الثابتة وسعت منظمة الأيبن أهدافها لتشمل ابعاداً أوسع من الحد من الملوثات العضوية الثابتة و حالياً فانها تدعم جميع الأنشطة سواء كانت محلية أو وطنية أو دولية لحماية صحة الانسان والمحافظة على البيئة من الاضرار التي تسببها التعرض للكيماويات السامة

قائمة الاختصارات

الأكاديمية الأمريكية لطب الاطفال	APP
مؤسسة تدوير المصاييح والزئبق	ALMR
ذكرى نضوب الزئبق بالغلانف الجوى	MADE
اجهزة التحكم فى تلوث الهواء	APCD
مناجم الذهب الصغيرة والحرفية	ASGM
افضل التقنيات المتاحة	BAT
هيئة الرقابة على الأغذية والأدوية الأندونيسية	BROM
مراكز الولايات المتحدة لمكافحة ومنع الأمراض	CDC
المصاييح الفلورسينت المدمجة	CFL
مؤتمر الاطراف	COP
منظمة المجتمع المدني	CSO
الهيئة الأوروبية لتقييم المنتجات الدوائية	EMEA
وكالة حماية البيئة الأمريكية	EPA
المسؤولية الممتدة للمنتج	EPR
منظمة الأغذية و الزراعة بالامم المتحدة	FAO
هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية	FDA
نظم إزالة الكبريت من التدفق الغازى	FGD
المساعدات العالمية لبدائل المحارق	GAIA
مجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة	GC
عنصر الزئبق الغازى	GEM
الرعاية الصحية بدون أذى	HCWH
مصاييح التفرغ عالية الكثافة	HID
الوكالة الدولية لأبحاث السرطان بمنظمة الصحة العالمية	IARC
الشبكة الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة	IPEN
العروض البلورية السائلة	LCD
الصمام الكهربي الثنائى المشع للضوء	LED
الغاز الطبيعى المسال	LNG
صحيفة بيانات السلامة للمادة	MSDS
منظمة غير حكومية	NGO
شبكة الدولية للمبيدات	PAN
الملوثات العضوية الثابتة	POP
المقدار المؤقت الأسبوع المأخوذ الممكن احتمالاه	PTWI
كلوريد البولى فينيل	PVC
الزئبق الغازى المتفاعل	RGM
تقييد استخدام المواد الخطرة	RoHS
التصليب/ التثبيت	S/S
الاختزال التحفيزى الاختيارى	SCR
الزئبق الغازى الكلى	TGM

المحتويات	الموضوع
١	مقدمة
٢	مقدمة عن الزئبق في البيئة
٣	التأثيرات السامة للزئبق وميثيل الزئبق
١-٣	عنصر الزئبق واملاح الزئبق الغيرعضوية
٢-٣	ميثيل الزئبق
٣-٣	التأثيرات البيئية لميثيل الزئبق
٤	التلوث بالزئبق
١-٤	التلوث الحاد بالزئبق ومرض الميناماتا
٢-٤	تلوث الاسماك بالزئبق
٣-٤	تلوث الارز بالزئبق
٥	كيف يدخل الزئبق إلى البيئة
٦	مصادر الزئبق
١-٦	التنقيب عن الزئبق
٢-٦	إنتاج الزئبق كمنتج ثانوى اثناء عمليات تنقية المعادن غير الحديدية
٣-٦	الزئبق الناتج من الغاز الطبيعي
٤-٦	إعادة تدوير الزئبق واسترجاعه
٥-٦	الحاجة إلى خفض مخزون الزئبق
٧	المصادر المقصودة: الزئبق في المنتجات المختلفة
١-٧	الزئبق في الاجهزة الطبية
٢-٧	الزئبق في المفاتيح الكهربائية
٣-٧	الزئبق في البطاريات
٤-٧	الزئبق في المصابيح الفلورسنت
٥-٧	المصابيح الأخرى التى تحتوى على الزئبق
٦-٧	الزئبق في أجهزة القياس
٧-٧	الزئبق في أمالجم حشو الاسنان
٨-٧	الزئبق في مبيدات الأفات والمبيدات الحيوية
٩-٧	الزئبق في المختبرات والمدارس
١٠-٧	الزئبق في مستحضرات التجميل

الزئبق فى الادوية	١١-٧
الزئبق فى المنتجات الثقافية والأدوية التقليدية والمجوهرات	١٢-٧
مصادر الزئبق المقصودة: الزئبق فى التعدين والعمليات الصناعية	٨
استخدام الزئبق فى الورش الصغيرة لتعدين الذهب	١-٨
استخدام الزئبق فى إنتاج الكلور - القلوى	٢-٨
استخدام الزئبق ومركباته كعوامل حفازة فى إنتاج الكيماويات	٣-٨
مصادر الزئبق غير المقصودة	٩
محطات الطاقة التى تعمل باحتراق الفحم	١-٩
احتراق أنواع الوقود الحفرى الأخرى	٢-٩
إنتاج الأسمنت	٣-٩
تعدين وتنقية المعادن	٤-٩
نفايات الزئبق والمواقع الملوثة	١٠
نفايات المنتجات	١-١٠
نفايات عمليات الزئبق والنواتج الثانوية	٢-١٠
الزئبق فى التربة والمياه	٣-١٠
التخزين طويل المدى للزئبق	٤-١٠
نحو اتفاقية عالمية للتحكم فى الزئبق	١١
التقرير العالمى لتقييم الزئبق	١-١١
قرار التفاوض بشأن اتفاقية التحكم فى الزئبق	٢-١١
التفاوض بشأن اتفاقية عالمية فعالة للسيطرة والتحكم فى الزئبق	١٢
رؤية شبكة العمل الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة لاتفاقية الزئبق	١٣
الخاتمة	١٤

مقدمه

يتناول هذا الكتيب التلوث البيئي بالزئبق السام كما يوفر معلومات عن التلوث بالزئبق والضرر الذي يسببه لصحة الإنسان والبيئة. ويقدم الكتيب أيضا المصادر الرئيسية للتلوث بالزئبق ويدعو المجتمع المدني إلى بذل جهود على المستوى المحلي والوطني والعالمي للعمل من أجل السيطرة على الأنشطة البشرية المسؤولة عن انطلاق الزئبق في البيئة. ويعطي الكتيب اهتماما خاصا للمناقشات الحكومية الدولية الحالية والمفاوضات الرامية إلى وضع اتفاقية عالمية للتحكم في الزئبق ، ويشجع المنظمات غير الحكومية وغيرها من منظمات المجتمع المدني للمشاركة.

ويعد الزئبق هو من اكبر الملوثات في العالم ، فعندما ينطلق الزئبق في البيئة يتبخر وينتقل عبر تيارات الهواء ثم يعود إلى الأرض أحيانا بالقرب من مصدره الأصلي وأحيانا بعيدا عنه. وعندما يدخل الزئبق البيئة المائية يمكن للكائنات الدقيقة أن تحوله إلى ميثيل الزئبق والذي يعتبر أحد مركبات الزئبق سمية (وبجرعات منخفضة) وأكثر من الزئبق نفسه.

ويستقر ميثيل الزئبق في البيئة ويصبح جزءا من السلسلة الغذائية حيث تقوم الكائنات المائية الصغيرة بتناوله من البيئة المحيطة بها والتي بدورها تكون غذاء للأسماك وغيرها من الكائنات المائية الأكبر ونتيجة لذلك يتزايد ميثيل الزئبق أحيائيا ويتركز على نحو متزايد مع الملوثات في السلاسل الغذائية. وقد أصبحت الثدييات البحرية والطيور وغيرها من الحيوانات التي تتغذى على الأسماك ملوثة للغاية بميثيل الزئبق وعموما، تم العثور على تركيزات عالية لدى الحيوانات الكبيرة . لذا فإن الأشخاص الذين يتناولون الاسماك بانتظام أو الحيوانات الآكلة للأسماك يمكن أن تصبح ملوثة بميثيل الزئبق مما يضر بصحتهم بصورة بالغة. كما ينتقل الزئبق من أجسام الأمهات إلى الاجنة النامية. وكذلك الرضع والأطفال هم الأكثر عرضة للضرر من التعرض للزئبق. ومؤخرا تز ايدت المعارف العلمية حول أضرار الزئبق على صحة الإنسان والبيئة ، لذا اتخذت العديد من الحكومات بعض الخطوات للسيطرة وللتحكم في الأنشطة الصناعية والبشرية التي تؤدي إلى إطلاق الزئبق في البيئة. ونظرا لكون الزئبق مادة ملوثة عالميا ، فلا تستطيع وطنية العمل وحدها لحماية شعبها وبيئتها من الأضرار التي يسببها التلوث بالزئبق. وإدراكا لهذا، اتفقت الحكومات في عام ٢٠٠٩ لبدء مفاوضات بصدد إعداد اتفاقية حكومية دولية ملزمة قانونا للسيطرة والتحكم في الزئبق. وقد عقد الاجتماع الأول للجنة التفاوض الحكومية الدولية لإعداد اتفاقية دولية ملزمة بشأن الزئبق في مدينة ستوكهولم بالسويد في يونيو ٢٠١٠. وكان الهدف من هذه المفاوضات هو التوصل إلى

موافقة على نص الاتفاقية النهائي ولتبنى اتفاقية دولية جديدة للزئبق والتصديق عليها في المؤتمر الدبلوماسي الذي سيعقد في عام ٢٠١٣.

وتم إصدار هذا الكتيب لمساعدة وتشجيع وتمكين مؤسسات المجتمع المدني العالمية للانخراط في الأنشطة المحلية والوطنية والدولية الرامية إلى السيطرة على التلوث بالزئبق. ويشمل المعلومات التي يمكن استخدامها في برامج وحملات تهدف إلى زيادة الوعي بالزئبق بين أعضاء هذه المؤسسات وبين الجمهور بوجه عام. كما يحدد الكتيب مصادر التلوث بالزئبق ومقترحات خاصة بالسيطرة والتحكم في تلك المصادر. كما يبين الكتيب أنواع الأحكام الواجب توافرها في اتفاقية دولية للتحكم في الزئبق والحد من التلوث به لحماية الصحة البشرية والبيئة، ويشجع منظمات المجتمع المدني في جميع البلدان للمشركة وبذل الجهود الرامية لتأكيد اعتماد وتبنى الحكومات الاتفاقية والتصديق عليها وتنفيذها كاملا وفعالا.

ويستهدف هذا الكتيب رؤساء وأعضاء المنظمات غير الحكومية ومنظمات المجتمع المدني المهتمة بحماية الصحة العامة والبيئة من الأضرار الناجمة عن التلوث بالزئبق وكذلك منظمات الصحة العامة وحماية البيئة، والمنظمات المتخصصة في الرعاية الطبية والصحية، والمنظمات التي تمثل المجتمعات أو الأنماط المتأثرة من تعرضها للزئبق وكذلك النقابات العمالية وغيرها.

وهذا الإصدار هو الرابع في سلسلة من الكتيبات تهتم بالسلامة الكيميائية للمنظمات غير الحكومية وتشمل الإصدارات الأخرى من هذه السلسلة :

(١) دليل المنظمات غير الحكومية للنهج الاستراتيجي: النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية.

(٢) دليل المنظمات غير الحكومية للملوثات العضوية الثابتة.

(٣) دليل المنظمات غير الحكومية للنهج الاستراتيجي ومبيدات الآفات الخطرة.

وقد تم إصدار هذه الكتيبات لتشجيع المنظمات غير الحكومية ومنظمات المجتمع المدني للمشاركة في الحملات والبرامج والمشاريع التي تهدف إلى عالم يكون فيه التعرض للكيميائيات السامة مصدرا للضرر على صحة الإنسان وعلى النظم البيئية. وقد قامت الشبكة الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة بإعداد هذه السلسلة من الكتيبات وهي شبكة عالمية تضم أكثر من ٧٠٠ منظمة غير حكومية مهتمة بالصحة وشنون البيئية تعمل في أكثر من ١٠٠ دولة. وقد تأسست الشبكة في الأساس بهدف تعزيز التفاوض بشأن الاتفاقيات الدولية لحماية صحة الإنسان والبيئة من المواد الكيميائية السامة وخاصة الملوثات العضوية الثابتة. ويعد تبنى الحكومات واعتمادها اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة (POPs) تم توسيع نطاق مهام الشبكة الدولية لدعم الجهود المحلية والوطنية والإقليمية والدولية الرامية إلى

حماية الصحة البشرية والبيئة من الأضرار الناجمة من التعرض لجميع أنواع المواد الكيميائية السامة.

ونود أن نشكر وكالة حماية البيئة السويدية والمكتب الفيدرالى السويسرى لشئون البيئة والجهات الأخرى الداعمة للشبكة الدولية لتوفير الدعم المالي إصدار هذا الكتيب. كما نشكر كل من قدم معلومات لإصدار هذا الكتيب أو ساهم فى إعادة النظر فيه جزئيا أو كليا. وشكر Eric Uram, Joe DiGangi, Alan Watson, and Peter Orris. خاص إلى

Others who have contributed include Björn Beeler, Mariann Lloyd-Smith, Olga Speranskaya, Richard Gutierrez, Fernando Bejarano, Ravi Agarwal, Jindrich Petrlik, Eva Kruemmel, Fe de Leon, Manny Calonzo, Shahriar Hossain, Takeshi Yasuma, Lilian Corra, Yuyun Ismawati, Ahmed Jaafari, Gilbert Kuepouo, Valerie Denney.

جاك واينبرج

اكتوبر ٢٠١٠

٢- مقدمه عن الزئبق فى البيئة

الزئبق عنصر طبيعى يرمز له كيميائيا Hg وهو اختصار من الكلمة اليونانية Hydrargyrum ، والتي تعني الفضة السائلة. والزئبق فى صورته النقية هو معدن فضي أبيض سائل فى درجات الحرارة والضغط العادية. وفى حالات اخرى يسمى الزئبق النقي بالفضة السريعة أو الزئبق المعدني أو الزئبق السائل. وغالبا ما يطلق على الزئبق اسم عنصر الزئبق أو الزئبق المعدني..

ونظرا لارتفاع درجة التوتر السطحي للزئبق فإنه يشكل قطرات كروية مضغوطة صغيرة عند تحرره فى البيئة. وبالرغم من أن قطرات الزئبق تكون عادة فى حالة ثبات ، إلا أن الضغط البخارى المرتفع للزئبق (مقارنة مع المعادن الأخرى) يتسبب فى تبخره. وتزداد مخاطر استنشاق الزئبق فى الأماكن المغلقة. وفى الهواء الطلق يتبخر الزئبق ويخل فى الهواء الجوى.

والزئبق عنصر لا يمكن تخليقه او تدميره. وينطلق الزئبق إلى البيئة من خلال الثورات البركانية ويوجد طبيعيا فى قشرة الأرض غالبا فى صورة أملاح الزئبق مثل كبريتيد الزئبق. ويوجد الزئبق بكميات صغيرة جدا فى التربة غير الملوثة بتركيز فى المتوسط حوالي ١٠٠ جزء فى البليون. ويمكن أن تحتوي الصخور على الزئبق بتركيزات تتراوح بين ١٠ و ٢٠٠٠٠ جزء فى البليون. كما تتسبب الأنشطة البشرية المختلفة فى إزالة الزئبق من القشرة الأرضية مما يؤدي إلى إنطلاقه فى البيئة.

ويمكن إنتاج الزئبق للاستخدام البشري من خام يسمى سينابار والذي يحتوي على تركيزات عالية من كبريتيد الزئبق. وكذلك يمكن استخلاصه كمنتج ثانوي من التنقيب والتعدين وتنقية المعادن مثل النحاس والذهب والرصاص والزنك. ويمكن أيضا استخلاص الزئبق من عمليات إعادة التدوير وأحيانا يتم استخلاصه من الغاز الطبيعى أو من أنواع الوقود الحفري الأخرى.

وتشير التقديرات إلى أن حوالي ثلث الزئبق المنتشر والموجود فى البيئة العالمية من مصادر طبيعية وما يقرب من ثلثي الكمية تنتج من الأنشطة الصناعية والبشرية الأخرى. وبالإضافة إلى الثورات البركانية فإن المصادر الطبيعية الأخرى للزئبق تشمل عوامل التعرية للصخور والتربة وقد زادت كمية الزئبق الموجودة فى الجو والتربة والبحيرات والجداول المائية والمحيطات بمعامل يتراوح بين اثنين وأربعة منذ بداية الثورة الصناعية ، ونتيجة لذلك فإن مستويات الزئبق فى البيئة تشهد ارتفاعا خطيرا.

وتطلق العديد من الأنشطة البشرية الزئبق إلى البيئة ، حيث يوجد الزئبق فى الوقود الحفري وخامات المعادن والمعادن الأخرى. كما ينطلق بكميات كبيرة عند احتراق الفحم أو خلال عمليات التنقيب والتنقية لخامات المعادن وصناعة الأسمنت. وحيثما ينتج ويستخدم الزئبق فإن كميات كبيرة منه تتبخر فى الجو ، ويستخدم عمال مناجم الذهب الحرفية وصغيرة الحجم عن قصد كميات كبيرة من الزئبق ، كما تستخدم مركبات الزئبق فى بعض الأحيان كعوامل حفارة أو مواد أولية فى الصناعات الكيماوية وغيرها من العمليات الصناعية. وأخيرا فإن الزئبق ومركباته الموجودة فى أنواع عديدة من المنتجات الاستهلاكية والصناعية.

وعندما ينطلق الزئبق فى الهواء يتحرك مع الرياح لمسافات طويلة أو قصيرة إلى ان يسقط فى نهاية المطاف على الأرض. إن جزء من الزئبق الذى سقط فى المحيطات أو سقط على الأرض سيتبخّر وينتقل بخاره مع الرياح ليسقط فى أماكن أخرى ، أما الجزء الذى لم يتبخر من الزئبق الموجود فى التربة فإنه يتحد مع المواد العضوية وبعضه يثبت فى التربة والباقي ينتقل إلى الأنهار والبحيرات ثم إلى المحيطات. وفى البيئة المائية يتحد الزئبق مع الرواسب ثم ينتقل مع تيارات المحيطات أو الأنهار ويصل بعضه ذائبا فى الماء وتقوم الكائنات الدقيقة فى البيئة المائية بتحويل الزئبق إلى مركب ميثيل الزئبق، وهو مركب عضوي فلزي أكثر سمية فى

الجرعات المنخفضة من الزئبق النقي ، ويصبح ميثيل الزئبق جزءا من السلسلة الغذائية المائية بل يتراكم ويتضخم إحيائيا ثم ينتقل بواسطة أنواع من الكائنات المهاجرة.

الزئبق في الهواء الجوى

معظم الزئبق الموجود في الجو يكون في الحالة الغازية ولكن بعضه يكون مرتبطا بمواد دقيقة. ويكون معظم الزئبق الغازي عادة في صورة عنصر الزئبق ، ولكن نسبة مئوية ضئيلة منه تكون مؤكسدة إلى مركبات الزئبق مثل كلوريد الزئبق وأكسيد الزئبق.

وبخار الزئبق النقي (والذى يسمى عنصر الزئبق الغازي) شحيح الذوبان في الماء وثابت في الجو لفترة مقدره ما بين ستة أشهر وسنتان. هذا الاستقرار يمكن الزئبق من الانتقال لمسافات طويلة مما يجعل تركيزات بخاره ثابتة إلى حد ما الهواء الجوى. ولكن بلا حظ أن تركيزات بخار الزئبق الغازي في النصف الشمالى من الكرة الأرضية والمتقدم صناعيا أعلى من تركيزاته في نصف الكرة الجنوبى.

ومركبات الزئبق الموجود في الهواء الجوى في حالة غازية تكون في صورة الزئبق الغازي التفاعلي (RGM) ، وهي أكثر نشاطا وقابلية للذوبان في الماء من الزئبق الغازي ، كما أنها أقل استقرارا منه في الهواء الجوى ، كما يسهل نزوله مع قطرات المطر، وهو ما يسمى الترسيب الرطب.

يبقى الزئبق الغازي التفاعلي في الجو لفترة قصيرة وكذلك الجسيمات المرتبطة بالزئبق تظل لفترات قصيرة نسبيا ويمكن إزالتها بالترسيب الرطب أو الجاف. ونظرا لقلّة ذوبان الزئبق الغازي في الماء ، لذا فإن مياه الأمطار لا تستطيع إزالته من الهواء بدرجة مناسبة. وهناك آليات مختلفة تمكننا من إزالته وترسيبه لازالت تحت الدراسة. وهناك بعض الدراسات ترجع ترسيب الزئبق الغازي إلى التفاعلات الضوئية الكيميائية في الطبقات السطحية للغلاف الجوى. وتشير بعضها إلى أن الترسيب الجاف يمكن أن يحدث في الأغصان العليا من الغابات والذى يعتبر أحد وسائل الترسيب الهامة للزئبق الغازي من طبقات الجو. وأشارت دراسة أخرى أنه في ظل ظروف معينة يمكن إزالة الزئبق الغازي من طبقات الجو على سواحل المحيطات.

وتشير الدراسات أن هناك ظاهرة جديدة نسبيا أطلق عليها "استنفاد الزئبق من الهواء الجوى" (AMDE) حيث أشارت الأبحاث أنه في المرتفعات القطبية الكندية خلال فصل الربيع وشروق الشمس تنخفض تركيزات الزئبق بشكل حاد وفي الوقت نفسه يتم استنفاد الأوزون الموجود في الجو، وقد ثبت ذلك في منطقتى القطب الشمالي والقطب الجنوبى. ويرجع سبب ذلك إلى التفاعلات الكيميائية الضوئية في طبقات الجو المنخفضة بين مركبات الأوزون والهالوجينات وهي من أصول بحرية وخاصة أكاسيد البروم. في هذه العملية يتحطم الأوزون وينتج أكسيد الزئبق الموجود في الجو ويتحول إلى مركبات الزئبق الغازية التفاعلية.

وتقدر الكميات التي يتم ترسيبها من الزئبق الغازي التفاعلي بحوالى ما يقرب من ٣٠٠ طن متري سنويا في القطب الشمالي نتيجة لهذه الظاهرة. والنتيجة الواضحة هي مضاعفة كمية ترسبات الزئبق في منطقة القطب الشمالي عن ما هو متوقع في غياب عملية الاستنفاد في الربيع. والأكثر من ذلك أن هذه الترسبات تظهر في صورة مركبات زئبق مؤكسدة متاحة حيويا. وقد ساعد اكتشاف تلك الظاهرة في تفسير سبب زيادة تآثر شعوب المنطقة القطبية الشمالية نتيجة التعرض لميثيل الزئبق.

ولا تزال البحوث الخاصة بتفسير الآليات التي يتم ترسيب الزئبق الغازي الموجود في طبقات الجو في الأرض أو المياه مستمرة.

بعض خصائص الزئبق

الخصائص	القيمة
الوزن الذرى	٢٠٠.٥٩
العدد الذرى	٨٠
درجة الانصهار	٣٨٨٧ م°
درجة الغليان	٣٥٦٥٨ م°
ضغط الغاز عند ٢٥ م°	٢ x ١٠ ^{-٣} مم زئبق
الذوبان فى الماء عند ٢٥ م°	٢٠ - ٣٠ ميكروجرام/لتر
رقم التسجيل الكيمايى	٦-٩٧-٧٤٣٩
الكتلة	١٣٥٣٣٦ جرام/سم ^٣

٣- التأثيرات السامة للزئبق وميثيل الزئبق

تم اكتشاف حقيقة أن الزئبق سام فى القرن الأول الميلادي عندما وصف العالم الروماني " بليني" التسمم بالزئبق كمرض العبيد الذين يقومون بالعمل فى المناجم الملوثة ببخار الزئبق مشيرا إلى أن ذلك يعتبر غير صحيا للمواطنين الرومان..

وفي الثقافة الشعبية ارتبط التسمم بالزئبق بشخصية (هاتر المجنون) الواردة في رواية "مغامرات أليس في بلاد العجائب". وفي القرن التاسع عشر عانى الإنجليز العاملون في صناعة القبعات من أعراض عصبية كثيرة مثل الهياج، والخجل، والاكتئاب، والارتجاج، والتعثر في الكلام لتعرضهم لمركب زئبقي هو نترات الزئبق - وهو مركب كيميائي يستخدم على نطاق واسع في صناعة القبعات اللباد، وهذه المادة الكيميائية هي سبب هذه الأعراض ويعتقد الكثيرون أن تسمم العمال في هذه الصناعة من هذه المادة هي مصدر التعبير الإنجليزي الشائع (Mad as a hatter) أي "مجنون كصانع القبعات" وهي الموحية لشخصية صانع القبعات المجنون (Mad Hatter).

إن التعرض المهني للزئبق ليست مشكلة من الماضي ولكنها لازالت مشكلة الحاضر للعاملين في العديد من الصناعات مثل تعدين الزئبق وإنتاج الكلور القلوي وتصنيع الترمومترات ومصابيح الفلورسنت والبطاريات، وغيرها من المنتجات التي تحتوي على الزئبق مثل الذهب والفضة والرصاص والنحاس وتعدين وتنقية النيكل ومجال طب الأسنان. ومن أكثر المتعرضين هم العاملون في مناجم الذهب الحرفية وصغيرة الحجم حيث أنهم يستخدمون الزئبق لفصل الذهب من الشوائب تحت ظروف بدائية وسيئة، ونتيجة لذلك فإن هؤلاء الصناع وأسرهم ومجتمعهم وبيئتهم الاجتماعية أكثر تعرضاً للزئبق.

إن الجهاز العصبي حساس جدا لجميع أشكال الزئبق. وخاصة ميثيل الزئبق وبخار الزئبق حيث يصل الزئبق فيهما بسهولة إلى المخ. ويؤدي التعرض لمستويات عالية من الزئبق المعدني أو غير العضوي أو العضوي إلى تلف دائم للمخ والكليتان، كما ثبت تأثيره على الأجنة النامية حتى بعد شهور من تعرض الأم للزئبق. ومن الآثار الضارة التي يمكن أن تنتقل من الأم إلى الجنين تلف المخ والتخلف العقلي والعمى والنوبات المرضية وعدم القدرة على الكلام. ويعانى الأطفال الذين تسمموا بالزئبق من مشاكل في نمو الجهاز العصبي والهضمي والفشل الكلوي. ويظهر لدى البالغين الذين تعرضوا للزئبق أعراضا أخرى مثل الهياج، والخجل، والارتجاج، والقصور في الرؤية أو السمع ومشاكل في الذاكرة. وقد يؤدي التعرض قصير المدى لمستويات عالية من أبخرة الزئبق المعدني إلى تلف الرئة والغثيان والتقيؤ والاسهال وارتفاع ضغط الدم أو معدل ضربات القلب والطفح الجلدي وتهيج العين.

وقد أصدرت منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (يونيب) معا وثيقة إرشادية تنص على ما يلي: "تؤثر سمية الزئبق ومركباته في المقام الأول على الجهاز العصبي والكلية والأوعية الدموية في القلب. ومن المعروف ان بعض الأجهزة في طور النمو (مثل الجهاز العصبي للجنين) هي الأكثر حساسية لآثار الزئبق السامة. وتظهر مستويات الزئبق في مخ الجنين بتركيزات أعلى بكثير من الموجودة في دم الأم، لذا نهتم في الوقت الراهن بتطور الجهاز العصبي المركزي للجنين والذي ثبت أنه الأكثر حساسية. وقد تتأثر بعض الأجهزة الأخرى مثل الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والجهاز الدورى والدم وجهاز المناعة والجهاز التناسلي".

٣-١ عنصر الزئبق وأملاح الزئبق الغير عضوية

يتسبب الزئبق النقي في التسمم عند استنشاق أبخرته يمتص الجهاز التنفسي أو خلال الجيوب الأنفية حوالي ٨٠% من المستنشق من أبخرة الزئبق ومن ثم تنتقل إلى الجهاز الدورى والدم إلى جميع أنحاء الجسم. وقد أظهر التعرض المزمن للزئبق عن طريق الاستنشاق حتى بتركيزات منخفضة تأثيرات مختلفة مثل الدوخة وضعف المهارات الإدراكية واضطراب النوم. وتوجد أبخرة الزئبق في الأماكن الصناعية كما يمكن أن يوجد أيضا في المستشفيات وعيادات الأسنان والمدارس والمنازل حيث المنتجات المحتوية على الزئبق. وينطوى استنشاق هذه الأبخرة على مخاطر كبيرة.

ويختلف الزئبق في شكله السائل عن معظم مركبات الزئبق العضوية وغير العضوية حيث أنه يصعب امتصاصه في الجسم إذا تم ابتلاعه أو ملامسته للجلد. وتشير البيانات إلى أن المعدة والأمعاء تمتص أقل من ٠.١% من الزئبق إذا تم بلعها. ونادرا ما وجدت حالات تسمم لأشخاص ابتلعوا الزئبق المعدني. ومن جهة أخرى نرى ان أملاح الزئبق غير العضوية أكثر سمية وتسبب التآكل. كما يسبب التعرض الحاد للأملاح الزئبق غير العضوية تآكل في المعدة والأمعاء كما يمكن أن يسبب تلف الكلى. ويمتص الجسم حوالي ١٠% من أملاح الزئبق في حالة تناولها أو تلامسها مع الجلد وهو ما يسبب اضرارا بالغة لأجهزة الجسم وخاصة الجهاز العصبي المركزي. ويزيد معدل امتصاص الجسم للأملاح الزئبق غير العضوية بكثير عن معدل امتصاص الزئبق المعدني ولكنه أقل من معدلات امتصاص مركبات الزئبق العضوية مثل ميثيل الزئبق والذي يتم امتصاصه تماما عن طريق المعدة والأمعاء.

٢-٣ ميثيل الزئبق

ميثيل الزئبق (CH_3Hg) هو شكل من أشكال الزئبق المسؤولة أساسا عن التلوث بالزئبق في المحار والأسماك والطيور والثدييات التي تأكل منها. عندما يتلغ شخص ميثيل الزئبق تقوم المعدة والأمعاء بامتصاصه أكثر من امتصاص مركبات الزئبق غير العضوية.

وهناك عدة طرق مختلفة يتحول بها الزئبق في البيئة إلى ميثيل الزئبق يقوم الباحثون بدراستها. ومن أهم هذه الطرق هي الميثلة الحيوية *biomethylation* والتي تقوم بها البكتيريا التي تعيش في المياه عند انخفاض مستويات الأوكسجين الذائب فيها. ففي المياه العذبة والمالحة يحدث ذلك في الطمي الرسوبي (*sediment*) في مصبات الأنهار وقاع البحيرات. ويتكون ميثيل الزئبق أيضا في المحيطات عندما يسقط الزئبق من الهواء الجوي على سطح المحيط وينتقل إلى أعماق المحيط حيث البكتيريا الموجودة طبيعيا التي تحلل المواد العضوية تقوم بتحويله إلى ميثيل الزئبق. ويتراكم ميثيل الزئبق في البيئة ويتضخم احيائيا كلما تقوم الكائنات الحية الأكبر بتناول الكائنات الأصغر.

ويختلف ميثيل الزئبق عن الزئبق المعدني في سرعة امتصاصه ، فعندما يأكل شخصا طعاما ملوثا بميثيل الزئبق تمتصه المعدة والأمعاء بسرعة وتنتقل إلى مجرى الدم ومنه إلى مخ الشخص البالغ والأطفال والأجنة. ويتراكم ميثيل الزئبق في المخ ويتحول ببطء إلى الزئبق غير العضوي.

في عام ٢٠٠٠ ، طلبت وكالة حماية البيئة الأمريكية من المجلس الوطني للبحوث الأكاديمية الوطنية للعلوم والهندسة بإجراء دراسة عن الآثار السامة لميثيل الزئبق. ووجدت الدراسة أن الفئات الأكثر عرضة لخطر التعرض لميثيل الزئبق هم الأطفال أبناء النساء اللاتي تناولن كميات كبيرة من الأسماك والمأكولات البحرية خلال أو قبل الحمل مباشرة. وقد وجد أن الخطر على هذه الفئة من السكان كافية لزيادة عدد الأطفال الذين يعانون في الدراسة ، الأمر الذي يستوجب توفير فصول دراسية ورعاية خاصة وتعليم خاص. وتجدر الإشارة إلى أن الدراسات أظهرت أيضا أن الأطفال الذين يعانون من مشاكل وتشوهات عصبية نجدهم أيضا أقل نجاحا طوال حياتهم التالية ويتضح ذلك من تدنى أجورهم وما يحصلون عليه من كسب مادي. تلك التشوهات العصبية لا تؤذي فقط الأفراد الذين تعرضوا لهذا التسمم بل وعائلاتهم وأيضا كان لها تأثيرا تراكميا على المجتمع من خلال زيادة تكاليف التعليم والرعاية للأفراد المتضررين وكذلك انخفاض الناتج القومي.

التأثيرات العصبية : الجهاز العصبي في طور النمو أكثر حساسية للآثار السامة لميثيل الزئبق من الجهاز العصبي المتطور. وعلى الرغم من أن الأجهزة العصبية سواء للبالغين أو للأجنة حساسة لميثيل الزئبق ، إلا أن تعرض الأجنة قبل الولادة يؤثر في نمو وتطور الخلايا العصبية في المخ وفي أماكن أخرى ، مما يسبب ضررا لايشفى للجهاز العصبي النامي. ويؤدي التعرض المزمن المرتبط بتناول الأمهات للأسماك الملوثة إلى مشاكل لدى الأطفال الرضع الذين قد يبدو أنهم طبيعيين خلال الأشهر القليلة الأولى من حياتهم ولكن لاحقا يظهر

العجز في الأطراف العصبية والقصور في معدل الذكاء ، وتشوه العضلات، وقصور في وظائف الحركة والانتباه ، والإبصار، وكذلك التعرض لمستويات منخفضة من ميثيل الزئبق. إن الأدلة على تأثيرات السمية العصبية من التعرض لميثيل الزئبق كبيرة وتوجد قاعدة بيانات قوية تتضمن دراسات متعددة على الإنسان وأدلة تجريبية على الحيوانات وفحوصات معملية. وتشمل الدراسات البشرية تقييمات لكل من التعرض المفاجئ والعالي والمزمن ، وكذلك التعرض لمستويات منخفضة من ميثيل الزئبق.

أمراض القلب وارتفاع ضغط الدم: لاحظ الباحثون وجود علاقة بين استهلاك الأسماك الملوثة بميثيل الزئبق وخطر الإصابة بالنوبات القلبية. وفي الدراسة على الصيادين وجد أن تناول أكثر من ٣٠ جراما من الأسماك يوميا يضاعف مرتين أو ثلاثة أضعاف خطر الإصابة بنوبة قلبية أو الوفاة المفاجئة لقصور في أوعية القلب الدموية. كما لوحظ ارتفاع ضغط الدم لدى الرجال الذين يتعرضون له مهنيا.

التأثيرات على الجهاز المناعي: تشير الدراسات المهنية إلى أن التعرض للزئبق يمكن أن يؤثر على الجهاز المناعي في الإنسان. كما أظهرت الدراسات على الحيوانات أن الزئبق سام للجهاز المناعي في الإنسان. ويؤدي تعرض الجنين لميثيل الزئبق إلى آثار طويلة المدى على الجهاز المناعي النامي. وتشير الدراسات إلى أن التعرض لميثيل الزئبق يمكن أن يزيد من قابلية الإنسان للإصابة بالأمراض المعدية وقصور المناعة الذاتية نتيجة للأضرار بالجهاز المناعي.

السرطان: أوضحت دراستان أن هناك صلة بين التعرض للزئبق وسرطان الدم الحاد ، ولكن النتائج كانت محدودة لأنها كانت على فئة صغيرة من السكان كما كان هناك قصور في العينات الحاكمة (control) لعوامل الخطر الأخرى. كما لوحظ في دراسة أخرى ارتباط بين التعرض للزئبق وأورام الكلى وتلف الكروموسومات في ذكور الفئران بناء على النتائج المتاحة على الإنسان والحيوان والنتائج المعملية. وقد صنفت وكالة حماية البيئة الأمريكية ميثيل الزئبق كمادة مسرطنة للإنسان من الفئة (C) "مسرطن محتمل للإنسان"

التأثيرات التناسلية: لم يتم تقييم تأثيرات التعرض لميثيل الزئبق على التناسل أو الإنجابية بشكل كاف على الإنسان ، ومع ذلك تم العثور على نتائج تقييم أعراض سريرية وملاحظات لأكثر من ٦٠٠٠ شخص قد تعرضوا لميثيل الزئبق أثناء حادث تلوث القمح بهذا المركب في العراق والتي خفضت معدل الحمل بنسبة (٧٩%) كدلالة على تأثير ميثيل الزئبق على معدل الخصوبة في الإنسان. كما أوضحت الدراسات على الحيوانات حدوث مشاكل إنجابية وتناسلية وانخفاض معدلات الحمل مع فقدان مبكر للأجنة او حدوث حالات عقم.

التأثيرات على الكلى: من المعروف أن كلا من الزئبق المعدني وميثيل الزئبق من المواد السامة للكلى. وقد لوحظ حدوث تلف في الكليتين إذا تعرض الإنسان إلى أي من الصور العضوية للزئبق بمستويات تعرض يمكن أيضا أن تسبب تأثيرات عصبية. وقد وصفت دراسات أخرى على الحيوانات سمية ميثيل الزئبق على الكلى.

٣-٣ التأثيرات البيئية لميثيل الزئبق

لم تتم دراسة التأثيرات البيئية للتلوث بميثيل الزئبق بصورة كافية مثلما تمت على السمية على الإنسان ، ومع ذلك فنحن نعلم بأن ميثيل الزئبق يتراكم في الأسماك بمستويات تضر الأسماك وكذلك الحيوانات التي تتغذى عليها. وعادة ما تكون الطيور والثدييات التي تتغذى على الأسماك أكثر عرضة لميثيل الزئبق عن الكائنات الأخرى في النظم البيئية المائية ، وكذلك فإن الحيوانات المفترسة التي تأكل الحيوانات الأكلة للأسماك معرضة لهذا الخطر أيضا. ووفقا لتقرير وكالة حماية البيئة الأمريكية تم العثور على ميثيل الزئبق في النسور وثلغالب الماء والفهود المهدة بالانقراض بولاية فلوريدا. وتشير التحليلات التي أجريت على التقرير إلى التعرض الشديد لبعض أنواع الحيوانات البرية كان ضارا بدرجة عالية جراء التعرض لميثيل الزئبق. وتشمل تلك الأضرار الموت وانخفاض معدلات الخصوبة وبطء النمو وظهور أنماط

السلوك الشاذة التي يمكن أن تؤثر على بقاء هذه الحيوانات ، بالإضافة إلى ذلك فإن مستويات ميثيل الزئبق الموجودة في البيئة قد تغير من نظام الغدد الصماء للأسماك مما يكون له بالغ الأثر على نموها وتكاثرها.

وفي الطيور، يتداخل التعرض للزئبق في عمليات التكاثر عندما تصل تركيزاته في البيض من ٠.٥ إلى ٢.٠ مليجم لكل كيلوجرام. وقد ثبت وجود بيض بعض أنواع الطيور الكندية في هذا النطاق ، وتزداد تركيزات الزئبق باستمرار في بيض العديد من الأنواع الأخرى من الطيور الكندية لتقترب من هذه المستويات. وقد ارتفعت مستويات الزئبق في حيوان الفقمة الحلقيّة والحيتان البيضاء بالقرب الشمالي بنسبة ضعفين إلى أربعة أضعاف خلال السنوات الـ ٢٥ الماضية في بعض المناطق القطبية الشمالية الكندية وفي جرينلاند. وهناك أيضا مؤشرات على أن الثدييات البحرية المفترسة في المياه الدافئة قد تكون معرضة أيضا للخطر. وفي دراسة أجريت على الدلافين الموجودة بهونج كونج وجدت مستويات خطيرة صحيا للزئبق على هذه الدلافين.

وتشير أدلة حديثة إلى أن الزئبق هو المسئول عن انخفاض النشاط الميكروبيولوجي الهام للسلسلة الغذائية الموجودة على الأرض وفي التربة في أجزاء كبيرة من أوروبا وربما في أماكن أخرى كثيرة في العالم والتي لها خصائص تربة بمشابهة.

ويؤثر ارتفاع منسوب المياه المرتبط بتغير المناخ العالمي على عملية ميثلة الزئبق (Mercury methylation) وتحوله إلى ميثيل الزئبق وتراكمه في الأسماك. وعلى سبيل المثال هناك دلائل على زيادة تكوين ميثيل الزئبق في البحيرات الدافئة الصغيرة في العديد من المناطق التي غمرتها الفيضانات مؤخرا.

٤- التلوث بالزئبق

مرض ميناماتا هو مرض خطير وغالبا مميت يسببه التعرض لميثيل الزئبق بمستويات عالية. وهو أيضا مرتبط بالأمكان التي بها تلوث حاد بالزئبق الناتج عن بعض العمليات الصناعية أو النفايات الملوثة بالزئبق. ويسبب التلوث بالزئبق أضرارا بالغة لصحة الإنسان والبيئة حتى في المناطق البعيدة عن تصنيع الزئبق أو مصادره المحلية. وعموما فإن الأسماك والمحار بالبرك والأنهار والبحيرات والمحيطات في جميع مناطق العالم ملوثة بتركيزات مختلفة من ميثيل الزئبق ممكن أن تتسبب في أضرار صحية واضحة وتشوهات للأشخاص الذين يتناولون هذه الأسماك الملوثة وخاصة الذين يعتمدون على الأسماك والمحار كمصدرا رئيسيا للبروتينات.

٤-١ التلوث الحاد بالزئبق ومرض الميناماتا

إن أشهر أمثلة التلوث الحاد بالزئبق قد حدثت في قرى صيد الأسماك على طول شاطئ خليج جزيرة "ميناماتا" باليابان ناتجة من "شركة شيسو". وهي شركة مواد كيميائية تقع بالقرب من الخليج وتستخدم كبريتات وكلوريد الزئبق كمادة حفازة في إنتاج مركبات الأسيتالدهايد وكلوريد الفينيل. حيث يتم صرف مخلفات المياه الملوثة الناتجة من المصنع في خليج ميناماتا ، وتحتوي مخلفات المياه تلك على كل من الزئبق غير العضوي وميثيل الزئبق والذي ينتج كمادة ثانوية في عمليات إنتاج الأسيتالدهايد. وبالتالي تراكم ميثيل الزئبق في الأسماك والمحار الموجودة بهذا الخليج ، وأيضاً في السكان المحليين الذين يعتمدون في غذائهم على الأسماك والمحار من الناتجة من الخليج مما أدى إلى إصابتهم بتسمم الزئبق وهو ما يعرف بمرض ميناماتا.

ويعاني المصابون بمرض ميناماتا من فقدان في الإحساس والتنميل في اليدين والقدمين ، فلا يستطيع المريض المشي أو الجري دون أن يتعثر ، كما يعاني من صعوبات في الإبصار والسمع والبلع. وقد تم اكتشاف وتشخيص هذا المرض لأول مرة في عام ١٩٥٦. أما في عام ١٩٥٩ فقد ثبت أن المرض سببه التركيزات العالية لميثيل الزئبق الموجودة في الأسماك والمحار في هذا الخليج.

استمرت "شركة شيسو" في صرف المخلفات من المياه الملوثة بالزئبق منذ بداية عمل المصنع في إنتاج الأسيتالدهايد في الفترة من عام ١٩٣٢ حتى عام ١٩٦٨ حتى أوقفت هذه الطريقة في إنتاج الأسيتالدهيد، ولكن استمر إنتاج كلوريد الفينيل باستخدام الزئبق كعامل حفاز في نفس المصنع حتى عام ١٩٧١ ولكن بعد عام ١٩٦٨ كان يتم تحويل صرف مخلفات المياه الملوثة الناتجة من المصنع إلى بحيرة خاصة وليس في الخليج.

وحديثاً نشرت إحدى مجلات الصحة البيئية موضوعاً عن هذا المرض وأسبابه "بأنه يجب على الضحايا والمصابين بمرض ميناماتا التغلب على الصعاب والقيود التشريعية والسياسية والتي تتطلب وثائق مقنعة قبل أن يكون هناك اعتبارات جديدة. وقد ارتبط ذلك بفشل المجتمع العلمي في تفسير سبب التأثيرات الخطيرة لميثيل الزئبق أنها كانت ضعيفة لاعتمادها على تعريفات ضئيلة للحالات المصابة وتفسيرات كيميائية غير مؤكدة. وقد أوضح كاتب المقال أنه بالرغم من أن ميثيل الزئبق معروف بأنه يسبب السمية العصبية مثلما حدث عام ١٩٥٢، فإن الباحثين يحتاجون إلى ٥٠ عاماً أخرى لفهم تأثير العناصر الثقيلة مثل ميثيل الزئبق على الجهاز العصبي النامي ، وهذا ما يسبب التأخير قبل وقف أي مصدر للتلوث وما يتبعه من تأخر أكبر في اتخاذ قرارات نحو تعويض الضحايا والمصابين من جراء هذا التلوث.

وبالرغم من أن الضحايا في البداية قد واجهوا الصعوبات في الحصول على تعويضات ، إلا أنهم في نهاية عام ٢٠٠٩ تم الاعتراف رسمياً لحوالي ٢٢٧١ مصاباً ، كما أن أكثر من ١٠٠٠٠ من ضحايا المرض المصابين حصلوا على تعويضات مالية. وفي مايو ٢٠١٠، وبعد أكثر من خمسون عاماً بعد أول تشخيص للمرض تبنت الحكومة اليابانية إجراء إصلاحات علاجية إضافية لمرضى ميناماتا الغير معروفين ووعدت ببذل المزيد من الجهود. تلى ذلك مشاركة رئيس وزراء اليابان في الاحتفال السنوي الـ ٥٤ لذكرى ضحايا ميناماتا ، وقد اعتذر عن عدم قدرة حكومته على منع انتشار هذا المرض في أسوأ حالة تلوث صناعي. وفي خطبته عبر عن أمل في أن تساهم اليابان في إعداد وإصدار اتفاقية دولية لمنع مزيد من التسمم بالزئبق واقترحت تسميتها "اتفاقية ميناماتا". وفي يونيو ٢٠١٠ في أول اجتماع للجنة المحادثات الحكومية لإعداد وثيقة عالمية ملزمة قانوناً خاصة بالزئبق قام وفد اليابان بإعادة هذا المقترح وعرضت استضافة مؤتمر دبلوماسي لمتابعة المحادثات والتصديق على الاتفاقية الجديدة.

كما ظهر مرض ميناماتا مرة أخرى في عام ١٩٦٥ في اليابان في حوض نهر Agano في ولاية نيجاتا حيث قامت شركة مواد كيميائية أخرى تقوم على إنتاج واستخدام الأسيتالدهيد باستخدام كبريتات الزئبق كعامل حفاز وبنفس الطريقة قامت الشركة بإلقاء مخلفات مياه المصنع الملوثة في نهر Agano. وسجلت الحكومة اليابانية إصابة ٦٩٠ شخصاً بهذا المرض.

وظهر مرض ميناماتا أيضا في أوائل السبعينات في العراق عندما لقي حوالي ١٠٠٠٠ شخصاً حتفهم واصيب حوالي ١٠٠٠٠٠ آخرون بتلف شديد في المخ من تناول القمح المعالج بميثيل الزئبق. كما ظهرت حالات تسمم لسكان كندا الأصليين في مضائق جراسي بكندا ، نتيجة صرف مخلفات الزئبق من مصنع الكلور-القلوي ومصنع للورق والمطاط في درايدن - أونتاريو في الفترة من عام ١٩٦٢ - ١٩٧٠ ، ولا زالت هناك حالات أخرى مصابة نتيجة التلوث الحاد بالزئبق ولكنها غير معروفة جيدا وأقل مأساوية من الحالات المعروفة. وقد صرح ماسازومي هارادا الخبير العالمي الرائد في مرض ميناماتا بأنه قد ثبت تأثر أنهار في الأمازون وكندا والصين بتسمم الزئبق ، ولكن مع مرض ميناماتا ، فهناك أعداد قليلة من المرضى يبدو عليهم شدة المرض من الوهلة الأولى فهؤلاء يتأثرون بالزئبق ولكنه موجودا في أجسامهم بكميات ضئيلة أو أنهم لازلوا في المراحل الأولى من المرض.

٤-٢ تلوث الأسماك بالزئبق

إن التلوث الحاد بالزئبق ليس سوى جزء من صورة كبيرة. فالانتشار الواسع للتلوث بالزئبق بمستويات مقلقة يمكن أن يوجد في المحيطات والبحيرات والأنهار والبرك والجدول في جميع أنحاء العالم.

وكما أشرنا سابقا يدخل الزئبق الى المسطحات المائية حينما يسقط مباشرة من الهواء أو من خلال مياه الصرف الملوثة بالزئبق إلى التربة. وعند دخوله البيئة المائية يتحول جزء كبير منه إلى ميثيل الزئبق بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة طبيعيا في هذه النظم البيئية. وتتناوله بعد ذلك الكائنات المائية الصغيرة والتي تتغذى عليها الأسماك والمحار والتي تأكلها الأسماك الأكبر والطيور والثدييات والإنسان. ويبدأ ميثيل الزئبق عند قاع السلسلة الغذائية ومن ثم يتراكم ويتضخم حيويا كلما تغذت الكائنات الأكبر على الكائنات الأصغر منها. ونتيجة لهذا التضخم الحيوي يتركز ميثيل الزئبق في بعض أنواع الأسماك ليصل لمستويات تزيد مليون مرة عن تركيز الزئبق في المياه التي تعيش فيها.

إن التلوث بالزئبق في المسطحات المائية واسع الانتشار. فالمسطحات المائية الواقعة في اتجاه الرياح أو مصبات مصادر المياه شديدة شديدة التلوث بالزئبق مثل محطات الطاقة الكبيرة التي تعمل بالفحم ، أفران الأسمنت والمناجم ومقالب النفايات ، ومصانع إنتاج الكلور-القلوي ، ومصانع الورق والمطاط وغيرها من المصادر الصناعية الكبيرة خاصة التي بها مستويات عالية من التلوث بالزئبق. وقد وجدت مستويات عالية من التلوث بالزئبق وحتى في منطقة القطب الشمالي في مواقع بعيدة عن أي مصادر تلوث بالزئبق. وقد وجد الباحثون في عدة مجتمعات أن معدل تناول اليدى قى غذائهم يزيد عن معدل تناول اليومى فى الخطوط الإرشادية الرسمية القومية. كما وجدوا أدلة على وجود اضرار فى الجهاز العصبى للأطفال وكذلك تأثيرات سلوكية مرتبطة.

وفي دراسة أجرتها هيئة المساحة الجيولوجية في الولايات المتحدة علي عينات الأسماك المفترسة التي وجدت في التيارات في موقعا في جميع أنحاء الولايات المتحدة ، وجد الباحثون أن الزئبق كان موجودا في كل سمكة تم جمعها في جميع العينات ، وأن % العينات قد تجاوزت الحد الذى وضعته وكالة حماية البيئة للصحة البشرية والبالغ ميكروجرام من ميثيل الزئبق لكل كيلوج.

لقد قامت العديد من الحكومات بوضع توصيات وخطوط إرشادية أو حدود تشريعية للحد / أو ميثيل الزئبق المسموح بوجودها في الأسماك التي سيتم طرحها في يتم تنفيذ جميع الخطوط الإرشادية الموضوعه ، وقد ناقشت العديد من المنظمات غير الحكومية هذه التوصيات و صيات والخطوط الإرشادية متساهلة

جدا واختيارية وغير كافية لحماية الصحة العامة. وفي بعض الحالات تعرضت صناعة صيد
جرائم صارمة من جانب الهيئات الحكومية لوضع معايير أكثر صرامة مع
خلافات ومناقشات في أن ذلك قد يؤدي إلى الإضرار

ولقد قامت هيئة الدستور الغذائي - والتي أنشأتها منظمة الأغذية والزراعة
الصحة العالمية لوضع المعايير الدولية لسلامة الأغذية- بوضع مستويات
رشادية من ميكروجرام من ميثيل الزئبق لكل جرام من الأسماك غير المفترسة
ميكروجرام من ميثيل الزئبق لكل جرام من الأسماك المفترسة. وقد وضعت إدارة الأغذية
والأدوية الأمريكية (FDA) ميكروجرام من ميثيل
الأسماك والمحار، وهو أعلى كثيرا من الحدود التي وضعتها وكالة حماية البيئة الأمريكية
للصحة البشرية. ميكروجرام من ميثيل الزئبق لكل
جرام من المنتجات السمكية) . وتسمح اليابان بنسبة ميكروجرام
ميكروجرام من ميثيل الزئبق لكل جرام أسماك.
النسبة التي وضعتها وكالة التفتيش الغذائي الكندية إلى ميكروجرام من الزئبق لكل جرام
بينما وضعت وزارة الصحة الكندية نسبة ميكروجرام من الزئبق لكل جرام
الأسماك المستهلكة كغذاء.

وعموما فإن الأسماك المفترسة الكبيرة تحتوى أنسجتها على أعلى مستويات لميثيل الزئبق ،
كما أن الأسماك الأضخم حجما والأكبر عمرا تكون أكثر تلوثا من الأسماك الصغيرة ، حيث
يرتبط ميثيل الزئبق ببروتين انسجة الأسماك أكثر من ارتباطه بالانسجة الدهنية.
سلخ أو تنظيف الأسماك الملوثة بميثيل الزئبق من محتوى الزئبق في لحومها ، كما أن
طهى الأسماك الملوثة بميثيل الزئبق أيضا لا يقلل مسوى الزئبق فيها.

وقد أعدت وكالة حماية البيئة وإدارة الأغذية والأدوية الأمريكية وثيقة إرشادي
فيها أن جميع أنواع الأسماك والمحاريات تحتوي على مقادير ضئيلة من الزئبق ، وأن بعض
أنواع الأسماك والمحاريات تحتوي على مستويات من الزئبق قد تضر تطور الجهاز العصبي
وتعتمد هذه المخاطر على كمية الأسماك والمحار المأكولة ومستويات
ق فيها. وتوصى الوثيقة النساء الحوامل والمرضعات ، والنساء اللاتي قد يصبحن حوامل
والأطفال الصغار أن تتجنب تماما تناول أنواع الأسماك التي تحتوي عادة على مستويات عالية
وغير مقبولة من الزئبق مثل سمك القرش وسمك السيف والماكريل.
أوقية) فى الأسبوع من الأسماك والمحاريات التي تحتوي على
مستويات أقل من الزئبق أى بمعدل لا يزيد عن وجبتين من الأسماك أسبوعيا. وتقترح الوثيقة
مراجعة الإرشادات المحلية حول سلامة الأسماك التي يتم صيدها محليا، وفى حالة عدم توفر
الإرشادات المحلية ، يج حلية على وجبة واحدة فى الأسبوع.
أن الوثيقة أيضا تقترح عدم إلقاء الاسماك او المحار من الوجبات الغذائية حيث أنها مصدر
غذائي هام غنى بالبروتين عالي الجودة وبالعناصر الغذائية الهامة الأخرى ، كما أن محتواها من
الأحماض الدهنية المشد . وينصح خبراء التغذية باختيار الأسماك ذات مستوى الزئبق
الضئيل والغنية فى نسبة الأحماض الدهنية من نوع أوميغا .

وهناك اختلافا كبيرا في مستويات الزئبق في الأسماك طبقا لاختلاف نوعها وحجمها وأماكن
صيدها وفى أى وقت من السنة وغيرها من العوامل. من تعقيد الاختيار أنه فى البلدان
الصناعية نجد ان الاسماك الموجودة فى السوق أو فى قوائم المطاعم تم استيرادها من نصف
العالم البعيد. ومع ذلك نجد أنه فى البلدان الغنية يقوم النساء والأطفال باختيار ما إذا كانوا
يرغبون فى الحد من استهلاكهم للأسماك لمرتين فى الأ
بغيرها من الأغذية الغنية بالبروتين.

وفي البلدان الصناعية مثل الولايات المتحدة وكندا وغيرها تقوم الشعوب الأصلية وبعض الفقراء بصيد الأسماك والمحار بأنفسهم وكذلك صيد الطيور والتدييات الأكلة للأسماك والاعتماد عليها كغذاء ومصدر رئيسي للبروتين ، فهم غالبا لا يستطيعون توفير الأطعمة المغذية البديلة. الدول النامية تعتمد أعداد أكبر من السكان على الأسماك ، فالسكان الذين يعيشون في الجزر أو المناطق الساحلية أو على طول الممرات المائية الداخلية وغيرها يعتمدون . وتقدر منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

مليار شخص على الأقل تمدهم الأسماك بحوالي % من متوسط احتياج الفرد من البروتين الحيواني. % أو أكثر من احتياجات البروتين الحيواني لسكان بعض الجزر الصغيرة النامية وبعض الدول مثل بنغلاديش وكمبوديا وغينيا الاستوائية وغينيا الفرنسية وسيراليون وجامبيا وغانا وإندونيسيا. كما افادت تقارير منظمة الأغذية % من استهلاك البروتين الحيواني في أمريكا الشمالية % يقيا ، وما يقرب من % في آسيا ، (ولم يتم تقديم ملخص لاستهلاك الأسماك في أمريكا الجنوبية). ويشير التقرير أيضا إلى أن الاستهلاك الفعلي أعلى من الأرقام المقدمة في الإحصاءات الرسمية.

وحتى مع اعتبار الآثار الصحية السلبية الناجمة عن تناول كميات كبيرة من الزئبق فهناك العديد من الناس الذين يفرضون قيودا مشددة على استهلاكهم من الأسماك أنه قد يكون خيارا سيئا. فالبعض لا يمكن أن يخفضوا استهلاكهم من الأسماك خوفا من مواجهه . وللآخرين نجد ن الأغذية البديلة للأسماك تحتوي على نسب عالية من السكريات ونسب منخفضة من البروتين والتي يؤدي تناولها إلى السمنة وأمراض السكري وأمراض القلب وغيرها من الأمراض. وبالنسبة للمجتمعات التي لا تستطيع توفير الأطعمة المغذية البديلة فقد تفوق الفوائد الصحية لاستهلاك الأسماك المخاطر الصحية المرتبطة . وسيستمر افراد هذه المجتمعات في المعاناه من العواقب الصحية المترتبة على التعرض لميثيل الزئبق حتى يتم اتخاذ إجراءات دولية ناجحة للحد بدرجة كبيرة من تلوث . وهذا بدوره لن يتم بدون الاعتماد والتنفيذ الفعال لاتفاقية شاملة للتحكم في . وهذا لن يمنع السكان الأصليين وغيرهم في الاستمرار في تناول الأطعمة التقليدية الخاصة بهم لأسباب مرتبطة بتقاليمهم الثقافية والاجتماعية.

تأثيرت الزئبق على شعوب القطب الشمالي

يتعرض سكان منطقة القطب الشمالي وخاصة السكان الأصليين بشكل خاص للزئبق حيث أن مناخ المنطقة لا يسمح لهم بزراعة الحبوب أو الخضار التي غالبا ما تعتبر السلع الغذائية الأساسية في أجزاء العالم الأخرى. ونظرا لأنهم يعيشون في مناطق نائية بعيدة فإن تخزين الأغذية يكون مكلفا للغاية وخاصة الأغذية الصحية القابلة للتلف بسرعة. لذا فإنه ليس لديهم خيار آخر سوى البقاء على نظمهم الغذائية التي ليس فقط غزير الأسماك ولكن أيضا من التدييات والطيور التي تتغذى على الأسماك. ونرى أن حياة الشعوب الأصلية في القطب الشمالي وفي المناطق الشمالية لكثير من البلدان الصناعية شبه كثيرا حياة سكان البلاد النامية.

الاسكيمو في المناطق القطبية الشمالية الساحلية بشمال كندا و رينلاند و (الولايات المتحدة) (روسيا). تمثل التدييات البحرية العنصر الرئيسي في نظمهم الغذائية التقليدية. وفي دراسة عن التعرض للزئبق أن ما يقرب من % ين يعيشون في نونافوت بكندا يتعرضون للزئبق بمعدلات تزيد عن معدل التناول الأسبوعي الممكن احتمالاه للأطفال الذي وضعته منظمة الصحة العالمية عام بما يساوى ميكروجرام من ميثيل الزئبق للكيلوجرام الواحد من وزن الجسم أسبوعيا. ميكروجرام من ميثيل الزئبق لجميع الأطفال في الدراسة هو

للكيلوجرام الواحد من وزن الجسم اسبوعيا. % من حالات إصابة هؤلاء الاطفال
يعد من الحيتان البيضاء ، %
%
الحلقية ، % من تناول لحوم الكاريبو ،
% من تناول لحوم الفقمة الحلقية. وتمثل هذه المصادر أكثر من %

كما تأثرت أيضا الشعوب الأصلية ا لميثيل الزئبق. فالقرى التي يعيش فيها السكان الأصليين في جميع أنحاء أتاباسكان الواقعة عند القطب الشمالي لأمريكا الشمالية على طول الأنهار الكبرى تعيش على صيد الحيوانات وصيد الأسماك ، وفي الصيف تترك العائلات القرى لعمل رحلات صيد أسماك كبيرة . المعيشة لسكان النرويج والسويد وفنلندا وشبه جزيرة كولا الروسية تشمل الصيد الساحلي وصيد الحيوانات ذات الفراء ورعى الأغنام . وهناك بعض المقترحات بأن استنفا الجوي بالمنطقة القطبية والذي ينتج عنه ترسب كميات كبيرة من مركبات الزئبق الحيوية على غابات التندرا في القطب الشمالي أدى إلى زيادة وتضخم الزئبق في الشبكة الغذائية بغابات . وقد ساهم ذلك مع تلوث المياه بميثيل الزئبق في تراكم الزئبق بكميات كبيرة في الأغذية التقليدية لتلك الشعوب.

٣-٤ تلوث الأرز بالزئبق

اشارت بعض الدراسات الحديثة المتعلقة بالتلوث بالزئبق في بعض المناطق الداخلية من الصين يتناول فيها معظم السكان كميات قليلة من الأسماك ولكنهم يعيشون في مناطق ينتشر فيها التلوث البيئي بالزئبق. وقد لاحظ الباحثون أن تربة حقول الأرز تعد بيئ نوع من البكتيريا التي تحول الزئبق إلى ميثيل الزئبق. واستنتج الباحثون أن ميثيل الزئبق الناتج في هذه التربة يمكن أن تمتصه نباتات الأرز وأن يصل إلى الحبوب نفسها. إلى أن سكان الريف يعتمدون في غذائهم على منتجات المحاصيل المحلية وأهمها ا % من إجمالي التعرض السكاني لميثيل الزئبق يأتي من تناول الأرز.

وقد اشارت الدراسات الخاصة بالتعرض لميثيل الزئبق من تناول الأرز كان منخفضا مقارنة بمعدل التناول الأسبوعي الممكن تحمله ، وخلص الباحثون إلى أن هؤلاء السكان ربما يواجهون قليلة ، إلا أن الدر لى السكان الذين يعيشون في مناطق قريبة من مناجم الزئبق ويتعرضون أيضا لميثيل الزئبق من تناولهم للأرز قد زاد معدل التعرض لديهم وتعدى بدرجة كبيرة معدل التناول الأسبوعي الممكن تحمله وأنهم في مخاطر صحية حقيقية.

ن الأرز لا يحتوي على المغذيات والعناصر الصغرى الموجودة في الأسماك والتي تحسن النمو العصبي وتوازن الضرر الذي يسببه التعرض للزئبق. رشادية الحالية الخاصة بالتعرض لميثيل الزئبق والمبنية على أساس الاستهلاك البشري من الأسماك قد لا تكون كافية لحماية الاشخاص المتعرضين لميثيل . لذا فقد دعوا إلى المزيد من الأبحاث حول الآثار الصحية على النساء الحوامل الذين يتعرضون لجرعات منخفضة من ميثيل الزئبق من تناول الأرز.

وقد أوضح القائمون بالدراسة أن هذا الأمر يتطلب عملا عاجلا ، حيث أن الأرز هو الغذاء الرئيسي لأكثر من نصف سكان العالم. وفي آسيا وحدها يعتمد أكثر من مليار شخص على الأرز ومشتقاته لتلبية أكثر من % من احتياجاتهم للطاقة من التغذية اليومية. الباحثون إلى أنه يجب على وجه السرعة استكمال الدراسات ليس فقط في الصين ولكن أيضا

في البلدان والمناطق الأخرى مثل الهند واندونيسيا وبن لاديش والفلبين والتي تنتج نسبة كبيرة من الأرز في العالم والتي فيها الأرز هو الغذاء الرئيسي للسكان.

5- كيف يدخل الزئبق إلى البيئة

يدخل الزئبق إلى البيئة بعدة طرق مختلفة. بعض الزئبق يدخل نتيجة لبعض الظواهر الطبيعية كالثورات البراكينية ، والأنشطة الحرارية للأرض وأثار عوامل التعرية على الصخور المحتوية على الزئبق. ونرى أن معظم الزئبق الموجود حالياً في البيئة العالمية دخل نتيجة النشاط البشري والتي يمكن أن يطلق عليها المصادر البشرية للزئبق. البيئة المائية أو الأرضية يمكن أن يتبخر وي

وتدرج المصادر البشرية للزئبق تحت ثلاث فئات عرضية :

مصادر مقصودة : حيث ينطلق الزئبق عندما نحاول إنتاج منتج يحتوي على الزئبق أو القيام بعملية يستخدم فيها الزئبق. ومن بين المنتجات التي تحتوي على الزئبق أو مركباته مصابيح الفلورسنت وبعض الترمومترات والبطاريات ومفاتيح الكهرباء وغيرها من المنتجات المماثلة. ومن العمليات غير الصناعية التي تستخدم الزئبق مناجم تعدين الذهب الصغيرة والتي تستخدم ط الذهب من الصخور الصغيرة ورواسب التربة. ومن العمليات الصناعية أيضا التي تستخدم الزئبق أيضا مصانع المواد الكيميائية التي تستخدم مركبات الزئبق كمادة حفازة وخاصة في إنتاج كلوريد الفينيل وبعض مصانع الكلور- يات التحليل الكهربائي.

مصادر غير مقصودة : تنشأ هذه المصادر عن الأنشطة التي تقوم بحرق الوقود الح أو الخامات والمعادن التي تحتوي على الزئبق كشوائب غير مرغوبة. محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالفحم وأفران الأسمنت ومحطات تعدين المعادن وتنقيتها وعمليات استخراج الوقود الحفري من الفحم والبتروول والصخر الزيتي ورمال القطران، وكذلك للتخلص من المنتجات والنفايات المحتوية على الزئبق، فهذه العمليات أيضا تطلق الزئبق في البيئة وتصنف بأنها مصادر غير مقصودة.

أنشطة إعادة التحريك : تنشأ هذه المصادر عن الأنشطة البشرية من حرق أو تطهير الغابات. حيث تحتوى الكتلة الحيوية والتربة السطحية العضوية في هذه الغابات على الزئبق الذي سقط عليها من الهواء الجوى. وتطلق عمليات حرق أو إزالة الغابات وخاصة الغابات الاستوائية والشمالية كميات كبيرة من الزئبق إلى الهواء الجوى مرة أخرى. كذلك مشاريع السدود الكبيرة والتي تغمر مناطق واسعة بالمياه من الفيضانات مما يسمح للزئبق الموجود في الكتلة الحيوية والتربة السطحية بالتحويل إلى ميثيل الزئبق والدخول إلى سلاسل الغذاء المائية ، ولما تسبب السدود الصغيرة في تذبذب مستويات المياه عند المنابع مما يسبب مشكلة ، حيث يمكن إنتاج ميثيل الزئبق من البكتيريا التي تنشط على الشواطئ المعرضة للهواء مثل السدود الصغيرة ال تفتح وتغلف بواباتها للتحكم في الفيضانات عند منابع الأنهار.

وقد حاول الباحثون تقدير الكمية الإجمالية من الزئبق التي تنطلق في البيئة من المصادر البشرية المختلفة ، إلا أن البيانات المتاحة كانت غير مكتملة وغير دقيقة. وأنه من الصعوبة التمييز بين المصدر الطبيعي للزئبق (الذي يدخل البيئة عن طريق النشاط البركاني أو عوامل التعرية للصخور) ، وإعادة تحريك وإعادة انبعاث الزئبق الذي دخل أساسا إلى البيئة من مصادر بشرية وبعد ذلك استقر في المياه أو التربة. ولصعوبة التمييز احتوت معظم التقديرات المنشورة للمصادر الطبيعية للزئبق في الجو والغلاف الجوى في مجملها على إعادة انبعاث الزئبق الذي سبق أن دخل إلى البيئة نتيجة للأنشطة البشرية. وقد أدى ذلك إلى تضخم التقديرات المنشورة لكميات الزئبق في البيئة العالمية الناتجة عن مصادر طبيعية وقد عزز ذلك عن غير

قصد الانطباع بأن الزئبق الذى ينطلق في البيئة عن طريق ثورات البراكين وعوامل التعرية على الصخور هو أكبر من وجوده الحقيقي كأكبر مصادر الزئبق .
وإذا كان إعادة انبعاث الزئبق الذى يدخل البيئة نتيجة للأنشطة البشرية يمكن أن يحتسب كإضافة للانبعاثات الكلية للزئبق في الغلاف الجوى العالمى ، لذلك فإن التقديرات لانبعاثات الزئبق نتيجة للأنشطة البشرية إلى الجو تبدو مرتفعة عن التقديرات .

ومن الصعب أيضا حساب النسبة المئوية للتلوث العالمى بالزئبق الناتج من مختلف المصادر البشرية. أصدر برنامج الأمم المتحدة للبيئة (يونيب) بيان: " تقييم الزئبق " الذى يحدد الأنشطة البشرية المختلفة التي تقوم بإطلاق الزئبق في البيئة وتقدم بيانات الانبعاثات للعديد منها. وكانت هذه البيانات مؤشر على جزء من التلوث بالزئبق في العالم والناتجة من هذه المصادر المختلفة. لذا وعلى سبيل المثال يتكرر في كثير من الأحيان حقيقة أن حرق الوقود الحفري والفحم الخام هو في المقام % من إجمالي انبعاثات الزئبق في العالم من المصادر البشرية وأن مناجم الحرفيين وتعدين الذهب الصغيرة هي ثاني أكبر المصادر للتلوث بالزئبق والتي تقدر % من الانبعاثات العالمية.

هذه التقديرات والتقديرات الأخرى لانبعاثات الزئبق من المصادر المختلفة يمكن أن يساء فهمها.. ويرجع ذلك إلى ان تقديرات الانبعاثات في الغلاف الجوى تستند فقط على قياسات الزئبق المنطلقة مباشرة في الهواء ولا تأخذ في الحسبان انبعاثات الزئبق المنطلقة النفايات والتربة والمياه حتى لو أن كمية كبيرة من هذا الزئبق سيتبخّر ويدخل لاحقا للهواء. هذه التقديرات في الاعتبار انبعاثات الزئبق الأخرى التي لم يتم قياسها والمرتبطة بهذا المصدر. إن انبعاثات الزئبق الحقيقية من مصدر ما قد تكون أعلى بكثير من انبعاثات الزئبق من نفس المصدر المنشورة في هذه التقارير.

قد يساء فهم بيانات تقدير الانبعاثات

غالبا ما تستخدم النسبة المئوية من انبعاثات الهواء العالمية التي تأتي من مصدر معين كمؤشر على مقدار التلوث بالزئبق من هذا المصدر. على سبيل المثال ، عندما نقرأ أن حرق الوقود الحفري يمثل نسبة % انبعاثات الزئبق العالمية ناتج من المصادر البشرية ، فمن الطبيعي أن نستنتج أن هذه النسبة من مشكلة التلوث العالمى بالزئبق ناتجة من حرق الوقود . ولكن قد يكون هذا الاستنتاج مضلل لعدة أسباب هي:
بعض مصادر انبعاثات الزئبق لا توجد لها بيانات أو البيانات قليلة. وهذا قد يقلل من تقدير نسبة انبعاثات الزئبق في الهواء من هذه المصادر إلى حد كبير.
هل قياس كمية انبعاثات الزئبق في الجو من بعض المصادر عن انبعاثاته من مصادر . وهذا قد يقلل من تقدير المساهمة في انبعاثات الزئبق في الهواء للمصادر التي يصعب ياسها.
بعض مصادر الزئبق مثل الزئبق في المنتجات لها دورة حياة معقدة. وقد يكون من الصعب إدراج انبعاثات الزئبق التي تظهر طوال دورة حياة المنتج في تقديرات الانبعاثات المرتبطة بهذه .
قد تطلق بعض مصادر الزئبق كميات كبيرة من الزئبق في الماء والتربة والنفايات. هذه الانبعاثات لا تعد من إجمالي الانبعاثات الغازية العالمية ومع ذلك فإن الزئبق الذى ينطلق إلى الأوساط الأخرى من الهواء يقوم بتلويث النظم البيئية المائية والمساهمة في إجمالي التلوث . بالإضافة إلى ذلك ، فإن كثير من الزئبق المنطلق من هذه الأوساط سوف يتبخّر في وقت لاحق إلى الهواء. وقد يكون من الصعب إدراج هذه الانبعاثات الثانوية في الهواء إلى انبعاثات الهواء العالمية المرتبطة بالمصدر الأصلي . ومن الأمثلة الواضحة لتقليل التقدير لتلك

المصادر هو إنتاج مونومر كلوريد الفينيل (VCM). حيث يبدو أنه لا توجد بيانات متاحة عن انبعاثات الزئبق في الهواء من إنتاج كلوريد الفينيل ، والتي يتم احتسابها صفر طبقا لتقديرات لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة من إجمالي انبعاثات

الزئبق من الأنشطة البشرية إلى الجو والغلاف الجوي والتي تبلغ .
الآن يستخدم المزيد من الزئبق في إنتاج كلوريد الفينيل أكثر من استخدامه في المصادر الغير . وهناك أسباب اخرى تؤكد مساهمة كلوريد الفينيل بشكل رئيسي في التلوث . ومع ذلك إذا أخذنا بتقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة للانبعاثات الجوية العالمية كمؤشر يمكن أن نصل إلى الاستنتاج الخاطئ بأن نسبة التلوث الناتجة من إنتاج كلوريد الفينيل هي صفر % . إن إقرار النسبة التي تطلقها ورش العمل الحرفية والصغيرة لتعدين الذهب والتي تمثل % البشرية طبقا لتقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة والتي قدرت أن مجموع انبعاثات الزئبق في طن متري سنويا وأن أنشطة تلك الورش الحرفية للذهب تطلق الغلاف الجوي هي . إلا أن التقرير الذي قدم هذه البيانات يشير إلى أن أنشطة تلك الورش تستهلك ن متري من الزئبق سنويا. لذا يجب أن نعطي اعتبارا لمصير الكمية المتبقية من الزئبق المستهلك في نشاط هذه الورش والتي تقدر بـ . وقد يمكن استرجاع جزء من هذا الزئبق المفقود) يقوم عمال المناجم باستخدامه وقد لا يظهر في تقديرات استهلاك الزئبق في هذا القطاع). ينطلق جزء كبير من الـ طن من الزئبق التي تستهلكها أنشطة ورش تعدين الذهب إلى البيئة ، ومعظمها لا تشملها التقارير الرسمية للانبعاثات في الهواء ، إلى المياه واليابسة وإلى النفايات ولاحقا تنطلق مرة اخرى إلى الهواء ، على الرغم من أنه قد لا تكون محسوبة على جميع الانبعاثات في الهواء وتنطلق إلى المياه. وهذا يعني أن نسبة التلوث بالزئبق من أنشطة الورش الحرفية للذهب أكثر بكثير من نسبة % .
قصودة الأخرى والتي تستخدم الزئبق هي أقل نسبيا من كمية الزئبق التي تستهلكها هذه المصادر كما هو مبين في الجدول التالي من برنامج الأمم المتحدة للبيئة " تقرير التقييم الفني للزئبق في الغلاف الجوي العالمي ": مقارنة تقديرات الاستهلاك العالمي الزئبق مع تقديرات انبعاثات الزئبق في الغلاف الجوي العالمي حسب فئة

المصدر	الاستهلاك العالمي المقدر للزئبق طن متري	الاستهلاك العالمي المقدر لانبعاثات الزئبق في الجو والغلاف الجوي - طن متري
ورش الذهب الحرفية الصغيرة		
تصنيع كلوريد الفينيل		
-		
البطاريات		
اجهزة القياس والتحكم		
()		
الأجهزة الكهربائية		

عند استهلاك الزئبق ، فمن المنطقي افتراض انطلاقه إلى مكان ما . مما لا شك فيه أنه يتم فيما بعد استرجاع جزءا من الزئبق المستهلك أو إعادة تدويره أو التخلص منه بطريقة سليمة. وهذه الكميات يجب تقديرها لأنها ستدخل لاحقا في إجمالي الناتج العالمي للتلوث بالزئبق.

في تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة لمجموع انبعاثات الزئبق نتيجة للأنشطة البشرية في الجو والغلاف الجوي السنوية

(تأتي فقط من ثلاثة مصادر غير مقصودة وهي : %
(باستثناء الذهب) %)

المقابل ، تشير تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن

. ومع ذلك فإن التقارير

تشير إلى أن المنتجات والعمليات التي تستخدم الزئبق عن قصد تستهلك ما يقدر بـ طن متري من الزئبق سنويا. وهذا يعنى بأنه كمية الزئبق التي تنطلق إلى الغلاف الجوي هي % من من كمية الزئبق المستهلك من المصادر التي تستخدم الزئبق عن قصد ، فما هو مصيرالـ % المتبقية؟؟

يدخل الكثير منها بالتأكيد إلى البيئة ويساهم في التلوث العالمي بالزئبق. فعلى سبيل المثال ، عند التخلص من بطارية أو مصباح فلوسنت أو أى من المنتجات الأخرى المحتوية على الزئبق في مقالب المخلفات أو مدافن النفايات ينطلق جزء كبير من محتواها من الزئبق بمرور الوقت إلى الهواء والأوساط البيئية الأخرى. وفي حالة حرقها ينطلق الزئبق بسرعة احتجازه أو إمساكه حتى بالمرشحات الحديثة.

كما تطلق مصانع إنتاج الكلور القلوي وكلوريد الفينيل كميات كبيرة من الزئبق في البيئة أكثر من الانبعاثات الجوية للزئبق التي تشير إليها التقديرات الرسمية.

إن معظم انبعاثات الزئبق المستهلك بواسطة المصادر المقصودة تصل في النهاية إلى البيئة والكثير منها ينطلق إلى الجو والغلاف الجوي. والطريقة الوحيدة لأن تكون البيانات الخاصة بانبعاثات الزئبق من الأنشطة البشرية مقبولا هي أن نقر أن انبعاثات الزئبق من البيئة من المصادر المقصودة تساهم بدرجة أكبر بكثير من في التلوث الكلى بالزئبق فى العالم من بيانات الانبعاثات لبرنامج البيئي العالمى ، ولأن بيانات برنامج البيئة العالمى تأتي من مصادر حكومية وتعكس الطرق التي تجمع بها الحكومات البيانات عن انبعاثات الزئبق فى الجوالانبعاثات الأخرى إلى البيئة. لذا فإن المنظمات غير الحكومية يجب أن تعمل بشكل جيد لتدقيق بيانات انبعاثات الزئبق التي تستخدمها الحكومات الوطنية.

٦- مصادر الزئبق

تعتمد كل المنتجات أو العمليات التي تحتوى على / أو تستخدم الزئبق أو مركباته على الزئبق

١-٦ التنقيب عن الزئبق

منذ العصور القديمة ، قام الانسان بالتنقيب عن خامة طبيعية حمراء أو بنية حمراء والتي يطلق عليها "سينابار" ، والتي تحتوى على نسبة كبيرة من كبريتيد الزئبق. أول منجم للسينابار والعمل فيه على نطاق واسع منذ أكثر من سنة في جبال الإنديز في بيرو. لميلاد تم استخراج خام السينابار من منجم بالقرب من مدينة

تعرف حاليا بهوانكافيليكيا - بيرو. وتم تكسير الخام لعمل الصبغة الحمراء القرمزية. التنقيب عن السينابار في الموقع قبل فترة طويلة من ظهور حضارة الإنكا واستمرت حتى العصر الحديث. كبريتيد الزئبق القرمزية في حضارة الإنكا والحضارات القديمة الأخرى لتغطية جسم الإنسان في الاحتفالات وتزيين المقتنيات الذهبية مثل . وقد عرفت تلك الصبغة أيضا في الصين والهند ، واستخدمت في روما قديما لتلوين وجوه القادة عند فوزهم.

يمكن إنتاج الزئبق من خام السينابار عن طريق تسخينه في وجود الهواء ثم تكثيف الزئبق من . وقد عرف الإغريق والرومان والصينيون والهندوس هذه العملية منذ أكثر من عام قبل الميلاد. كما توجد أيضا أدلة تؤكد معرفة قبائل الإنكا بهذه الطريقة لإنتاج الزئبق قبل اتصالهم بالأوروبيين. وتوجد أكبر الاحتياطيات العالمية لخام السينابار في منجم المادين باسبانيا ، وقد بدأ التعدين وعمليات التكرير في هذا الموقع منذ أكثر من . الفينيقيين والقرطاجيين والرومان الزئبق من هذا المنجم منذ ذلك الوقت لتجميع وتركيز الذهب . وقد كان الكاتب الروماني بليني أول من قدم وصفا مفصلا لهذه العملية في كتابه "التاريخ الطبيعي".

وتتوفر بيانات عن عمليات التنقيب عن السينابار في منجم المادين والمناجم الأخرى على مدى القرون الخمسة الماضية. م قد تم إنتاج ما يقرب من مليون من الزئبق من السينابار من منجم المادين والمناجم الأخرى ، نصف هذه الكمية تم إنتاجها قبل عام . كما استمرت شحنات الزئبق من اسبانيا لاستخدامها في تعدين الفضة والذهب بالمستعمرات الإسبانية في أمريكا (والتي أصبحت الان المكسيك)

تعدين الذهب والفضة في القرون السابقة

كان أكبر استخدام للزئبق من القرن السادس عشر إلى الثامن عشر في إنتاج الذهب والفضة بأمريكا اللاتينية، مما أسفر عنه انطلاق كميات هائلة من الزئبق إلى البيئة العالمية. معظم هذه الكميات من الفضة والذهب إلى اسبانيا والبرتغال مما أسهم بشكل رئيسي في التوسع الاقتصادي السريع في أوروبا الغربية.

كما شهد القرن التاسع عشر طفرة كبيرة في تعدين الزئبق بأمريكا الشمالية ليستخدمه عمال مناجم الذهب بكاليفورنيا وشمال كندا والاسكا. وقد ساهم إنتاج الذهب في التوسع الاقتصادي بأمريكا الشمالية. كما ازدهر إنتاج الذهب في القرن التاسع عشر أيضا في أستراليا وبلدان أخرى ومن هنا استقرت كميات كبيرة من الزئبق المستخدم في التنقيب عن الذهب والفضة في البيئة كمصدرا للضرر.

تساهم عمليات التنقيب عن الزئبق الخام وتنقيته في إطلاق كميات كبيرة من أبخرة الزئبق في الهواء وبالتالي فهي مصدر مباشر وكبير للتلوث بالزئبق. وقد وجدت دراسة أن تركيز الزئبق في الهواء الجوي حول منجم مهجور للزئبق في الصين أعلى بكثير من المواقع الإقليمية الأخرى المحيطة.

في منطقة بالقرب من مناجم الزئبق ومصاهر المعادن إلى وجود نسبة عالية في أجسامهم حتى بالمقارنة مع المناطق القريبة من مصاهر الزنك والصناعات الثقيلة المرتبطة بالفحم. الباحثون بولاية كاليفورنيا بقياس كميات الزئبق الموجودة في الجداول المائية المتدفقة بجوار موقع مناجم الزئبق المهجورة منذ فترات طويلة ، وأشارت النتائج إلى أن تلك المناجم هي المصادر الرئيسية الكبرى للتلوث بالزئبق بالمسطحات المائية، كما أنها تعتبر مصادر مستمرة

في السنوات الأخيرة، تم إغ
وكذلك الضغوط البيئية لاغلاق المناجم. وتم اغلاق اخر منجم للزئبق في الولايات
إغلاق منجم كبير آخر بالقرب من أدريجا - سلوفينيا عام
وتم توقف التعدين بمنجم المادين في اسبانيا عام . وحاليا لا توجد مناجم تعمل بالزئبق
الخام في أمريكا الشمالية أو أوروبا الغربية.
العالم ، بما في ذلك المنجم الرئيسي في الجزائر والذي توقف عن العمل بنهاية عام .

ووفقا لهيئة المساحة الجيولوجي الأمريكية فإن معظم عمليات التعدين للزئبق الخام تتم حاليا
في الصين وقيرغيزستان فقط. أنتجت المناجم الصينية ما يقرب من
طن متري من الزئبق ، وفي قيرغيزستان تم إنتاج ما يقدر بـ
الصينية فإن صادرات الزئبق منها منخفضة للغاية حيث يستخدم معظم الزئبق محليا. ومن ناحية
أخرى ينتج مجمع التعدين في قيرغيزستان للتصدير وتقدر هيئة المساحة الجيولوجي الأمريكية
في جميع البلدان الأخرى حوالى .

٦- ٢ إنتاج الزئبق كمنتج ثانوي أثناء عمليات تنقية المعادن غير الحديدية

يتم إنتاج الزئبق الخام أحيانا كمنتج ثانوي عند تنقية المعادن الخام.
الزئبق بكميات ضئيلة جدا في معظم خامات المعادن الغير حديدية مثل الزنك والنحاس
والرصاص والذهب والفضة ، وغيرها. وحتى وقت قريب كانت تنطلق محتويات الزئبق من
هذه الخامات إلى البيئة كجزء من النفايات المتولدة أثناء عمليات التعدين أو التكرير.
السنوات الأخيرة بدأت بعض المصافي فى استرجاع الزئبق من النفايات وإنتاج الزئبق الخام
ليبيعه فى الاسواق المحلية أو الدولية. وكان على المنتجين الذين قرروا القيام بذلك الامتثال
للقوانين أو اللوائح الوطنية بالـ . وفي حالات أخرى كان على المنتجين الامتثال
للقوانين أو اللوائح التي تنظم التخلص من نفايات الزئبق وربما تكون تكلفة استرداد الزئبق من
النفايات وبيعها أقل من تكلفة التخلص من نفايات الزئبق

وعلى سبيل المثال ، هناك ما يقرب من
عن استخلاص الزئبق من غازات المداخن بمصاهر الزنك. وهناك عمليات تعدين الذهب تتم
على نطاق واسع في أمريكا الجنوبية وأمريكا الشمالية لاسترجاع الزئبق الخام من النفايات وبيع
هذا الزئبق. ووفقا لأحد التقديرات فإنه تم استرجاع ما يقرب من
الزئبق عالميا في عام من مصافي الزنك والذهب والرصاص والنحاس والفضة.
يشمل هذا التقدير الائتلاف الكبير بين الاتحاد الروسي ومرافق خايدركان لتعدين الزئبق
وتكثيره في قيرغيزستان ، وبموجب هذا الائتلاف يتم نقل المخزونات الحالية من النفايات
الملوثة بالزئبق من مصاهر الزنك الكبيرة والمصاهر الروسية الأخرى إلى قيرغيزستان
لتكثيرها. وتشير التقديرات إلى أنه يتم استخراج ما يقرب من
الزئبق من هذه النفايات تم بيعها.

٦- ٣ الزئبق الناتج من الغاز الطبيعي

يحتوي الغاز الطبيعي أيضا على كميات قليلة من الزئبق والتي تنطلق إلى البيئة عند حرق
وفي بعض المناطق بما في ذلك الدول المجاورة لبحر الشمال والجزائر وكرواتيا وغيرها
تكون تركيزا
المتوقع أن يتم استرجاع من - طن متري من الزئبق سنويا من بقايا الغاز الطبيعي
. ولا توجد بيانات متاحة عن استرجاع الزئبق من الغاز الطبيعي في أى

ويقوم منتجي الغاز الطبيعي المسال بإزالة الزئبق من الغاز الطبيعي قبل تبريده ، وإلا فإن الزئبق الموجود في الغاز سيدمر مبادلات الحرارة الألمنيوم المستخدمة في محطات تسييل الغاز الطبيعي. ويتطلب هذا تقليل محتوى الزئبق الموجود بالغاز الطبيعي إلى أقل من ميكروجرام من الزئبق لكل متر مكعب من الغاز الطبيعي العادي. وطبقا لتقرير تسويق المواد من شركات تصنيع المعدات الخاصة بإزالة الزئبق من الغاز، وجد أن السبب الرئيسي لشراء هذه المعدات هو حمايتها من التسييل محطات إنتاج الكيماويات. ونجد أنه خارج أوروبا الغربية لا يتم استخدام تقنيات إزالة الزئبق من الغاز الطبيعي على نطاق واسع ، والذي يتم بيعه للاستخدام في التدفئة المنزلية والطبخ أو الأفران التجارية والصناعية والغلايات. الكثير عن تأثير هذا الزئبق على المستهلكين العاديين للغاز الطبيعي أو مساهمته في إجمالي

وقد أوضح أحد موردي معدات إزالة الزئبق من الغاز الطبيعي لحماية معدات التسييل بأنه في الآونة الأخيرة تراوحت مستويات الزئبق في الغاز الطبيعي من نسبة لا تكاد تذكر إلى أقل ميكروجرام من الزئبق لكل متر مكعب غاز. د حالة نموذجية لمنشأة في مكان لم يكشف عن اسمه خارج الاتحاد الأوروبي. حيث تراوحت نسبة الزئبق الموجودة بالغاز ميكروجرام إلى ميكروجرام من الزئبق لكل متر مكعب من الغاز الطبيعي في حين ان محتوى الزئبق في الغاز المنصرف منخفضة الى ما دو الاكتشاف والتقدير. وتتم إزالة الزئبق من الغاز الطبيعي عن طريق ممتزات خاصة ويتم تجميعها بعد ذلك وإزالة الزئبق بتكنولوجيا خاصة – – ليستنى لهم بيعه . ومع ذلك فإنه خارج أوروبا الغربية لا يظهر هذا الزئبق الخام الرائج والم بتلك التقنيات في البيانات الدولية لمصادر الزئبق.

٦- ٤ إعادة تدوير الزئبق واسترجاعه

نحصل على معظم الزئبق الخام والذي تم استرجاعه من خلال إعادة تدوير من العمليات الصناعية التي تستخدم الزئبق أو مركباته. وفي بعض الحالات يتم إعادة استخدام الزئبق ال تم استرجاعه من نفس الصناعة. خرى يعرض فى الاسواق. تم التوصل إلى اتفاقات لسحب الزئبق المسترجع من الاسواق لتخزينه بصورة دائمة.

وتعتبر صناعة الكلور والقلوى من أكبر مصادر الزئبق المعاد تدويره أو المسترجع. حيث تنتج هذه الصناعة غاز الكلور والقلويات (هيدروكسيد الصوديوم) من خلال عملية التحليل الكهربائي لمياه المالحة. - القلوي عمليات خلايا الزئبق والذي يستخدم فيها الزئبق كقطب سالب (كاثود كهربائي). وتستهلك مصانع الكلور- القلوي كميات كبيرة من الزئبق مما يسبب تلوثا هائلا. ولحسن الحظ فإنه في السنوات الأخيرة هناك اتجاه للتخلص من معظم محطات خلايا الزئبق بعمليات بديلة

وقد تحتوى خلية زئبق واحدة على مئات الأطنان من الزئبق الخام لاستخدامها في الإنتاج كما أنها يمكن ان تحتفظ بكميات من بكثير في مخازنها لتعويض الزئبق المفقود. الاستغناء عن خلية الزئبق يتم استرجاع جزء كبير من هذا الزئبق. وطبقا لاتفاق طوعي يتم حاليا التخلص التدريجي من خلايا الزئبق بمصانع الكلور- القلوي في أوروبا الغربية بحلول عام . وذكرت دراسة أجريت فى أوروبا عا إغلاق الخلايا الزئبقية للكلور

القلوي أنه فى الفترة من - تم استرجاع ما يقرب من من الخلايا التى تم الاستغناء عنها. أنه فى

ترتبط بتشغيل محطات الكلور- تقريرا فى أوروبا الغربية. وفى أبريل مازال هناك خلية زئبق للكلور- طن وان نصف هذه الكمية ذكرت رابطة الصناعة الأوروبية أنه دولة أوروبية والتي تحتوى فى إجماليها على

وتقوم خلايا الزئبق بمحطات - القلوي في بعض الأحيان باسترجاع الزئبق من نفاياتها.
وتشير التقديرات إلى أنه في عام وفي جميع أنحاء العالم تم استرجاع ما بين -
طن متري من الزئبق من الخلايا العاملة.

وهناك نوع آخر من الصناعات والتي تستخدم وتعيد تدوير كميات كبيرة من الزئبق وهي إنتاج مونومر كلوريد الفينيل لإنتاج كلوريد البولي فينيل والتي تستخدم كلوريد الزئبق كعامل . وبالرغم من عدم استخدام هذه العملية في معظم البلدان ، إلا انه يعتقد أنه يوجد أربعة منشآت لا تزال تعمل في روسيا ، وأكثر من منشأة تعمل في الصين.
عما إذا كانت هناك منشآت مماثلة تعمل في بلاد أخرى.

وتقدر كمية المواد الحفازة المستخدمة في سنة واحدة في المحطات الصينية على
تم إعادة تدوير ما يقرب من نصف الزئبق الموجود في
معلومات أخرى عن مصير الكمية المتبقية. ()

يمكن استرجاع الزئبق الخام بشكل صحيح من خلال إدارة المنتجات التي تحتوى على الزئبق في نهاية حياتها مثل الترمومترات المحتوية على الزئبق و
والمفاتيح الكهربائية ومصابيح الفلورسنت وعناصر أ . كما يمكن استرجاعها من
النفايات الملوثة بالزئبق الموجودة في المصانع التي تقوم بتصنيع المنتجات المحتوية على
الزئبق أو التي تستخدم الزئبق في عملياتها الإنتاجية أو التي تقوم بعمليات حرق أو تشغيل

٥-٦ الحاجة إلى خفض موارد الزئبق

- في أدنى مستوى له خلال هذا
القرن من الزمن بين - دولارات للكيلوجرام الواحد. وفي الأونة الأخيرة ارتفعت
أسعار الزئبق بصورة تثير الدهشة. فقد بلغ وقت كتابة هذا التقرير أن سعر
سوق لندن تراوحت ما بين - دولار أمريكي بما يعنى ان سعر الكيلوجرام من
الزئبق سيكون ما بين - دولارا أمريكيا وهذا يمثل زيادة كبيرة. ولا تزال أسباب هذا
الارتفاع في الاسعار غير واضحة. هذا الارتفاع قد يرجع لانخفاض مصادر والمعروض من
لزئبق نتيجة إغلاق مناجم الزئبق والإجراءات التي اتخذتها بعض الحكومات لتقييد صادرات
. وقد يعزى ارتفاع سعر الزئبق إلى زيادة طلب ورش تعدين الذهب الحرفية وصغيرة
الحجم على الزئبق نتيجة ارتفاع سعر الذهب بمعدلات كبيرة. وربما تعكس أيضا تكتل
تجار الزئبق الذين يتوقعون وجود اتفاقية عالمية للتحكم والسيطرة على الزئبق ومصادره. ويبدو

وسوف تقلل أسعار الزئبق العالية بعض من استخداماته والتي سوف تسهل استخدام البدائل
والتي من شأنها القضاء على / استخدام الزئبق مما سيؤدي إلى تحقيق أهداف
اتفاقية الزئبق العالمية على خير وجه إذا ما ظلت اسعار الزئبق مرتفعة بما يكفي لتقليل الطلب
عليه.
جديدة للزئبق أو توسع في مصادره.

ات والنفايات الملوثة بالزئبق، لأنها أيضا تقدم حوافز لشركات
تكرير وتنقية المعادن وإعادة تدويرها وأنشطة أخرى لاسترجاع الزئبق من النفايات والوقود
الحفري وإعادة عرض هذا الزئبق . قت نفسه يجب ان تساهم اتفاقية عالمية
/ والتخلص التدريجي أو
الحد من الاستخدامات الحالية للزئبق. وبالرغم من قيام التجار بتخزين الزئبق تحسبا لنقص
إمداداته في المستقبل فإن ذلك على الأرجح سيكون لفترة قصيرة الأجل. لهذه الأسباب يمكن أن

تتخفف أسعار الزئبق مرة أخرى في غياب بعض التدخلات للتأكد من تقييد المعروض العالمي

ولمعالجة هذه المسألة ، اعتمد الاتحاد الأوروبي لائحة ستدخل حيز التنفيذ في مارس . وتفرض هذه اللائحة حظر صادرات الزئبق المعدني وخام السينابار وكلوريد الزئبق وأكسيد الزئبق ومخاليط الزئبق المعدني مع المواد الأخرى من الاتحاد الأوروبي. اللائحة الإنتاج الأولي للزئبق من خام السينابار في جميع دول الاتحاد الأوروبي. خلايا محطات الزئبق القلوي كنفائيات، وكذلك الزئبق الذي تم الحصول عليه من عمليات تعدين وصهر المعادن غير الحديدية أو من تنقية الغاز الطبيعي صنفنا أيضا كنفائيات. ويعد تصنيف هذا الزئبق على أنه نفائيات يعني أن هذا الزئبق من هذه المصادر بالاتحاد الأوروبي لا يمكن بيعه أو استخدامه ويجب التخلص منه بطريقة آمنة على صحة الإنسان والبيئة. وقد أقرت الولايات المتحدة أيضا قانون () والذي سيصبح نافذا بحلول عام . وسوف يحظر () الزئبق من الولايات المتحدة ، وسوف يتطلب إنشاء مرفق خاص لإدارة طويلة الأجل تخزين الزئبق الذي ينتج داخل الولايات المتحدة.

إن هذه الإجراءات والقرارات التي اتخذتها الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي تسير في اتجاهات إيجابية. وينبغي على أي اتفاقية جديدة للتحكم في الزئبق وضع هذه التدابير وفرض قيود عالمية للتخلص التدريجي من مصادر الزئبق الموجودة بمقابل الطلب عليه. كما يجب أن تقوم الاتفاقية بحظر التعدين الأولي للزئبق وإنتاج الزئبق من خام السينابار. كما يجب حظر أو تقييد المبيعات التجارية للزئبق المسترجع من محطات الكلور-القلوي، وتعدين المعادن وتكرير محفزات الصناعية وتنظيف الغاز الطبيعي والمصادر الأخرى. بالإضافة إلى ذلك يجب أن تضع الاتفاقية التدابير التي من شأنها توفير الدعم المالي والفني لبناء مخازن وطنية أو إقليمية دائمة وأمنة أو مرافق للتخلص السليم والأمن بيئيا في جميع المناطق من الزئبق الخام النفائيات المحتوية على الزئبق.

٧- مصادر الزئبق المقصودة

الزئبق في المنتجات المختلفة

هناك عدد من المنتجات الشائعة تحتوي على الزئبق أو مركبات الزئبق. وغالبا ما ينطلق الزئبق في الهواء خلال تصنيع هذه المنتجات () كما ينطلق كملوث مخلفات والنفائيات الصلبة والسائلة. وتتعرض المنتجات المحتوية على الزئبق في كثير من الأحيان أثناء استخدامها للكسر وانطلاق محتواها من الزئبق إلى البيئة، وأيضا في نهاية مدة صلاحيتها لا يتم إعادة تدوير أو استرجاع سوى جزء بسيط من الزئبق من جميع المنتجات المحتوية عليه. وغالبا ما يتم نقل هذه المنتجات في نهاية أجلها إلى المحارق ومقالب القمامة. ووفقا لتدابير مكافحة تلوث الهواء المستخدمة في تلك المحارق ينطلق محتوى الزئبق في هذه المنتجات في الهواء. كما تنطلق محتويات الزئبق بهذه المنتجات الملقاه في مقالب القمامة لنفائيات في الهواء. خلاصة القول فإن الزئبق الموجود في تلك المنتجات يجد طريقه إلى البيئة في نهاية المطاف بطريقة أو بأخرى.

١-٧ الزئبق في الأجهزة الطبية

تستخدم الأجهزة الطبية المحتوية على الزئبق منذ فترة طويلة في المستشفيات ومرافق الرعاية الصحية. ومترات قياس الحرارة وأجهزة قياس ضغط الدم وموسعات . عند تحطم هذه الأجهزة يتبخر محتواها من الزئبق معرضا العاملين في مجال الرعاية الصحية والمرضى أيضا إلى المخاطر حيث يلوث هذا الزئبق المنطقة المحيطة . ويعتبر كسر هذه المع . حيث تقوم

المستشفيات باستخدام العديد من ترمومترات الحرارة الزئبقية في السنة الواحدة لكل سرير في ترمومتر يتعرض للكسر في المستشفى التي تحتوى سريرا كل عام.

ويحتوى كل ترمومتر على ما بين 5 و10 مل من الدم ويحتوي على ما يقرب من 0.1 مل من الدم. أما جهاز موسع المريء فهو عبارة عن أنبوب طويل مرن ينزل داخل حنجرة المريض الى المريء لعملية طبية معينة. وعلى الرغم من عدم شيوع استخدامه كالترمومتر وجهاز قياس ضغط الدم إلا انه يحتوى على مقدار يساوى كيلوجراما واحدا من الزئبق.

وتتوفر حاليا على نطاق واسع في العديد من الدول بدائل جيدة لا يستخدم فيها الزئبق وبأسعار معقولة للترمومترات واجهزة قياس ضغط الدم وموسعات والمريء ، وتبذل الكثير من الجهود للتخلص التدريجي من هذه الاجهزة الطبية المحتوية على الزئبق. غير الحكومية الدولية للرعاية الصحية بدون ضرر (HCWH) بدورا رائدا في هذا الصدد بالتعاون مع منظمة الصحة العالمية ، كما انها تقود مبادرة عالمية للتخلص الفعلي من الترمومترات واجهزة قياس ضغط الدم الـ زئبقية ، وتوفير البدائل الدقيقة والاقتصادية بحلول عام 2010. ولهذه المبادرة موقع الكتروني مشترك بين منظمة الصحة العالمية وشبكة المنظمات غير الحكومية الدولية للرعاية الصحية بدون ضرر ومعترف بها كعنصر من عناصر البرنامج الدولي المشترك للزئبق والتابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة.

على تشريعات حظر بيع الترمومترات الزئبقية داخل الاتحاد الأوروبي وأيضا تقييد مبيعات الاجهزة الأخرى المحتوية على الزئبق. عدد من دول أوروبا مثل السويد وهولندا والدنمارك بالفعل بحظر استخدام الترمومترات واجهزة قياس ضغط الدم ومجموعة اخرى من المعدات الطبية الأخرى المحتوية على الزئبق. وفي الولايات المتحدة قامت حكومات ولاية بحظر الترمومترات الزئبقية كما قامت الآلاف من المستشفيات والصيدليات بحظر بيع الاجهزة الطبية المحتوية على الزئبق واستبدالها بترمومترات واجهزة قياس ضغط الدم الرقمية. وفي الفلبين اصدرت الهيئة الصحية فى عام 2005 نظام إداري يدعو للتخلص التدريجي من الترمومترات الزئبقية في جميع المرافق الصحية على المستوى الوطني. وفي الأرجنتين أيضا أصدر وزير الصحة قرارا في عام 2005 يلزم جميع المستشفيات ومراكز الرعاية الصحية في البلاد بشراء الترمومترات واجهزة قياس ضغط الدم الخالية من الزئبق.

كما تتخذ معظم البلدان النامية والبلدان التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية نفس الخطوات نحو الابتعاد عن الاجهزة الطبية المحتوية على الزئبق وإن كان بصورة ابطأ. الأماكن هناك نقص فى الوعي بخصوص الحاجة إلى إجراء هذا التغيير وبالرغم من نمو هذا الوعي إلا أن هناك ثلاثة عوائق هامة ما زالت قائمة :

- عدم الثقة فى البدائل المتاحة والخالية من الزئبق تخصصين فى المجال
- عدم توافر بدائل دقيقة خالية من الزئبق بالاسواق.

- فى وضع المقاييس والمعايير الوطنية والإقليمية والعالمية وبرامج إصدار لشهادات الصلاحية والضمان وأن الاجهزة المتوفرة فى السوق الوطنية مطابقة لمعايير

وفى إطار وضع استراتيجيات طويلة الأجل تقوم منظمة الصحة العالمية بدعم التحرك نحو حظر على استخدام الاجهزة الطبية المحتوية على الزئبق والاستعاضة عنها ببدائل خالية

من الزئبق في جميع الدول. وعلى المدى القصير تقوم منظمة الصحة العالمية بتشجيع الدول التي يمكنها الوصول إلى بدائل رخيصة.

لوضع وتنفيذ خطط
جهاز والاستعاضة عنها ببدائل
كما تشجع منظمة الصحة العالمية المستشفيات لتطوير إجراءات منع
الزئبق وتداول النفايات والتخزين. وسيساعد وجود اتفاقية عالمية للتحكم في الزئبق في تسريع
واستكمال عمليات القضاء التام على الأجهزة الطبية المحتوية على الزئبق في جميع أنحاء

٢-٧ الزئبق في المفاتيح الكهربائية

تحتوي عدة أنواع من المفاتيح الكهربائية على الزئبق. وتشمل هذه المفاتيح المائلة
ومفاتيح الطفو والترموستات ومفاتيح التحكم في الدوائر الإلكترونية وغيرها.
الولايات المتحدة تم بيع أنواع مختلفة من المفاتيح تحتوي على ما يقرب من
رغم أن هناك بدائل متاحة جيدة لجميع هذه الأنواع.

كما قام الاتحاد الأوروبي بإدخال قراراتين حيز التنفيذ في عامي
المفاتيح الكهربائية والترموستات التي تحتوي على الزئبق في الدول الأوروبية هما: نفايات
المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) ، القيود المفروضة على استخدام المواد الخطرة
(RoHS). كما وضعت حكومات عدة ولايات أمريكية حظرا على المفاتيح الكهربائية
والترموستات المحتوية على الزئبق. ونتيجة لذلك قام المصنعين بتوفير بدائل خالية من الزئبق ،
مما أسفر عن تراجع سريع في بيع المفاتيح الكهربائية والترموستات المحتوية على الزئبق
في أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية. ولا توجد معلومات كافية عن استخدام المفاتيح الكهربائية
والترموستات المحتوية على الزئبق في الدول النامية والدول التي تمر اقتصادياها بمرحلة
انتقالية.

المفاتيح الكهربائية المائلة :

هي المفاتيح التي تحتوي على أنابيب صغيرة بوصلة كهربائية في نهاية واحدة. عند ميل
نهاية الأنبوب المتصل كهربائيا إلى أسفل يتدفق الزئبق لهذا الطرف وتغلق الدائرة الكهربائية.
ما يميل الأنبوب لأعلى تنفتح الدائرة.

وهذا النوع من المفاتيح شائع الاستخدام في السيارات للتحكم في المصابيح. ويحتوي كل
مليون مفتاح. وفي السنوات الأخيرة
توقفت تقريبا جميع شركات صناعة السيارات عن تركيب المفاتيح المائلة في السيارات الحديثة.
وقد حظرت السويد مفاتيح التبديل المائلة في السيارات منذ أوائل التسعينات. لذا توقفت جميع
شركات صناعة السيارات الأوروبية عن استخدام مفاتيح التبديل المائلة الزئبقية في عام
وتلتها شركات صناعة السيارات الأمريكية في عام . ويبدو أن جميع شركات صناعة
السيارات في العالم قد توقفت عن استخدامها. ، ومع ذلك فإن كثير من السيارات القديمة لا
زالت تحتوي على مفاتيح التبديل المائلة الزئبقية والتي لم تتم إزالتها أو التخلص منها بشكل سليم
والتي سوف تطلق الزئبق الموجود بها إلى البيئة عندما يتم الغاء أو استهلاك هذه السيارات.

وتستخدم مفاتيح التبديل المائلة في العديد من المنتجات الأخرى على الرغم من ان استخدامها
قد أصبح أقل انتشارا في السنوات الأخيرة. شمل هذه المنتجات الغسالات ومجففات الملابس،
والثلاجات ومكواة الملابس والدفائيات وأجهزة التلفزيون ومفاتيح التحكم بمراوح الأفران
وأنظمة إنذار الحريق والأمان وأحذية الأطفال ذات الأنوار الومضة وغيرها.

التطبيقات الصناعية حيث يمكن ان يحتوي المفتاح الواحد على ما يصل إلى كيلوجراما . وتستخدم مفاتيح الزئبق الحساسة في الجيروسكوبات والآفاق الصناعية وخاصة في علم الفضاء والتطبيقات العسكرية.

مفاتيح الطفو :

تستخدم عادة لتشغيل المضخات وللتحكم في مستوى السائل. وهو عبارة عن اسطوانة مستديرة تطفو مع المفتاح المرفق بها. يقوم المفتاح بتشغيل مضخة أو إيقافها عندما تطفو . وهذه المفاتيح مختلف الأحجام والمفتاح الواحد يحتوي كمية

من الزئبق تتراوح بين اقل من مليجرام من الزئبق للأنواع الصغيرة وحتى للأنواع الكبيرة. وتستخدم مفاتيح التعويم الصغيرة في مضخات البالوعات التي تمنع فبضان المياه في الطويق التحت أرضية في المنازل والمباني. كما تستخدم المفاتيح الكبيرة في شبكات الصرف الصحي العامة ، وضوابط لمضخات الري ، والعديد من التطبيقات الصناعية. في الأسواق بدائل لهذه المفاتيح لا تحتوي على الزئبق وبأسعار مماثلة.

الترموستات:

تستخدم في المنازل وأماكن أخرى للتحكم في أجهزة التدفئة والتبريد. وحتى وقت قريب . وثرموستات الزئبق يحتوي على ملفات ثنائية حرارة الغرفة وحين يحدث ذلك ينشط مفتاح الزئبق مما يؤدي إلى فتح أو غلق الدائرة الكهربائية وبذلك يعمل على تشغيل او إيقاف الأفران اوالمضخات الحرارية أو أجهزة تكييف الهواء. يبلغ متوسط الكمية الإجمالية من الزئبق في الترموستات في الأجهزة المنزلية حوالي على أكثر من ذلك بكثير.

في السنوات الأخيرة، قامت العديد من الشركات والمصانع باستبدال الترموستات الزئبقي ببدايل الكتروميكانيكية أو رقمية خالية من الزئبق. ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال كان أنواع الترموستات التي بيعت في عام () () يختلف كثيرا عن محتوى الزئبق في وحدات الترموستات التي بيعت في عام () حدث انخفاض بنسبة ما يقرب من () أنواع الترموستات الجديدة التي بيعت () . معظم أنواع الترموستات المحتوية على الزئبق بأخرى الكترونية قابلة للبرمجة والتي فرضت نفسها بسرعة حيث انها تقوم بتوفير الطاقة. ويجب توخي الحذر عند استبدال أنواع الزئبقية القديمة بالأنواع الإلكت ونية الحديثة بالتخلص من الأنواع الزئبقية بطرق آمنة وسليمة سليمة بيئيا.

المبدلات المحتوية على الزئبق :

هي أجهزة تقوم بفتح أو إغلاق التيار الكهربائي للتحكم في تشغيل أجهزة أخرى. تستخدم مفاتيح لتشغيل وإيقاف الأحمال الكبيرة من خلال تزويد التيارات الصغيرة نسبيا بدوائر . وتشمل المبدلات المحتوية على الزئبق مبدلات إزاحة

الزئبقية الرطبة . وتستخدم على نطاق واسع في العديد من المنتجات وتطبيقاتها. وبلغت إيرادات بيعه في عام مليار دولارأمريكي. ومن أكثر المجالات التي تستخدمه الاتصالات السلكية واللاسلكية ، والنقل وصناعات السيارات. ويمكن أن نجدها أيضا في أجهزة الكمبيوتر المحمولة ومصادر الطاقة جبهة الكمبيوتر وماكينات تصوير المستندات وشاحن البطاريات والسخانات والأفران الصناعية ومصابيح الانارة بالشوارع وإشارات المرور والمعدات الجراحية وأجهزة الأشعة السينية والطائرات وأجهزة قياس فر الجهد وأجهزة قياس المقاومة وأجهزة التحكم في الماكينات ومعدات التعدين وسخانات حمامات السباحة ومعدات التنظيف الجاف ولوحات

الدوائر الكهربائية ووحدات التحكم القابلة للبرمجة. خلت الأسواق بالولايات المتحدة عام مبدلات جديدة احتوت في مجملها على

وهناك أنواع عديدة من المفاتيح والمبدلات المحتوية على الزئبق بالإضافة إلى مفاتيح ضبط الضغط ودرجات الحرارة ، مفاتيح استشعار اللهب ومفاتيح المبدلات ومفاتيح الاهتزاز وغيرها. وتأتي معظم المعلومات المتاحة عن المفاتيح المحتوية على الزئبق من أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية حيث يتم إحلالها ببدايل خالية من الزئبق. ولا يوجد معلومات جيدة إذا ما كانت قد بدأت اتجاهات مماثلة في مناطق أخرى.

وينطلق معظم الزئبق الموجود في هذه المنتجات والمعدات إلى البيئة ما لم تتخذ تدابير لاسترجاع هذا الزئبق. وللأسف فإن الاتجاه الحالي للبلدان الصناعية الكبرى هو شحن نفاياتها الإلكترونية إلى المناطق ذات الأجور المتدنية في العالم النامي ، حيث أن معظم مرافق معالجة النفايات وإدارتها فيها سببها للغاية مما يخلق في كثير من الأحيان مشاكل التلوث المحلية. وسيساعد وجود اتفاقية عالمية للزئبق في المساعدة على تصحيح هذه المشكلة عن طريق تسريع التخلص التدريجي من المفاتيح والمبدلات المحتوية على الزئبق وكذلك تعزيز وتحسين إدارةات الإلكترونية المستهلكة في نهاية حياتها.

٣-٧ الزئبق في البطاريات

يستخدم الزئبق في البطاريات لمنع تراكم غاز الهيدروجين الذي يمكن أن يسبب انتفاخ وتسريب البطارية. كما يستخدم الزئبق كناقل كهربائي في بطاريات أكسيد الزئبق. الثمانينات بالولايات المتحدة كان أكبر استهلاك للزئبق في تصنيع البطاريات حيث يتم استخدام طن متري من الزئبق سنويا. قامت العديد من الشركات المصنعة للبطاريات ببيع بطاريات قلووية خالية من الزئبق لمعظم الاستخدامات ، وبحلول عام أصبح هذا هو المعيار القومي لمعظم استخدامات البطاريات بعد اعتماد وتبنى قانون فيدرالي ينظم تداول واستخدام البطاريات المحتوية على الزئبق. الغربية قيود مماثلة على البطاريات. نطاق واسع في إنتاج البطاريات حيث استأثرت البطاريات وحدها على نحو ثلث إجمالي الطلب

ووفقا لتقرير الاتحاد الأوروبي في عام كانت البطاريات التي تباع في كل من الولايات المتحدة ودول الاتحاد الأوروبي تحتوي على نفس العام كانت كمية الزئبق التي تباع في جميع أنحاء العالم لصناعة البطاريات . وفي تقدير أحدث لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة " ، أفاد بأن محتوى الزئبق في البطاريات الجديدة والتي بيعت في ض الى ما بين

وتعتبر بطاريات أكسيد الزئبق من كثر البطاريات التي توجد بها أعلى نسبة من الزئبق حيث يوجد بها % من وزنها من الزئبق. كما أن لها كثافة طاقة عالية ومنحنى جهد محدد استخدمت في أجهزة السمع والساعات والآلات الحاسبة والكاميرات الإلكترونية والآلات الدقيقة والأجهزة الطبية. وليس لدينا أي أدلة على استمرار إنتاج بطاريات أكسيد الزئبق في أي مكان . ومن ناحية أخرى لا تزال تنتج كميات كبيرة من بطاريات أكسيد الزئبق لتستخدم في التطبيقات العسكرية والطبية والمعدات الصناعية وذلك لثباتها وطول عمرها والذي يعد أمرا ضروريا. ووفقا لتقرير المفوضية الأوروبية تم بيع بطاريات أكسيد الزئبق التي تحتوي على ما بين -

تستخدم البطاريات المحتوية على الزئبق (غير بطاريات أكسيد الزئبق) داخل البطارية ولمنع التسرب. ولم تعد معظم البطاريات القلووية بالأسواق العالمية تحتوي على

. والاستثناء الوحيد هو بطاريات زر الخلية القلوية وهي بطاريات صغيرة عذ أزرار وهى المستخدمة فى الساعات والساعات ولعب الأطفال والهدايا والأجهزة المحمولة يرها. تحتوي العديد من هذه البطاريات على الزئبق. والتقنيات الأربعة الرئيسية لهذه البطارية هى الزنك الهوائى وأكسيد الفضة والمنجنيز القلوي والليثيوم. ولا تحتوي بطاريات الليثيوم الصغيرة على الزئبق. ومن ناحية أخرى فإن بطاريات الزنك وبطاريات أكسيد الفضة يات المنجنيز تحتوي عادة من - % من وزنها من الزئبق. ويتم الاتجار فى هذه البطاريات من خلال بيع المنتجات وداخلها البطاريات. فعلى سبيل المثال ، فى عام تم توزيع مليون لعبة " داخل عبوات طعام للأطفال تباع فى الولايات نت كمية الزئبق بهذه الحملة الترويجية حوالى كيلو

بطاريات الزنك الهوائية الأزرار:

تباع غالبية هذه البطاريات لاستخدامها فى أجهزة السمع، والاستخدامات الأخرى التى تتطلب بطارية ذات طاقة عالية. وتستمر فترة صلاحية هذه البطاريات بضعة أيام فقط حيث يضطر مستخدميهما إلى استبدالها أكثر من مرة فى وقت قصير. وتباع هذه البطاريات فى بعض الدول بالأسواق بأسعار تعادل محتواها من الزئبق.

بطاريات أكسيد الفضة الأزرار:

ستخدم بشكل رئيسى فى الساعات والكاميرات والألعاب الإلكترونية والآلات الحاسبة وغيرها من . وقد قامت ثلاث شركات يابانية وهى سوني وسايكو وهيتاشي بعرض بطاريات خالية من الزئبق فى مجموعة متنوعة من الأحجام لعدة سنوات. شركات فى ألمانيا والصين بإنتاج بطاريات خالية من الزئبق وبنفس سعر نظائرها المحتوية على الزئبق ، فى حين أن بطاريات بعض المنتجين الآخرين كانت أكثر تكلفة. ويبدو أن البطاريات الخالية من الزئبق قد أخذت مكانها بسرعة فى الأسواق.

بطاريات خلية المنجنيز القلوى الأزرار :

ستخدم أيضا فى العديد من المنتجات مثل لعب الأطفال والكاميرات والآلات الحاسبة والترموترات الرقمية وأجهزة . اشارات التقديرات أن الصين طن متري من الزئبق فى تصنيع هذه البطاريات وهى قل البطاريات تكلفة فى التصنيع ، والأحجام الشائعة منها متوفرة فى عبوات كبيرة بسعر . ويوجد حوالى خمس شركات صينية لهذه البطاريات يقدمونها فى مجموعة متنوعة من . وهذه الشركات هى "الزعيم الجديد ، الطاقة السوبر ثامبسيلز". وتقوم هذه الشركات ببيع البطاريات إلى منتجي المعدات الأصلية لاستخدامها فى المنتجات النهائية. وقد اشار احد الباحثين بأنه يمكن استخدام مواد مثل البزموت والإندسيوم كبدايل للزئبق فى هذه البطاريات بدون صعوبة فنية.

بطاريات الليثيوم المصغرة :

تشبه هذه البطاريات قطعة العملة المعدنية ولا يوجد بها زئبق. وتستخدم شركة تيميكس بطاريات ليثيوم فى % من منتجاتها من الساعات، كما ان هذه البطاريات شائعة فى الألعاب الإلكترونية والآلات الحاسبة وأنظمة تأمين السيارات ومفاتيح الجراجات وبطاقات التهنئة. ويقترح البعض استخدام بطاريات الليثيوم كبديل جيد لبطاريات الخلايا الزئبقية فى العديد من التطبيقات. ويتطلب ذلك إعادة تصميم المنتجات ليناسب شكل بطاريات الليثيوم حيث أنها مسطحة وأعرض من البطاريات الأخرى. كما أن لبطاريات الليثيوم جهد تشغيلى أعلى بكثير من البطاريات الأخرى مما يجعلها غير صالحة للكثير من الاستخدامات الحالية.

ينطلق الزئبق فى البيئة خلال تصنيع البطاريات وعند نهاية عمرها. ولا يتوجد مع عن انبعاثات الزئبق التى تنتج عن تصنيع البطاريات المحتوية على الزئبق ، ولكنها كميات كبيرة. ومع ذلك ، فإن الطريقة الرئيسية التى ينطلق بها الزئبق من هذه البطاريات فى البيئة يكون فى نهاية مدة صلاحيتها. ونجد ان معدل تدوير هذه البطاريات فى معظم الدول منخفض

حيث ينتهي بها الحال في المحارق أو مقالب القمامة والنفايات. وهذه بدورها عاجلا أو آجلا تطلق محتواها من الزئبق في البيئة.

وكان هناك اتجاه حقيقي في السنوات الأخيرة نحو استبدال البطاريات المحتوية على الزئبق ببدائل خالية من الزئبق، وخصوصا بأسواق أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية. ويمكن التشجيع على المستوى الوطني نحو الإسراع في الاستبدال في مناطق أخرى ، وذلك من خلال اتفاقية عالمية للزئبق لمساعدة الدول نحو التخلص التدريجي الكامل من جميع البطاريات المحتوية على

٧-٤ الزئبق في مصابيح الفلورسنت

يستخدم الزئبق في مجموعة كبيرة من المصابيح حيث أنه يسهم في كفاءة تشغيلها ومتوسط . وتتميز مصابيح الفلورسنت وغيرها من المصابيح المحتوية على الزئبق بكفاءة الطاقة بها وطول عمرها. وتعتبر مصابيح الفلورسنت بنوعها أنابيب الفلورسنت ومصابيح

(CFLs) من أكثر المصابيح انتشارا حيث انها تحتوي على كميات اقل من الزئبق عن المصابيح الاخرى المحتوية على الزئبق، كما ان محتوى الزئبق بها يتناقص. وتشير التقديرات إلى أن مصابيح الفلورسنت تحتل حوالي %

ومصابيح الفلورسنت هي عبارة عن أنبوب زجاجي مغلف بالفوسفور يحتوي على الزئبق وأقطاب في كلا الجانبين ، وعند توصيل التيار الكهربائي تنشط الأقطاب بخار الزئبق في الأنبوب مما يؤدي إلى انبعاث طاقة الأشعة فوق البنفسجية. يمتص الغلاف الفوسفور الأشعة فوق البنفسجية وتنبعث طاقة الضوء . ويعد الزئبق عنصر أساسي في جميع مصابيح

في ظل ظروف كثيرة، فإن استخدام مصابيح الفلورسنت كبديل للمصابيح المتوهجة في الواقع سيعمل على خفض انبعاثات الزئبق في البيئة الكلية. لماذا ؟ يحتوي الفحم على الزئبق والذي ينطلق في البيئة عند احتراقه. محطات الطاقة التي تعمل بالفحم بدرجة كبيرة لإنتاج الكهرباء المستخدمة. ونتيجة لذلك يجب إتخاذ التدابير التي تقلل استهلاك الكهرباء وبالتالي تقلل من انبعاثات الزئبق بمحطات الطاقة

في بعض الدول يمكن أن يساهم استعمال مصابيح الفلورسنت المحتوية على الزئبق - وعلى المدى القصير - في الحد من التلوث بالزئبق في العالم

تحتوي أنابيب الفلورسنت والمصابيح الفلورسنتية (CLFs) غالبا على كمية صغيرة نسبيا من الزئبق كما تتميز بكفاءة الطاقة العالية بالمقارنة بالمصابيح التقليدية. أعداد كبيرة من الناس مصابيح الفلورسنت بدلا من المصابيح التقليدية سيسهم ذلك بشكل كبير في الحد من إجمالي الطلب على الكهرباء. وفي معظم الأحوال ، سيقبل هذا الاستبدال من انبعاثات الزئبق من محطات توليد الكهرباء والتي نطلق بكمي بكثير من كميات الزئبق الموجودة في مصابيح الفلورسنت. ويمكن إثبات ذلك استنادا إلى بيانات من الولايات المتحدة. وتجدر الإشارة إلى أنه بالنسبة لبعض الدول النامية والدول التي ياتها بمرحلة انتقالية قد لا تطبق بعض القرارات والاتفاقيات البيئية السائدة التي الدول الصناعية الكبرى.

واط والمستخدم كبديل للمصباح المتوهج ينتج كلا المصباحين تقريبا نفس كمية الضوء. وفي الولايات المتحدة نجد أن متوسط عمر هذا المصباح يقرب من ساعة وفوق ذلك هذا العمر سوف يستهلك كيلو واط / ساعة من الكهرباء. ولنفس الفترة يستهلك مصباح متوهج كيلووواط / ساعة من الكهرباء تحت الظروف التي تسود في الولايات المتحدة ، وعند استبدال المصباح المتوهج واط يمكن أن يوفر كيلو واط من استهلاك الكهرباء طوال فترة عمر المصباح.

وفي الولايات المتحدة أيضا تطلق محطة توليد الكهرباء التي تعمل بالفحم حوالي مليجرام من الزئبق في الهواء لكل كيلوواط/ ساعة من الكهرباء الناتجة. في الولايات المتحدة يحصل على كل من احتياجاته من الكهرباء من محطة توليد كهرباء تعمل بالفحم ، نجد أن استبدال مصباح متوهج واط يقلل من مليجرام (ويقلل أيضا من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين وغيرها).

ولأن المصابيح الفلورسنتية وات التي تباع في الولايات المتحدة تحتوي في المتوسط على مليجرام من الزئبق أو أقل فإن استخدامه سيقلل من إجمالي انبعاثات الزئبق بحوالي مليجرام من الزئبق ، وحتى لو افترضنا أن كل الزئبق في المصابيح الفلورسنتية سيدخل في نهاية المطاف إلى البيئة. (مليجرام من الزئبق المحفوظ به ناقص مليجرام من الزئبق المحفوظ في المصابيح الفلورسنتية سيؤدي إلى انخفاض مليجرام من انبعاثات الزئبق المحفوظ في المصابيح الفلورسنتية على نطاق واسع سيساعد لك في تقليل انبعاثات الزئبق.

وفي روسيا على سبيل المثال يبدو أن مصابيح الفلورسنت تحتوي على كمية أكثر من الزئبق مما هو في الولايات المتحدة حيث تحتوي على ما بين - . ويقدر الخبراء الروس أن إجمالي كمية الزئبق الموجودة حاليا في مصابيح الفلورسنت في روسيا يقرب من . ويعتقد أن هذه المصابيح هي المسؤولة عن إطلاق ما يقرب من طن متري من الزئبق في البيئة كل عام.

وفي روسيا أيضا وفي دول أخرى كثيرة ، يعتبر تنظيم الجهد (voltage) فيها غير ثابتة ويتعرض مستهلكي الكهرباء إلى مشاكل كبيرة وحادة. ونتيجة لذلك فإن متوسط العمر المتوقع للمصابيح الفلورسنت في روسيا تكون أقصر عمرا من مصابيح الدول التي لديها طاقة كهربائية أكثر ثباتا.

هذه الاعتبارات وغيرها تؤثر على الفوائد والتكاليف المرتبطة بالتحويل من المصابيح المتوهجة الى المصابيح الفلورسنتية . فعلى سبيل المثال ، يختلف محتوى الزئبق في الفحم من دولة لاخرى ومن منطقة إلى أخرى ، وبالتالي تختلف كمية الزئبق المنطلقة لكل كيلووواط / الكهرباء الناتجة باختلاف المحطات التي تعمل بالفحم. وأيضا ، فإن الطاقة الكهربائية القادمة من محطات توليد . وبعض الدول التي لديها

أنظمة تخلص جيدة نسبيا تضمن جمع مصابيح الفلورسنت في نهاية عمرها وإدارتها بطرق سليمة تؤدي إلى تقليل انبعاثات الزئبق في البيئة ، في حين أن بعض الدول الأخرى ليس لديهم مثل هذه الأنظمة. هناك أيضا اختلافات بين الدول في التكلفة النسبية للمصابيح الفلورسنت. وأخيرا ، فمن الممكن في الدول التي تكون فيها أسعار الكهرباء منخفضة نسبيا ، وبينما تكلفة المصابيح الفلورسنت عالية جدا ، وفيها مصابيح الفلورسنت قصيرة العمر نسبيا ، سيكون استبدال المصابيح المتوهجة بأخرى فلورسنتية أكثر كلفة للمستهلكين.

وفي النهاية ، يمكن للخبراء في مختلف الدول والمناطق التوصل إلى استنتاجات مختلفة بشأن الاستبدال التدريجي من المصابيح المتوهجة إلى المصابيح الفلورسنت في دولهم. وهناك عدة

. وسوف ينظر خبراء تغير المناخ إلى أهمية اتخاذ تدابير للحد من الطلب على الكهرباء في محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم أو أنواع الوقود الحفري الأخرى ، وأنها سوف تبحث في انبعاثات محطات الطاقة من الزئبق والملوثات السامة . ومن ناحية أخرى ، يمكن للخبراء أيضا أن يضعوا محتوى الزئبق من مصابيح الفلورسنت في الاعتبار في اسواقها الوطنية وانبعاثات الزئبق التي تنطلق في أماكن تصنيع هذه المصابيح وكذلك الاماكن التي يستخرج منها الزئبق ويتم تكريره. كما يجب أيضا النظر إلى أمور الصحة والسلامة المرتبطة بجلب المنتجات المحتوية على الزئبق العمل والأماكن المحتملة لإلقاء المصابيح المنتهية والمحترفة. وهناك اعتبارات أخرى تشمل متوسط عمر مصابيح الفلورسنت في الدولة والتكلفة النسبية للمستهلكين من المصابيح المتوهجة مقابل مصابيح الفلورسنت. وأخيرا، أولئك الذين يؤيدون التخلص التدريجي من المصابيح المتوهجة واستبدالها بمصابيح الفلورسنت ، فهم يعلمون أن هذا ليس حلا مرضيا ودائما ولكنه فقط إجراء قصير المدى ، حيث أن الهدف البعيد المدى هو التطوير واسع النطاق لمصابيح الفلورسنت التي توفر الإضاءة الجيدة والتي تتميز بكفاءة الطاقة وخالية من الزئبق ولها أعمار طويلة وغير مكلفة وغير سامة.

يطرح استخدام مصابيح الفلورسنت مشاكله الخاصة. فهي تطلق أبخرة الزئبق الخطرة في الأماكن المغلقة عند انكسارها. وإذا ما أخذنا في الاعتبار التلوث بالزئبق المرتبط بدورة حياة مصابيح الفلورسنت سنحتاج إلى النظر ليس فقط الناتج عند نهاية عمرها . ولكن يجب أيضا النظر إلى التلوث بالزئبق والمرتبط بعمليات التنقيب والتعدين للزئبق الذي سيدخل في صناعة هذه المصابيح وكذلك التلوث بالزئبق المرتبط بعملية إنتاج هذه المصابيح.

ولحسن الحظ يتم حاليا تطوير مصابيح موفرة للطاقة لا تحتوي على الزئبق. منها هو مصابيح الصمام الثنائي المشع للضوء (LED) والتي أصبحت متوفرة تجاريا ولكنها مازالت مرتفعة التكلفة نسبيا. وكما هو الحال مع جميع التقنيات الحديثة من المتوقع أن تنخفض تكلفتها بمرور الوقت. ويعلن التجار توفر هذا النوع من مصابيح الصمام الثنائي في السوق لا % في الطاقة عن المصابيح المتوهجة ، كما ان عمرها مرة، كما أنها باردة عند لمسها، وتعطى الضوء الساطع كاملا منذ لحظة تشغيلها (على عكس مصابيح الفلورسنت) وأخيرا من المتوقع أن تحل مصابيح التقنيات الحديثة محل المصابيح المتوهجة ومصابيح الفلورسنت على حد سواء. المعلومات المتاحة عن الآثار البيئية والصحية للمبات الصمام الثنائي الموفرة غير كافية، ونحتاج لمزيد من الدراسة والبحث.

لى المدى القصير وحتى المدى المتوسط نجد ان استبدال المصابيح المتوهجة بلمبات فلورسنت طويلة العمر قد يكون مفيدا بيئيا في العديد من الدول. ومع ذلك ، فإن جميع أنابيب الفلورسنت والمصابيح الفلورسنتية المدمجة ليست متشابهة. أنابيب الفلورسنت المباعة في الولايات المتحدة على أقل من مليجرام من الزئبق للوحدة ، % منها تحتوي على أكثر من . كما احتوت ثلثا كمية المصابيح التي تباع في الولايات المتحدة في عام مليجرام للوحدة ، ولكن بعضها حتى اللمبة منه على أكثر مليجرام. وبلغ متوسط محتوى الزئبق في أنابيب T12 المصنعة في الصين في عام ما بين - مليجرام ، واما الأنابيب T5 ، مليجرام . وفي الهند مصابيح الفلورسنت الأكثر انتشارا على ما بين - مليجرام من الزئبق للمصباح ، ولكن بعضها قد تحتوي على كميات من الزئبق . وتقوم الحكومات بوضع المعايير لذلك ، ففي أوروبا الغربية قامت المفوضية تخدام الزئبق في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية. حيث يتطلب أن يكون محتوى الزئبق في المصابيح أقل من

يجرام لكل مصباح وان يكون محتوى الزئبق في أنابيب الفلورسنت للأغراض العام
جرام ، وقد يكون متوسط محتوى الزئبق في المصابيح أء
كثير في

وبالإضافة إلى ذلك فإن معرفة محتوى الزئبق في مصابيح الفلورسنت لا يقدم الحقيقة الكاملة
عن مساهمتها في التلوث العالمي بالزئبق. حيث يقوم بعض منتجي المصابيح مثل كثيرين
منهم في الصين بالحصول على الزئبق من مناجم صغيرة بدائية في التعدين والتنقية عالية
التلوث سيئة في الإدارة السليمة للمخلفات والنفايات. ومن ناحية أخرى تقوم بعض الشركات
المصنعة للمصابيح
الزئبق اللازم للتصنيع من مصادر تتم فيها عمليات إعادة التدوير بصورة جيدة
ق الذي كان يمكن أن ينطلق في البيئة.

إن القصد بنظام فعال لضمان الإدارة السليمة بيئيا للمصابيح المستهلكة المحتوية على الزئبق
خاصة في الدول النامية تشكل تهديدات خطيرة لعمال النفايات ومجتمعاتهم والذين يقومون
بتجميع المصابيح من النفايات والقمامة المختلطة من مكبات القمامة ويقومون بإعادة تدويرها
بطرق عشوائية غير منظمة وتحت ظروف سيئة وغير محكمة. ففي الفلبين على سبيل المثال،
تشير البيانات الحكومية إلى أن % من ربات البيوت و % من المؤسسات التجارية تقوم
بالتخلص من مصابيح الفلورسنت كنفايات منزلية أو محلية. "ائتلاف المخلفات البيئية"
(وهو احد اعضاء الشبكة الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة) إعادة التدوير
العشوائي للمصابيح الفلورسنت CFLs للمصابيح من مقابل القمامة والنفايات بتوجيه انتباه
صانعي السياسة لضرورة وضع آلية فعالة لجمع واسترجاع المصابيح المنتهية والمتدهلة ،
بما في ذلك فرض مسؤولية المنتج الممتدة لوقف عمليات التخلص الغير سليمة.

هذه المشكلة لا تقتصر فقط على الدول ذات الاقتصاد النامي . وقد اعلنت رابطة القائمين
بإعادة تدوير المصابيح والزئبق (ALMR) في الولايات المتحدة أن حوالي %
إجمالي المصابيح يعاد تدويرها (% مصادر التجارية والصناعية و %
المصادر السكنية). أما معدلات إعادة التدوير في الاتحاد الأوروبي فهي أعلى من ذلك بكثير.
وقد قدمت إدارة توجيه نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية بالاتحاد الأوروبي وسائل
ومعدات استرجاع وإعادة تدوير المعدات الإلكترونية ومصابيح الفلورسنت في نهاية عمرها
مجانا ، وكذلك قامت بإنشاء مرافق ونظم لجمع النفايات الإلكترونية من المنازل.
في تنفيذ مخططها على نطاق واسع والذي يتطلب تطوير نظم وإجراءات مسؤولية المنتج الممتدة
لقوائم المستهلكين المتزايدة من السلع.

وتستخدم العديد من الأنظمة المختلفة لإدارة مصابيح الفلورسنت في نهاية عمرها
كسارات المصابيح وأنواع أخرى من أنظمة إعادة تدوير مصابيح الفلورسنت. ولا توجد بيانات
مرتبطة بهذه الأنظمة : كمية الانبعاثات في الهواء و
الصادرة من تكسير أنواع المصابيح المختلفة أو أنظمة إعادة التدوير، التعرض المهني للزئبق
بمكان العمل ، تلوث الأرض والمياه بالزئبق في هذا الموقع، نقل نفايات الزئبق خارج الموقع ،
الذي يمكن استرجاعه من نظم الاسترداد المختلفة. وكما يبدو أن بعض
الانظمة قد تكون جيدة نسبيا ن هناك نظم تحطيم للزجاج وإعادة التدوير تسبب تلوثا شديدا
ا مهنيا شديدا ي

ويمكن لاتفاقية التحكم في الزئبق أن تشمل التدابير التي من شأنها الحد من
محتوى الزئبق في مصابيح الفلورسنت ، واشتراط عمليات إنتاج أنظف للمصابيح ، وزيادة
فرص الامان ، وتوفير مرافق غير ملوثة لإعادة التدوير، وتطوير الجودة ، وتوفير البدائل
الخالية من الزئبق للإضاءة ذات كفاءة الطاقة العالية وغير

٧-٥ المصابيح الأخرى التي تحتوي على الزئبق

بالإضافة إلى مصابيح الفلورسنت، هناك عدة أنواع أخرى من المصابيح في الأسواق تحتوي أيضا على الزئبق. ويعتبر العديد منهم مصابيح تفريغ عالية الكثافة (HID). ويشيع استخدام هذا ن المصابيح، بما في ذلك الهاليد ، والصوديوم عالي الضغط ، ومصابيح

وتعمل هذه المصابيح على نحو مماثل لمصابيح الفلورسنت. حيث تستخدم أنبوب ملئ بالغاز يحتوي على بخار معدني تحت ضغط مرتفع نسبيا. ولها قطبان كهربائيان ، وعند تك بينهما ، يحدث في درجات الحرارة وطاقة مشعة مرئية. هذه المصابيح لها فتد طوية جدا ، وبعضها يشع ضوء أكثر من مصابيح الفلورسنت التقليدية. وتتطلب هذه المصابيح فترة طويلة نسبيا للإحماء لإعطاء الضوء الكامل ، ويسبب الانقطاع اللحظي للكهرباء إلى بدء الإحماء من جديد وقد يستغرق عدة دقائق. ويستخدم في هذه المصابيح عالية الكثافة تركيبات مختلفة من الغاز في تيار القوس منها غاز الزينون أو غاز الأرجون أو الزئبق ، ويؤثر ذلك على خصائص اللون وكفاءة المصباح الكلية.

مصابيح الهاليد المعدنية :

تستخدم هذه المصابيح الهاليدات مثل يوديد الصوديوم في الأنابيب المقوسة وتنتج الضوء في معظم مناطق الطيف. وتعتبر مصابيح الهاليد المعدنية ذات كفاءة عالية ، وذات لوان جيدة ، وتعيش لفترة طويلة وتستخدم عادة في الملاعب والمستودعات والمخازن والمواقع الصناعية. كما أنها تستخدم كمصابيح أمامية ذات لون أزرق ساطع بالسيارات وك المائبة. وكمية الزئبق المستخدمة في مصابيح الهاليد تتراوح بين أكثر من - مليجرام. % من مصابيح الهاليد على أكثر من مليجرام من الزئبق يحتوي ثلثها على أكثر من مليجرام من الزئبق .

مصابيح الهاليد الخزفية:

تم تقديمها مؤخرا لتوفير بدائل عالية الجودة في كفاءة الطاقة للمصابيح المتوهجة ومصابيح الهالوجين. وتستخدم للإضاءة الكاملة والجزئية. وتختلف عن مصابيح الهاليد في أن تصنيع الأنابيب المقوس يكون من الخزف. وتحتوي هذه المصابيح على كمية مصابيح الهاليد، وكذلك تمتاز بنوعية أفضل من الضوء وتناسق الألوان بتكلفة أقل. % من هذه المصابيح على أقل من مليجرام من الزئبق مليجرام من الزئبق.

مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالي:

هذه المصابيح هي مصدر عالي الكفاءة للضوء، ولكن تميل إلى اللون الأصفر، وذات لوانى ضعيف. وقد طورت كمصادر للطاقة الفعالة للتطبيقات الخارجية والأمن ، والإضاءة الصناعية وتستخدم على نطاق واسع في إنارة الشوارع. ومصابيح الصوديوم ذات الضغط لي تعطي الضوء من الأصفر إلى البرتقالي ، ونظرا لضعف أدائها اللوانى فهي تستخدم في التطبيقات الصناعية الخارجية والتي تتطلب كفاءة عالية وطول العمر. تحتوي جميع مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالي تقريبا على ما بين -

إضاءة بخار الزئبق:

وتعتبر من أقدم التقنيات في مصابيح التفريغ عالية الكثافة. ينتج القوس ضوء أزرق والذي يجعل الألوان ضعيفة ، لذلك فإن معظم مصابيح بخار الزئبق لها طلاء من الفوسفور لتغيير اللون وتحسينه بعض الشيء. تقدم مصابيح بخار الزئبق ضوء خفيف مما يجعلها أقل كفاءة من بيج التفريغ عالية الكثافة الأخرى. وهي تستخدم أساسا في التطبيقات الصناعية والإضاءة

الخارجية بسبب تكلفتها المنخفضة والعمر الطويل. تحتوي معظمها على ما بين -
مليجرام من الزئبق للمصباح ، ولكن % من أنواعها تحتوي على أكثر من مليجرام من
% مليجرام من الزئبق للمصباح.

مصابيح الفلورسنت ذات الكاثود البارد :

تختلف عن أنابيب الفلورسنت المعروفة ولكن قطرهما اصغر. وتستخدم هذه المصابيح في
خلفية الشاشات البلورية السائلة (LCD) الأجهزة الإلكترونية ، بما في
ذلك أجهزة الكمبيوتر والتلفزيونات ذات الشاشات المسطحة والكاميرات وكاميرات الفيديو
وأجهزة العرض الرقمية وآلات تصوير المستندات وأجهزة الفاكس. كما أنها تستخدم كإضاءة
خلفية في السيارات. وتعمل على جهد كهربى أعلى بكثير من مصابيح الفلورسنت التقليدية.
يوجد حاجة لتسخين الأقطاب الكهربائية ، ويزيد من كفاءة المصباح من - % . ويمكن
تصنيعها من ألوان مختلفة ، وذات درجة سطوع عالية كما انها طويلة العمر، ومحتواها من
الزئبق كمصابيح الفلورسنت الأخرى.

مصابيح أضواء النيون:

هى عبارة عن مصابيح تفريغ الغاز تحتوي عادة على غازات النيون والكريبتون والأرجون
و مثل لمبات الفلورسنت تحتوي هذه المصباح في نهايتها على قطب
يؤين التيار الكهربائي المار من خلال الأقطاب غاز النيون وغيره من الغازات ، مما
يسبب انبعاث الضوء المرئي. ويقوم غاز النيون بارسال ضوء أ
فيخار الأرجون يبعث اللون الارجواني والهيليم يعطى اللون البرتقالي
والأبيض. ويعتمد اللون على نسب مزيج الغازات وغيرها من خصائص المصباح.
يقوم الحرفيين بتصنيع أضواء النيون في ورش صغيرة وتستخدم على نطاق واسع في
الإعلانات والمحلات التجارية والديكور. ولا تحتوي أضواء النيون الحمراء على الزئبق ،
ولكن أضواء النيون الأخرى يمكن أن تحتوي على ما يقرب من - مليجرام من

مصابيح الزئبق ذات القوس القصير:

هي مصابيح كروية أو مستطيلة من الكوارتز مع قطبين لا يبعد احدهما عن الاخر سوى بضعة
ملليمترات. يتم تعبئتها بالأرجون وبخار الزئبق في ضغط منخفض. وتتراوح القوة الكهربائية
بين أقل من واط إلى عدة كيلوات قليلة. ويكون الضوء الناشئ مكثف للغاية، وتستخدم
هذه المصابيح للتطبيقات الخاصة، مثل أضواء البحث المخصصة للمعدات الطبية والكيمياء
الضوئية والعلاج بالأشعة فوق البنفسجية والتحليل الطيفي. وأحد أنواعه هو مصباح
الزئبق/الزئبق ذو القوس القصير وهو مماثل لكنه يحتوي على خليط من بخار الزئبق
والزئبق. ويحتوي هذه المصابيح عادة ما بين - مليجرام من الزئبق للواحد .
وتحتوي الكثير على أكثر من مليجرام من الزئبق للمصباح.

مصابيح الزئبق الشعرية:

وهي تعطى مصدرا مكثفا من الطاقة المشعة من الأشعة فوق البنفسجية وحتى الأشعة تحت
. ولا تحتاج إلى فترة إحماء في بداية تشغيلها أو عند إعادة التشغيل وتصل إلى السطوع
وتأتى مصابيح الزئبق الشعرية في مجموعة أقواس متنوعة الطول والقوة
الإشعاعية وأساليب التركيب. وتستخدم في صنع لوحات الدوائر المطبوعة وغيرها من
التطبيقات الصناعية. كما أنها تستخدم للعلاج بالأشعة فوق البنفسجية المستخدمة على نطاق
استخدام في عملية الشاشة الحريرية ، و

تحتوي هذه المصابيح على ما بين - مليجرام من الزئبق للمصباح. /
CD/DVD والصناعات الطبية وتزيين الزجاجات والاكواب

٦-٧ الزئبق في أجهزة القياس

يتمدد الزئبق وينكمش مع التغيرات في درجات الحرارة والضغط ، مما جعل الزئبق مفيدا في الأجهزة العلمية والطبية والصناعية لقياس درجة الحرارة والضغط.

وقد اعتمد الاتحاد الأوروبي قرارا خاص بتقييد استخدام بعض أجهزة القياس التي تحتوي ، وفرض حظرا على جميع الترمومترات الزئبقية في الأسواق الأوروبية. حظر أجهزة القياس الزئبقية الأخرى المجهزة للبيع بما في ذلك أجهزة قياس الضغط ومقاييس الضغط الجوي واجهزة قياس ضغط الدم وأنواع أخرى من الترمومترات الزئبقية. استثناءات للأجهزة القديمة الأثرية والتي عمرها يزيد عن بمزيد من الدراسة لتوفير بدائل للأجهزة والمعدات والآلات لا تحت وأمنة ومجدية تقنيا واقتصاديا لاستخدامها في مجال الرعاية الصحية ، وفي أي من التطبيقات المهنية والصناعية الأ . ة ولايات بالولايات المتحدة الأمريكية حظرا أو تقييدا لبعض جهزة القياس المحتوية على الزئبق. الشركات المصنعة عن هذه الأجهزة وتم زيادة إنتاجها من بدائل خالية من الزئبق فعالة وعالية

وتعتبر الترمومترات وأجهزة قياس ضغط الدم المحتوية على الزئبق هي الأكثر شيوعا ، فضلا عن أنواع أخرى من الترمومترات المستخدمة في المنازل والمختبرات والتطبيقات الصناعية والتجارية. ويحتوى مقياس الحرارة () على ما بين - . وفي الولايات المتحدة على سبيل المثال

ما يقرب من . ويحتوي جهاز قياس ضغط الدم على ما بين - . وكان المحتوى الكلى للزئبق في جميع أجهزة قياس ضغط الدم التي بيعت في الولايات المتحدة في عام ما يقرب

جهاز قياس ضغط الدم وبعض الأجهزة الأخرى المحتوية على الزئبق للهواء يتم فقدان الزئبق مع مرور الوقت بالتطاير. ونتيجة لذلك يجب أن يضاف الزئبق من حين لآخر في هذه الأجهزة. وعلى نحو متزايد فإن المعايير التي تستند عليها هذه الأجهزة الزئبقية استخدام أجهزة لا تحتوى على الزئبق مما يدل على دقة ومثانة الأجهزة الإلكترونية التي لا

أجهزة القياس الأخرى المحتوية على الزئبق:

- الباروميتر: يستخدم لقياس الضغط الجوي. (ي)
- المونوميتر: يستخدم لقياس الاختلافات في ضغط الغاز (ي)
- سايكروميتر: يستخدم لقياس الرطوبة (ي)
- الفلوميتر : يستخدم لقياس تدفق الغاز والماء والهواء والبخار.

- الهيدروميتر: يستخدم لقياس الوزن النوعي .
- البيروميتر : يستخدم لقياس درجة حرارة المواد شديدة السخونة. (د)

وكان محتوى الزئبق في جميع المانومتريات المباعة في الولايات المتحدة في عام . كما احتوت أجهزة القياس الأخرى المذكورة أعلاه والتي تم بيعها في الولايات المتحدة في

٧-٧ الزئبق في أملمج حشو الاسنان

جم الزئبق لحشو الأسنان هي المادة المستخدمة في طب الأسنان لملئ التجاويف الناجمة وحشو الأسنان كما يسمى أحيانا الحشو الفضة لأن مظهرها مثل وهو خليط من المعادن التي تحتوي على الزئبق وسبائك مسحوقة تتكون من الفضة والقصدير . يمثل الزئبق من وزنها ما يقرب من % . ويستخدم منذ م أطباء الأسنان بخلط هذا الحشو بـ ومساحيق المعادن. وحاليا يقوم أطباء - كمية الزئبق في كل كبسولة من - مليجرام.

يطلق هذا الحشو بخار الزئبق بكميات صغيرة جدا ويمكن لهذه الأبخرة المرور في مجرى . وتشير التقديرات إلى أن الأشخاص العاملين في هذه المهنة يتع المتوسط إلى ما بين - ميكروجرام من بخار الزئبق يوميا. هذه النسبة صغيرة ولكنها أكبر بكثير من تعرض الإنسان العادي للزئبق في الهواء الطلق.

وقد توصلت دراسات خاصة بالاضرار المحتملة من التعرض للزئبق من هذا الأملمج . حيث وجدت بعض الدراسات أدلة تشير إلى أن هذا الزئبق قد يؤدي إلى ضعف في الصحة بما في ذلك السمية الكلوية والتغيرات السلوكية العصبية ونقص المناعة الذاتية ومرض التوحد وتغير الجلد الأغشية المخاطية. وتشير الأدلة إلى وجود صلة بين التعرض للزئبق بجرعات منخفضة وتطور مرض الزهايمر والتصلب . وقد ذكر تقرير علمي يؤيد هذا الرأي ن بعض الدراسات الأخرى عن وجود عيوب ساسية بالأمالمج كما ن مستويات الزئبق في البول والدم وغيرها من المعلمات الحيوية (Biomarkers) كد كاتب التقرير المختلفة التي تم فيها إزالة الأمالمج قد حسنت بصورة كبيرة الشكاوى الد . وانتهى المقال إلى أن "أمالمج الزئبق هو مادة غير مناسبة لأسباب طبية ومهنية وبيئية".

. فعلى سبيل المثال

الأغذية والأدوية بالولايات المتحدة (FDA) الأدلة العلمية المتاحة لتحديد ما إذا كانت مستويات . واستنادا إلى هذا الاستعراض وجدت الإدارة أنه آمن للبالغين والأطفال الذين تزيد أعمارهم عن . عقب هذا قامت إدارة الأغذية والأدوية بتحديث أنظمتها الخاصة بحشو الأسنان ، وأصدرت لوائح جديدة بتصنيفه كخطر معتدل. كما حذرت المرضى الذين يعانون من حساسية الزئبق من استخدام الأمالمج.

كما صدرت توصيات بشأن مواد التعبئة والتغليف للأملمج وكذلك بوجود وجود بيانات . وينبغي أن تحتوى البيانات على معلومات وأدلة علمية حول فوائد ومخاطره ، بما في ذلك مخاطر استنشاق بخار الزئبق.

وردا على اهتمامات الصحة والبيئة المرتبطة بالأملمج فقد انخفض استخدامه في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية (الاتجاهات في بقية العالم ليست واضحة). أصدر وزير البيئة النرويجي توجيهات تحظر استخدام الزئبق في مواد طب الأسنان. تلته السويد بحظر استخدامه للأطفال وتقييد استخدامه للبالغين إلا الحالات التي يكون هناك سبب طبي معين أو أن يكون استخدام العلاجات الأخرى غير كاف. المتاحة نصحت النمسا وألمانيا وفنلندا والنرويج والمملكة المتحدة والسويد أطباء الأسنان بتجنب الحشوات المحتوية على الزئبق خلال فترة الحمل.

- وفي الولايات المتحدة انخفض استخدامه في الفترة من الزئبق في حشو الأسنان إلى ما يقرب من % () .

وعند استخدام الأملمج ينتقل الزئبق من النفايات إلى شبكات الصرف الصحي ومج النفايات الصلبة. وهناك اتجاه متزايد للعديد من أطباء أسنان لالتقاط وإعادة تدوير نفايات الزئبق المتولدة ، كما قامت العديد من الجمعيات الوطنية لطب الأسنان بوضع خطوط إرشادية حول أفضل الممارسات لإدارة نفايات الأ .

متوفين بعد وفاتهم. وهناك يتبخر الأملمج وينطلق في الهواء. لا توجد إحصاءات عن كمية الزئبق المنتشرة في الهواء نتيجة هذا الحرق. لأحد التقديرات في عام المتعلقة بعمليات الحرق في الولايات المتحدة يقرب من سفر عنه ان ما يقرب من . وفي بعض الحالات يتم إزالة حشو الأسنان قبل الحرق

لمنع انبعاثات الزئبق ولكن هناك اعتراضات لهذه الممارسة. كما يمكن وضع ضوابط على عمليات الحرق لتقليل انبعاثات الزئبق ، ولكنه يتكلف كثيرا.

وهناك مبررات قوية للتخلص التدريجي من استخدام الأملمج واستبداله ببدائل أكثر أمانا. ونحن بحاجة لتقييمات كافية للبدائل المقترحة لضمان وتجنب التأثيرات الصحية السلبية أو الآثار البيئية لتلك البدائل.

٧-٨ الزئبق في مبيدات الآفات والمبيدات الحيوية

تستخدم جميع مركبات الزئبق العضوية وغير العضوية في المبيدات الحشرية لعدد من التطبيقات. وقد استخدمت هذه المركبات في معالجة البذور ومكافحة الطحالب والمواد اللزجة تفرزها بعض أنواع الحلزونات والفطريات في أبراج التبريد ومصانع المطاط والورق ، وكمواد مضافة إلى الدهانات البحرية ومواد الطلاء ، وحماية في النسيج وأغراض الغسيل وغيرها.

وفي استراليا ، مازال يستخدم مبيد شيرتان (Shirtan) والذي يحتوي على الزئبق للتر الواحد في شكل ميثوكسي إيثيل كلوريد الزئبقوز المستخدم كمبيد للفطريات في . وقد وضعت شبكة المبيدات الدولية (PAN)

مبيدا حشرياً تحتوي على الزئبق.

وقد حددت اتفاقية روتردام بشأن الموافقة المسبقة عن علم المبيدات لحق الثالث للمواد الكيميائية التي لا يمكن تصديرها . وتحدد الاتفاقية مركبات الزئبق ال والتي قامت الحكومات بتقييدها. وتشمل مركبات المبيدات التي تم تحديدها مركب غير العضوية ومركبات الزئبق القل ق الألكيلية وال alkyoxyalkyl

aryl mercury. أيضا قوائم بتجهيزات مركبات الزئبق السائلة والمساحيق والمواد الحبيبية ، ودهانات اللاتكس والمركبات الوسيطة ، والمحاليل المركزة القابلة للذوبان. وقد تم حظر العديد من المبيدات الحشرية المحتوية على الزئبق وتقييدها بسبب سمييتها وتلويثها للأغذية والأعلاف وسميتها للكائنات المائية. وأخطر حالات التسمم بالمبيدات ارتبطت باستخدام مركبات الزئبق لمعالجة البذور والتي استخدمت على نطاق واسع لحماية البذور من انتشار الفطريات فيها.

وكانت أول تركيبة تجارية سائلة تحتوى على الزئبق لمعالجة البذور هي مبيد Panogen (جوانيديين ميثيل الزئبق) في السويد في عام الأربعينيات من القرن الماضى. تم تصنيع تركيبة بودرة من يثيل ميثيل الزئبق تحت اسم سيريزان (Ceresan) صغيرة. وتم معالجة البذور باستخدام مركبات الزئبق العضوية وهي فعالة للغاية وغير مكلفة وتستخدمها العديد من محطات المعالجة دون أى تكلفة تذكر ، كما يستخدمها المزارعين لتطهير . واستمر انتشار استخدام مبيدات الفطريات المحتوية على الزئبق حتى السبعينات، حتى وضع قيود على الاستخدام وذلك بعد عدة حوادث تسمم بشرية نتيجة تناول الحبوب المعالجة حوم الحيوانات التي تستهلك الحبوب المعالجة. استخدام مبيدات الفطريات التي تحتوى على مركبات الزئبق العضوية في كثير من الدول ، ويبقى استخدام لبعض التطبيقات في بعض الدول الاخرى.

وقد وقعت حالة تسمم شديدة بالمبيدات في عام في ميناء البصرة بالعراق أطلق عليها . حيث وصلت شحنة من طن متري من الشعير الأمريكي والقمح المكسيكي للاستخدام كتقاوى للزراعة كانت قد تمت معالجتها بميثيل الزئبق . وكان من المفترض أن تذهب هذه الشحنة للمزارعين استخدامها كتقاوى للزراعة وكانت التحذيرات المطبوعة على العبوات توضح ذلك باللغتين انجليزية واسبانية ، حيث لم يستطيع العاملون بالميناء فهم التحذيرات بهذه اللغات وتم بيع كميات كبيرة منها محليا على انها غذاء للاستهلاك الأدمى ، ونتيجة تناول هذه الحبوب توفي شخصا وأصيب . وهناك عدة استخدامات للزئبق ما زالت قائمة كمبيدات للآفات أو مبيدات حيوية تشمل ما يلي:

● **إضافات الدهانات:** أحيانا مركبات فينيل الزئبق وخلات الزئبق الى الطلاء كمضاد للفطريات لمنع التعفن. وقد تم حظر استخدام هذه الدهانات في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية ، ولكن ربما لا تزال تستخدم في مناطق أخرى.

● **مصانع الورق والمطاط:** يضاف أحيانا خلالات فينيل الزئبق إلى اللب في عملي الورق كمبيد للفطريات ، لأن لب الورق دافئ وغني بالمواد المغذية وتنمو عليها الفطريات والعفن ويمكن أن تنمو على اللب وتسبب الماكينات ما لم يتم مكافحتها وإزالتها. وقد استخدمت كميات كبيرة من خلالات فينيل الزئبق لهذا الغرض. ويمكن أن يلوث ذلك مصرف المياه لمطحنة اللب وكذلك المنتجات الورقية نفسها. كما تضاف خلالات فينيل . وهناك القليل من المعلومات المتاحة حول استمرار استخدام هذا التطبيق.

● **المضادات الحيوية الموضعية:** لا تزال بعض المضادات الحيوية الموضعية تستخدم الزئبق مثل الميركروكروم وصبغة اليود وغيرها والمستخدمة لعلاج كل والحيوان لتضميد الجروح. هذه المضادات الحيوية لا تزال قيد الاستخدام ، وخاصة في المجالات البيطرية.

يوجد الزئبق المعدنى وكذلك مركبات الزئبق والزئبق المحتوى على جواهر كشافة والأهزة المحتوية على الزئبق فى المدارس والمختبرات الفنىسة والمهنية. وهناك العديد من حوادث التسمم الخطيرة جراء التلوث بالزئبق فى المدارس الثانوية.

اندروز فى الفلبين. راما من الزئبق المعدة لتجربة علمية وقامو بها. ونتيجة لذلك انتقل حوالى طالبا تتراوح أعمارهم حول نتيجة التسمم بالزئبق. وقد تم إغلاق المدرسة لعدة أشهر فى حين ذهب خبراء محليين ودوليين لتنظيف وتطهير المبانى. وفى فبراير فى الفلبين قام أيضا أحد الطلاب بتقديم دعوى مدنية المدرسين والمدرسة نتيجة التسمم بالزئبق.

بعد ذلك بوقت قصير أصدرت وزارة التعليم الفلبينية مذكرة دعت فيها وزارة الصحة للتخلص من الزئبق والأهزة المحتوية على الزئبق فى مرافق ومؤسسات الرعاية الصحية. دعت إلى إعادة النظر فى تدابير السلامة الموجودة فى المختبرات العلمية لضمان التخلص من الزئبق من المواد الكيميائية التي يشيع استخدامها فى المختبرات المدرسية. حظر السموم وهى منظمة غير حكومية مقرها الفلبين (وعضوا فى الشبكة الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة) ، دورا أساسيا فى صدور هذا القرار من وزارة التربية والتعليم الفلبينية لهذه القضية. فى مدرسة أجوا فريا بولاية أريزونا بالولايات المتحدة. حيث استخدم المعلمين الزئبق لدرس على الكثافة. الطلاب زجاجة كبيرة من الزئبق على رف قرب مكابهم حيث قاموا بفتحها واللعب بها واخذوا بعض منه للمنازل. وفى النهاية حدث تلوث الزئبق ليس فقط فى المدرسة ولكن أيضا على حافلة المدرسة وفى عدد من المنازل ومقتنيات العديد من الطلاب. والموظفين للزئبق وتكلف ، تنظيف الحى الموجود به المدرسة مدير المدرسة.

وهذه الأمثلة ليست إلا قليل من أمثلة التعرض للزئبق والشائعة للغاية. ولا توجد حاجة لقيام المدارس الثانوية بالتجارب التي تستخدم الزئبق. وينبغي حظر هذه الممارسة. المختبر او المدرسة أو اى منشأة أخرى الزئبق سيكون هناك كميات متراكمة من الزئبق فى الأرضيات أو بالوعات الأحواض وحتى بعد انتهاء الاستخدام.

إن بعض استخدامات الزئبق يمكن أن تكون ملائمة عندما يقوم بها كيميائيين متخصصين أو طلاب الدراسات العليا فى كلية الكيمياء. ومع ذلك ينبغي منعها أو الحد من استخدام الزئبق المعامل وإيجاد بدائل جيدة على نحو فعال يمكن أن تحل محل معظم استخدامات الزئبق ومركبات الزئبق والأهزة المحتوية على الزئبق. على سبيل المثال ، فى بعض الأحيان تستخدم المختبرات جهاز

مختبرات معدات مليئة بالزيوت المعدنية كبديل لذلك. وينبغي على هذه المختبرات تجنب استخدام معظم المعدات والأهزة التي تحتوي على الزئبق. بعض المختبرات أمالجم الزنك والزنك كعامل مختزل ولكن هناك بدائل أخرى جيدة. ويوجد الزئبق أيضا فى مختبر لكيميائية والمواد الكاشفة ، وكثير منها بدائل جيدة.

بعض مختبرات المستشفيات ومختبرات أخرى التخلص من الزئبق وعلى من يرغب فى القيام بذلك قراءة عناوين الحاويات وصحائف بيانات السلامة للمواد. وسيحدد ذلك إضافات مركبات ، فإن صحائف بيانات السلامة للمواد لم تحدد الوجود غير المقصود للزئبق فى مختبرات المواد الكيميائية فى حال كانت الكمية أقل من %.

لأن المصنعين غير مطالبين بوضع قائمة المكونات الخطرة للمنتج إذا كانت موجودة بتركيزات أقل من مستوى معين. لمستشفيات بسؤال ممثلي المبيعات والمصنعين حول الزئبق فى المنتجات وكذلك طلب شهادة التحليل أو غيرها من البيانات عن محتوى الزئبق

بعض منتجات التجميل مثل الكريمات والصابون المستخدمة لتفتيح لون البشرة أو إز
السوداء غالبا ما تحتوي على الزئبق في شكل كلوريد الزئبق و / أو أمونيا الزئبق. وهذه
. أما مستحضرات تفتيح البشرة التي لا تحتوي على الزئبق غالبا تحتوي على
الهيدروكينون ($C_6H_6O_2$) وهو أيضا شديد السمية.

وعموما فإن زيادة وجود صبغة الميلانين في الجلد تزيده اسمرارا.
التجميل التي تحتوي على مركبات الزئبق أو الهيدروكينون تفتيح البشرة في البداية عن طريق
منع إنتاج صبغة الميلانين. وعلى المدى الطويل تسبب هذه المنتجات تبقعات في الجلد وقد
يسبب طول فترة استخدامها زيادة اللون. حضر مستحضرات التجميل المحتوية على
الزئبق في العديد من الدول ولكنها غالبا ما تبقى موجودة بطرق غير مشروعة وهي شائعة في
العديد من دول آسيا وأفريقيا.

دراسة واحدة تشير إلى أن العديد من النساء في الدول الأفريقية تستخدم هذه المنتجات بانتظام
% % %
% من النساء في جنوب أفريقيا ، %
% من النساء في هونج كونج وكوريا وماليزيا والفلبين وتايوان يستخدمون
منتجات تفتيح البشرة. وكثير منهم يستخدمونها لفترات طويلة ، وأحيانا لمدة

أصدرت إدارة المعايير القياسية في كينيا مذكرة عامة لتوعية وتنقيف
المستهلكين حول الآثار الضارة لهيدروكينون والزئبق والمستحضرات الهرمونية والعوامل
المؤكسدة الموجودة في بعض مستحضرات التجميل في . أصدرت هيئة
الأغذية والأدوية الإندونيسية تحذيرا من
استيراد معظمها ، وفي عام
التي تحتوي على الزئبق من شركات التصنيع الصغيرة في غرب جاكرتا.
أعلنت إدارة مدينة نيويورك للصحة والصحة النفسية حالة تأهب صحي يوصي سكان نيويورك
بالابتعاد فورا عن استخدام جميع كريمات تفتيح البشرة والصابون المحتوية على الزئبق.

وقد وجدت دراسة أجرتها المنظمات غير الحكومية بالشبكة الدولية العديد م
تفتيح البشرة تباع في المكسيك. وتم تحليل سبعة منتجات منها ووجدت كميات من
الزئبق في أربعة منها يحتوي حدها على جزء في المليون. وجاءت جميع المنتجات مع
قائمة المكونات ، والتي لم يدرج بها الزئبق رغم وجوده في مكوناتها.

وقد اختبرت صحيفة شيكاغو كريمات تفتيح البشرة التي تباع في المتاجر المحلية ، ووجدت
ن ستة منهم تحتوي على زئبق بمستويات تتعدى حدود القانون الفيدرالي بالولايات المتحدة.
ومصدرها الصين والهند ولبنان وباكستان ، وكانت تباع في مخازن بعض المطاعم المخصصة
لهذه الجاليات. منها على أكثر من جزء في المليون من الزئبق وواحد
منهم تم تصنيعه في باكستان يحتوي على ما يقرب من جزء في المليون من الزئبق.
وكان هذا المنتج عبارة عن كريم أبيض باسم ستيلمان كريم تفتيح البشرة. وذكرت تقارير عن
صاحب المتجر ان هذا المنتج الأكثر شهرة

حظرت إدارة الغذاء والدواء بالفلبين استيراد
تفتيح البشرة والتي وصفتها الوكالة بأنها "ضارة وغير آمنة أو خطيرة" لاحتوائها على
الشوائب والملوثات بنسب تتعدى الحدود التنظيمية المسموحة للزئبق وهي جزء في المليون.

وينص قرار
مكون في مستحضرات التجميل بما في ذلك الصابون والكريمات والشامبو ومنتجات تفتيح
(باستثناء أملاح فينيل الزئبق للحفاظ على مكياج العيون ومنتجات لإزالة مكياج العين

بتركيز % . وعلى الرغم من وجود قوانين تحظر استخدام كريمات البشرة والصابون المحتوية على الزئبق ، ولكن كانت هناك صعوبات فى تطبيق هذه القوانين. فقليل من القوانين تحظر استخدام كميات صغيرة من مركبات الزئبق فى منتجات مكياج العين الزئبق لا يزال موجودا على نطاق واسع فى هذه المنتجات. مركبات الزئبق فى منتجات مكياج العين كقاتل للجراثيم وكمادة حافظة .

كالماسكرا استجابة لطلب المستهلكين، وتسمح بعض القوانين ببيع منتجات الجميل التى تحتوى . وهناك استثناء واحد بالولايات المتحدة الأمريكية فى ولاية مينيسوتا ، حيث حظر القانون الذى دخل حيز التنفيذ فى عام مستحضرات التجميل بما فى ذلك المسكرة وأقلام تحديد العين.

٧-١١ الزئبق فى الأدوية

استخدم الأطباء فى كثير من الأحيان مركبات الزئبق فى الأدوية.

الكالوميل : استخدم الأطباء كلوريد الزئبقوزكالوميل (Hg_2Cl_2) أو الكالوميل منذ القرن السادس عشر لعلاج الملاريا والحمى الصفراء. كما تم عمل تحضير أطلق عليه الشوكولاته أو حلوى الدودة للمرضى المصابين بالديدان الطفيلية. العشرين استمر العديد من الأطباء فى استخدام الكالوميل باعتبارها الدواء الشافى والمسهل . كما يقوم الآباء بإعطاء مساحيق للتسنين تحتوى على كالوميل لأطفالهم. الأطباء فى استخدام الكالوميل فى الخمسينات من القرن العشرين فى الولايات المتحدة والمملكة المتحدة وأماكن أخرى لعلاج تسنين الأطفال والإمساك.

اول الكالوميل غالبا ما يسبب مرض شائع عند الاطفال يسمى **أكرودينيا acrodynia** . أصيب أكثر من % طفل فى عنابر المستشفيات فى لندن بهذا المرض. وسجلت الإحصاءات الرسمية وفاة طفلا من مرض الأكرودينيا فى الفترة من - فى إنجلترا وويلز. ولم يتم رفع الكالوميل من الأدوية فى بريطانيا حتى عام . الولايات المتحدة للأدوية والمستحضرات الطبية الكالوميل بقوائم الصيدلة كدواء وليس كمادة . وبعد توقف استخدام الكالوميل اختفى مرض الأكرودينيا تقريبا.

استخدام الكالوميل فى صيدلة الغرب

الكالوميل وغيره من مركبات الزئبق لمرضاهم فى القرن العشرين. وفيما يلي مقتطفات بشأن الاستخدامات الدوائية للكالوميل من طبعة عام الموسوعة البريطانية:

"يمتلك الكالوميل خصائص خاصة ويستخدم فى الادوية. . . يعطى الكالوميل تأثيرات بعيدة فى شكل كلوريد الزئبق . والقيمة الخاصة لكلوريد الزئبق هو أنه يؤدى الخصائص القيمة لكلوريد الزئبق بطريقة آمنة وأقل إثارة ، حيث يتولد الملح النشط باستمرار بكميات صغيرة. . .

"خارجيا الملح [الكالوميل] ليس له أي ميزة خاصة عن مركبات الزئبق الأخرى. . . . وداخليا يتم إعطاء عات الملح للبالغين من نصف الى خمسة حبات [كملين] ، ولا سيما للجزء العلوي من القناة المعوية ويسبب زيادة طفيفة فى إفرازات الأمعاء. تأثيرات النشطة التى (الإثنى عشر والجزء الأسط من الأمعاء الدقيقة)

كالوميل بمحلول مسهل

"و غالبا ما يستخدم ملح [كالوميل] المركبات الأخرى الزئبقية. ويستخدم أيضا للتطهير بالبخار حيث يجلس المريض عاريا على كرسي وعليه بطانية ، حيث يتم تبخير عشرين حبة من حبوب الكالوميل بوامدة حوالي عشرين دقيقة ، حيث يمتص الجلد كالوميل بشكل فعال ."

الميركروكروم:

لا يزال يباع في الصيدليات كمطهر في كثير من الدول ويتم وضعه على الخدوش والجروح . ويتم تسويق هذا المطهر تحت أسماء أخرى كثيرة مثل : Merbromine, Brocasept, Supercrome, Asceptichrom, sodium mercurcescin, Cinfacromin. ويحتوى المنتج التجاري على % / ميربرومين (C₂₀H₉Br₂HgNa₂O₆) .

لم يعد الميركروكروم يباع في أسواق التجزئة في الولايات المتحدة بسبب المخاوف من سمية الزئبق ، ولكن لا يزال من الممكن شراء كميات كبيرة من الميربرومين وميركريسينب الصديوم بالولايات المتحدة. هذه المطهرات المحتوية على الزئبق لا تزال تباع على نطاق واسع وتستخدم للتطبيقات البشرية والبيطرية في أستراليا ومعظم الدول الأخرى.

الزئبق في الطب التقليدي:

استخدم سينابار (خام طبيعي يحتوي على كبريتيد الزئبق) في الطب الصيني التقليدي لآلاف السنين بوصفه عنصرا من عناصر العلاج المختلفة. وفي بعض الأحيان يطلق عليه تشو شا أو الأحمر الصيني. ووفقا لدستور الأدوية في الصين هناك أربعون دواءا تقليديا يحتوى على ينابار ولا تزال تستخدم. وتشير إحدى الدراسات أنه نظرا لصعوبة ذوبان السينابار في الماء وضعف امتصاصه في القناة الهضمية ، فهو أقل سمية من أشكال الزئبق الأخرى ، على الرغم من أن المستخدمين له على المدى الطويل يمكن أن يعانون من اضطرابات في الكلى. ن إلى أن الأساس المنطقي لاستمرار إدراج السينابار في الأدوية الصينية التقليدية لا يزال له مبرراته. وأشار موقع الكتروني يقوم ببيع تشو شا باعتباره مستحضر طبي يهدئ العقل ويعالج التهيج والأرق والتهاب الحلق.

وفي الماضي، تم استخدام الكالوميل في الطب الصيني التقليدي ، ولكن إلى حد كبير تم الاستعاضة عنه بعلاجات أكثر أمانا. والكالوميل (كعلاج عن طريق الفم) غير مدرج في دستور الأدوية الصيني. وهناك تقليد قديم لتناول الزئبق لأغراض طبية تقليدية في الهند مثل الأيورفيدا الهندية. أما الفاجبهتا Vagbhatta وهى منذ القرن السادس الميلادي توصي بالاستخدام الداخلى للزئبق لأغراض علاجية. وقد قابل الرحالة الإيطالي ماركو بولو الذي زار الهند في أواخر القرن الثالث عشر قبيلة اليوجيس الذين عاشوا حياة طويلة وصحية لأنهم يستهلكون مشروب مصنوع من الزئبق والكبريت. والأدوية التقليدية الهندية والتي منها ما يسمى كاجالى Kajjali وراساسيندور Rasasindoor والتي تحتوى على خليط من الزئبق والكبريت لازالت تستخدم فى علاج مرضى السكرى وأمراض الكبد والتهاب المفاصل وأمراض الجهاز التنفسى الهنود يستخدمون الأدوية التقليدية والتي تحتوى على خليط من الزئبق والكبريد السكري وأمراض الكبد والتهاب المفاصل وأمراض الجهاز التنفسى. azogue في المكسيك في المحلات الدينية لاستخدامها كعلاج للتهاب المعدة والأمعاء أو عسر الهضم.

الثيومرسال:

يطلق عليه هذا الاسم في أمريكا الشمالية ، هو مركب يحتوي على الزئبق ويستخدم لمنع نمو البكتيريا والفطريات. وهناك أسماء أخرى لهذا المركب وهي ميرثيوليت Merthiolate وميركروثيوليت Mercuriothiolate والصيغة الكيميائية له هي:

sodium 2-ethylmercuriothio ethylmercurithiosalicylic acid
أما الرمز الكيميائي فهو $C_9H_9HgNaO_2S$

يستخدم الثيومرسال على نطاق واسع في اللقاحات ويمكن أن يستخدم أيضا في بعض التطبيقات الطبية الأخرى مثل اختبارات الجلد وقطرات العين والأنف ومحلول متعدد الاستخدامات مثل المحاليل المستخدمة في حفظ العدسات اللاصقة وحبر الو . وفي الولايات الثيومرسال قبل عام . ومع ذلك استمرت هذه الممارسة في دول أخرى.

ويوجد الثيومرسال في نفايات المستشفيات والمختبرات الطبية والصناعات الدوائية مما يدعو إلى تنظيف البيئة منه.

أصبح استخدام لقاحات الثيومرسال في مرحلة الطفولة موضوعا للجدل.

الثيومرسال في اللقاحات

بعض اللقاحات لا تحتوي على الثيومرسال. ويشمل ذلك العديد من اللقاحات ذات الجرعة الواحدة وفي اللقاحات التي تحتوي على الثيومرسال يتداخل في فعالية اللقاح. بعض اللقاحات يتم استخدام الثيومرسال أثناء عملية الإنتاج ولكن لا يتم إضافته إلى المنتج النهائي. تحتوي هذه اللقاحات عادة على كميات ضئيلة من الثيومرسال أقل من ميكروجرام في الجرعة الواحدة. وتحتوي بعض اللقاحات الأخرى على الثيومرسال إضافة إلى المنتج النهائي لمنع التلوث بالكائنات الحية الدقيقة. يكون تركيز الثيومرسال في هذه اللقاحات عادة ما بين - ميكروجرام للجرعة.

يضاف أحيانا الثيومرسال إلى اللقاحات خلال عملية التصنيع لمنع نمو الميكروبات. التغييرات في تكنولوجيا التصنيع قللت الحاجة لإضافة المواد الحافظة خلال عملية التصنيع. ويوضع الثيومرسال في زجاجات (vials) وعلى سبيل المثال ، توفي أطفال بعد حقنهم بأحد اللقاحات بكتيريا عنقودية. وبحثت اللجنة الملكية البريطانية في الحادث ، وأوصت بوضع المنتجات البيولوجية التي قد تنمو فيها الكائنات المسببة للأمراض في زجاجات أو عبوات لا يتم فيها الاستخدام المتعدد ما لم يكن هناك كمية كافية ومركزة من المطهر () . وعلى سبيل

البكتيريا. واستخدام المطهر في اللقاحات متعددة الجرعات هو أمر مقبول دوليا في الفترة الحالية.

وفي أواخر التسعينات، واستجابة لتشريع جديد وقلق الآباء ، بدأت إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية (FDA) دراسة للثيومرسال في . حيث وجد أن الأطفال الرضع في سن أشهر يمكن أن يتلقوا حوالى ميكروجرام من الزئبق من اللقاحات المحتوية الثيومرسال. واستجابة لهذه النتائج أصدرت المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها ، والأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال بيانا وقائيا مشترك طالبا شركات الأدوية بإزالة الثيومرسال من اللقاحات في أسرع وقت ممكن ، كما طالبا الأطباء بتأخير جرعة ما بعد الولادة من لقاح التهاب الكبد الوبائي B للأطفال الغير معرضين لمخاطر هذا . هذا البيان مبنى على أساس الحيطه والأدلة أن ميثيل الزئبق مصنفة كمواد لها سمية عصبية. ومع ذلك ، فهناك دراسات محدودة ذات صلة بإيثيل الزئبق ، بينما لا توجد دراسات تشير إلى مخاطر على الأطفال الرضع نتيجة التعرض للثيومرسال في .

، أصدرت الوكالة الأوروبية لتقييم المنتجات الدوائية بيانا حول الثيومرسال في . وخلصت الوكالة إلى أنه لا يوجد دليل على الضرر الناجم على الأطفال من مستوى الثيومرسال في اللقاحات التي يتم استخدامها. إجراءات احترازية مثل تشجيع وتعزيز الاستخدام العام للقاحات بدون الثيومرسال وغيرها من المواد الحافظة المحتوية على الزئبق ، والعمل على إزالة هذه المواد الحافظة بواسطة الشركات

، استمر وتصاعد الجدل حول الثيومرسال في اللقاحات. ويعتقد كثير من الآباء أن تعرض الأطفال الرضع للثيومرسال في اللقاحات يسهم في تعرضهم لمرض التوحد (autism) وغيره من اضطرابات نمو المخ. ويبدو أن ذلك كان السبب وراء الزيادة الكبيرة في حالات التوحد في الثمانينات والتسعينات. وبالإضافة إلى ذلك فإن زيادة الوعي بأن الزئبق له سمية عصبية جعلت الكثير من الآباء يتسائلون لماذا يجب حقن اطفالهم . واستشهدت مجموعات من الآباء وغيرهم بدراسات في المراجع العلمية تدعم أو تشير إلى وجود علاقة بين الثيومرسال والتوحد. هذه المطالبات وغيرها كانت محل جدل.

وقد رفض المجتمع الطبي على نطاق واسع وجود ارتباط بين الثيومرسال واضطرابات الطفولة العصبية. أصدرت لجنة مراجعة السلامة بمؤسسة الطب المناعى بالولايات المتحدة تقرير لفحص الفرض القائل بأن اللقاحات مترتبطة بمرض التوحد. إلى أن مجموعة من الأدلة تؤيد رفض وجود علاقة سببية بين اللقاحات المحتوية على الثيومرسال ومرض التوحد. وأيضا في عام اشارت هيئة الأدوية الأوروبية أن أحدث الدراسات الوبائية لا تظهر أي علاقة بين التطعيم باللقاحات المحتوية على الثيومرسال والخلل وكان موقف لجنة الأدوية البشرية في المملكة المتحدة هو عدم وجود أي دليل على أي آثار عكسية سلبية ناجمة عن مستويات الثيومرسال في اللقاحات على النمو العصبي باستثناء مخاطر محدودة نتيجة زيادة الحساسية مثل الطفح الجلدي أو تورم الجلد مكان . كما خلصت اللجنة الاستشارية العالمية لسلامة اللقاحات بمنظمة الصحة العالمية بأنه لا يوجد حاليا أي أدلة على سمية الزئبق للرضع والأط على الثيومرسال.

إن أهمية التطعيم باللقاحات للوقاية من الأمراض معروفة وموثقة إلا أن المخاوف من الآثار الجانبية لهذه اللقاحات في بعض الدول المتقدمة أدت إلى انخفاض معدل عمليات التطعيم باللقاحات للأطفال مما ساهم في تفشي الحصبة وغيرها من الأمراض بالإضافة إلى تعقيدات خطيرة. وهناك اهتمام وقلق كبير داخل المجتمع والصحة العامة في أماكن أخرى حول وجود الثيومرسال في اللقاحات والذي يمكن ان يكون له عواقب خطيرة على صحة الأطفال.

في كثير من الدول الصناعية يبدو أن هناك تحرك نحو استخدام التخلص التدريجي من الثيومرسال في اللقاحات. وقد يستغرق القيام بذلك على المستوى العالمي وقتا طويلا بسبب التحديات المرتبطة باستبدال لقاحات الجرعات المتعددة بلقاحات الجرعة واحدة. وهناك أيضا تحديات خاصة بتغيير مكونات اللقاح المرخص. واستبدال الثيومرسال ببديل خالية من الزئبق أثناء إنتاج اللقاحات أو عدم إضافة الثيومرسال إلى المنتج النهائي ، وسوف يحتاج ذلك إلى البحث والتطوير وكذلك نظام إصدار تراخيص جديد مع سلسلة من التجارب قبل إكلينيكية والإكلينيكية ، وما زال هناك إحراز تقدم في ذلك.

ووفقا لصحيفة وقائع من تحالف المنظمات غير الحكومية الأوروبية ، لم يستخدم المختبر الوطني المركزي الدنماركي للنظام الصحي الثيومرسال في اللقاحات للأطفال منذ عام 2000. ولم يستخدم برنامج الطفولة والأمومة في السويد المواد الحافظة القائمة على الزئبق في اللقاحات. أما وزارة الصحة البريطانية فقد أعلنت في عام 2000 أنه لم يعد يستخدم الثيومرسال في لقاحات الأطفال الرضع. وفي الولايات المتحدة جميع اللقاحات الموصى بها بشكل روتيني للرضع لا تتوفر إلا في تركيبات خالية من الثيومرسال أو في تركيبات تحتوي ميكروجرام من الثيومرسال للجرعة الواحدة. والاستثناء الوحيد هو لقاح الانفلونزا ، والذي يتوفر بشكل رئيسي للأطفال في الولايات المتحدة في تركيبة تحتوي على الثيومرسال. ومع ذلك ، فهناك أشكال أخرى متوفرة من هذا اللقاح لا تحتوي على الثيومرسال نه.

ختلف تماما ، فهناك اتجاه واضح في معظم الدول نحو التخلص التدريجي من الثيومرسال من اللقاحات. وفي كثير من الدول نجد أنه من الصعب أو المستحيل نقل الموارد اللازمة لتحسين جميع الأطفال الرضع والأطفال ، وهذا ما أثار تساؤلات حول ويل الموارد نحو التخلص التدريجي من لقاحات الثيومرسال واستبدالها ببديل خالية من الزئبق والذي يسبب مشاكل في الدول التي تقوم بإنتاجه محليا، حيث على الثيومرسال أقل تكلفة بكثير من البدائل المستوردة الخالية من الثيومرسال.

وهناك اعتبار آخر مهم هو ما إذا كان توفير اللقاحات المستخدمة للتحسين في زجاجة أحادية . وفي كثير من الحالات من الضروري ان تحتوى العبوات أو الزجاجات متعددة الجرعات على المواد الحافظة مثل الثيومرسال للحماية من التلوث من . وأشارت منظمة الصحة العالمية إلى أن اللقاحات التي ترد في عبوة أحادية تتطلب زيادة كبيرة في الطاقة الإنتاجية مع ارتفاع في التكلفة. كما أنها تتطلب مكان أكبر للتخزين البارد وستزيد من الحاجة لوسائل النقل. العالمية معاناة العديد من الدول النامية من عدم كفاية الطاقة الإنتاجية وعدم كفاية البنية التحتية اللازمة للنقل والتخزين للقاح ، وخلصت إلى أن التكاليف والأعباء الإضافية لإنتاج لقاحات الجرعة الواحدة غير مجدية بالنسبة لغالبية هذه الدول.

وعلى الرغم من أن منظمة الصحة العالمية وجهات أذ اثارت قضية ضد التحرك لإزالة الثيومرسال من الدول النامية ، الأمر الذي أدى إلى عدم ارتياح المنظمات غير الحكومية الأمر من منظور طويل الأجل لادراكهم تباطؤ المجتمع الطبي العالمي كثيرا في الاعتراف بالأضرار على صحة الإنسان نتيجة . وعلى سبيل المثال ، في الآونة الأخيرة في الستينيات لم يدرس المجتمع الطبي أو يقدم أي بيانات تظهر بوضوح أن نسبة الأطفال الذين يعانون من مستويات عنصر الرصاص في الدم تصل إلى ميكروجرام لكل ديسيلتر كانوا يعانون من . وحاليا من المعروف أن الأطفال الذين يعانون من مستويات ميكروجرام لكل ديسيلتر أو أقل يعانون من آثار ضارة. ومع هذا

المنظور التاريخي من الصعب العثور على/ صلة بين اللقاحات المعروفة التي تحتوي على الثيومرسال ومخاطر النمو العصبى للأطفال.

وتتحرك كثير من الدول الصناعية نحو التخلص التدريجي من الثيومرسال من لقاحات الأطفال ، فمن الصعب للمنظمات غير الحكومية وغيرها قبول الكيل بمكيالين ، كما أنه لا ينبغي أن يكون هذا هدفا للدول النامية. قد تشمل الطرق المحتملة إعادة توجيه البحوث على فعالية المواد الحافظة الخالية من الزئبق التي تحل محل الثيومرسال ومساعدة منتجي اللقاحات في الدول النامية لتمكينها من إنتاج وخفض تكلفة اللقاحات الخالية من الزئبق. ويمكن لاتفاقية عالمية سيلة لتعزيز هذه التدابير وغيرها.

٧-١٢ الزئبق في المنتجات الثقافية والأدوية التقليدية والمجوهرات

يستخدم الزئبق على نطاق واسع في التطبيقات الثقافية والدينية. ففي الممارسات الهندوسية حيث يوجد الزئبق في " ، وهي المادة التي تصنع منها الآثار الدينية. كما يستخدم الزئبق في طقوس عدة ديانات في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي وتشمل: Candomblé ، Yoruba Orisha ، Palo Mayombé ، Spiritismo . كما أنها تستخدم في الأدوية والمجوهرات وغيرها من العادات والتطبيقات الثقافية.

وقد يدق دور لتنقية الهواء. وفي بعض الثقافات ينثرون الزئبق على أراضي المنازل لحماية السكان. والبعض يستخدم الزئبق مع المياه والممسحة لتطهير الشريعة أو لجلب الحظ أو الحب أو المال ، أو لاسد . يحتفظ بعض الناس بالزئبق في أمبولات و في زجاجات أو في أكياس يحملونها أو يعلقونها في أعناقهم.

Parad تنتج من عملية ملغمة للزئبق مع معادن أخرى ، وتستخدم في عمل قدسة للعبادات في التقاليد الهندوسية. وهي عادة تصنع من الفضة والزئبق ، ولكن في الوقت الحاضر تصنع من القصدير والزئبق مع آثار من معادن أخرى. أن محتوى الباراد من الزئبق يصل إلى % . ويصنع من الباراد مختلف الآثار الدينية ، هند أنواع الخرز والسيح التي تلبس كأحزمة أو كقلادات في العنق ، وكذلك يصنع منها الأكواب أو الأواني التي يشرب فيها الحليب ، وكذلك التماثيل التي ترمز إلى الآلهة وأشياء أخرى كثيرة. وفي الهند معابد كثيرة للإله "شيفا" (Shiva) بها كثير من التماثيل لهذا الإله مصنوع . وفي دراسة على ارتباط الباراد بالتسمم وجدت إحدى الجمعيات الغير حكومية الهندية أن الزئبق يتسرب من أواني الباراد إلى اللبن الحليب مما أدى إلى تعرض من يتبعون هذه التقاليد الدينية في شرب اللبن من أكواب أو أواني مصنوعة من الباراد أو يشربون الحليب الذي تم نفعه في أواني مصنوعة من الباراد.

وقد استخدم الزئبق أيضا في الأعمال الفنية في الغرب وأشهرها هي نافورة كالدرا الزئبقية في متحف خوان ميرو في برشلونه بأسبانيا. فقد كلفت الحكومة الأسبانية الفنان الأمريكي ألكسندر كالدرا بتصميم وبناء هذه النافورة كذكرى لضحايا منجم المادين للزئبق بأسبانيا لعرضها في ، وبدلا من استخدام المياه استخدم الزئبق .

تضخ وتدير حوالى خمسة أطنان من الزئبق المعدنى النقى. لحماية رواد المتحف من ملامسة الزئبق أو استنشاق أبخرته.

أما صياغة الزئبق التي كانت تنتج للاستخدام كتعويذات أو كحلى للزينة فقد وجدت مكانها في عقود وقلادات للعنق ، والتي يعتقد أنها تأتي من المكسيك بدأت تظهر في مدارس الولايات المتحدة وفي أماكن أخرى ، وقد وصف أحد التقارير القلادات وا

المصنوعة من سلاسل من الخرز أو الجلد المجدول أو الحلية الزجاجية تحتوي على حوالى - فالزئبق يظهر ككتلة فضية سائلة تدور فى حلية زجاجية مجوفة ، وهذه الحلى الزجاجية تصنع فى أشكال مختلفة مثل القلوب أو الزجاجات أو على شكل أسنان شكل قرون الفلفل الحار ، وقد تحتوي هذه الحلى على سوائل ملونة مع الزئبق.

٨- ا مصادر الزئبق المقصوده:

الزئبق فى التعدين والعمليات الصناعية

هناك ثلاثة عمليات تعدين صناعية رئيسية يستخدم فيها الزئبق عن قصد وتنطلق منه كميات كبيرة فى البيئة. وهى الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب (ASGM) كعامل مساعد فى إنتاج المواد الكيميائية ، وخلايا الزئبق بمصانع انتاج الكلور- .

٨-١ استخدام الزئبق فى الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب

ينطلق الزئبق فى البيئة من تعدين الذهب على نطاق واسع وعلى النطاق الصغير. فإن معظم انبعاثات الزئبق من تعدين الذهب على نطاق واسع هى نتيجة لشوائب الزئبق فى خامات الذهب نفسها. ومن ناحية أخرى ، يقوم عمال المناجم الذهب الصغيرة بشراء واستخدام الزئبق والذي ينطلق بعد ذلك فى البيئة خلال عملية التعدين والتكرير. ومن بين كل المصادر المقصودة لانبعاثات الزئبق تعد الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب حتى الآن هى أكبر المصادر العالمية للتلوث بالزئبق. كما أنها تمثل أيضا ضررا جسيما لعمال المناجم وأسرههم ، وكذلك النظم البيئية المحلية والإقليمية.

وتميل الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب إلى تعيين أفراد أو مجموعات صغيرة فى مناطق نائية حيث توجد الخامات التى تحتوي على الذهب. وبعد تركيز الذهب من خلال تقنيات الفصل بالغسل يقوم عمال المناجم بخلط المزيج المتبقي من التربة والذهب والرمال أو الرواسب مع الزئبق لتركيز الذهب وتكوين امالجم الزئبق /الذهب. ثم يقوم عمال المناجم بالضغط على الزئبق الزائد من الأمالجم حتى يتمكنوا من فصل الامالجم الغني بالذهب بسرعة نسبيا. يتم تسخين الأمالجم الذي يدفع الزئبق تاركا وراءه الذهب الخالص النقى. هذه العملية تحافظ على تحكم العاملون فى هذه الحرفة فى الذهب حتى يتقرر بيعه ، كما انها تحافظ على التكاليف فى حدها الأدنى ، ويستطيع أنيحص أصحاب المنجم على الأرباح فى أى وقت يشاؤون.

يتطلب إنشاء الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب الحد الأدنى من الخبرة والاستثمار. ارتفاع أسعار الذهب إلى حوالى دولارا للاوقية منخفضة نسبيا ، فإن تعدين الذهب يكون مرغوبا ، وخاصة عند ارتفاع معدلات الفقر والبطالة خاصة بين الناس الذين عانوا من الكوارث الاقتصادية أو البيئية. ويمارس تعدين الذهب على نطاق صغير فى . وتشير تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن هناك ما يقرب من مليون شخص فى العالم يعملون فى تعدين الذهب على نطاق صغير ، وحوالى - مليون نسمة آخرون يعتمدون بشكل غير مباشر عليه. وتنتج هذه الحرفة ما بين % من إجمالى الذهب الكلى الذى يتم استخراجة) - الذهب سنويا). وتعتبر عمليات التعدين هذه غير شرعية أو غير منظمة فى كثير من الأحيان وغالبا ما يكون العاملون فى هذه المناجم الصغيرة فقراء وليس لديهم الوعي عن المخاطر التى يسببها التعرض للزئبق. وفى بعض الدول يتم استخراج الذهب فى الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب. فعلى سبيل المثال ، فى الفلبين نجد أن % من الذهب المستخرج يتم من الورش الصغيرة لمصنعي الذهب.

ويقدر أن الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب تستهلك خلال عمليات تعدين الذهب ما بين - طن متري من الزئبق سنويا. ينطلق بعض هذا الزئبق مباشرة فى الهواء

وخاصة إذا لم يتم تخزينه أو استرجاعه بصورة سليمة خلال الانفصال عن الأملمج. الكمية الباقية عن طريق الانسكاب أو التداول بطريقة غير سليمة أو بوسائل أخرى ، ويلوث الزئبق التربة أو ينتقل مباشرة إلي شبكات المياه. كما يمكن أن تنتقل التربة الم شبكات المياه. والنتيجة هي تلوث النظم البيئية المحيطة بأنشطة التعدين الحرفية والصغيرة بالزئبق بدرجة كبيرة وعل . كما ينتقل الزئبق الموجود في التربة الملوثة وشبكات المياه إلى الهواء في وقت لاحق ويساهم في تلوث الهواء الجوي العالمي .

وتستخدم بعض عمليات تعدين الذهب على نطاق صغير عملية تسمى مزج الخام بأكمله. حيث يقوم عمال التعدين بسحق وطحن خام الذهب في مطاحن ثم يضاف الزئبق إلى الخليط. وغالبا لا يتبقى سوى جزء صغير من هذا الزئبق يرتبط الذهب الموجود في الخليط. وينطلق بق المتبقى من الطاحونة إلى البيئة. وعندما تقوم الطاحونة بسحق الخام فإنها تقلل من حجم قطيرات الزئبق داخلها للحصول على قطيرات أصغر فأصغر ثم يتم إزالة الزئبق من الطاحونة بالغسيل باستخدام تيار من المياه المتدفقة فيها. ويبدو أنها أكثر عمليات التلوث من جميع عمليات تعدين الذهب ويمكن أن تسبب أشد حالات تعرض للإنسان والبيئة . ومع ذلك يستخدم عمال المناجم على نطاق واسع هذه الطريقة لأن الزئبق رخيص التكلفة بالمقارنة بأسعار الذهب ، وتنتج هذه العملية الذهب الحاضر للبيع وبأقل عدد من . وهناك العديد من الممارسات البديلة التي يمكن أن تقلل من استخدام الزئبق والتلوث عن طريق تركيز لخام الذهب قبل إضافة الزئبق ، ولكن بعض هذه التقنيات تتطلب المزيد من الوقت والمهارة والاستثمار. ويمكن لهذه التقنيات التقاط المزيد من الذهب باستخدام كمية أقل من ا .

وهناك طريقة أخرى شائعة لإنتاج الذهب. حيث تستخدم المياه في وعاء لجمع أثقل الجزيئات الموجودة في التربة والرمل أو الرواسب بينما الجزيئات الأخف يتم غسلها واستبعادها. ويضاف الزئبق إلى هذه الجسيمات الثقيلة لفصل الذهب منها.

كما يستخدم عمال هذه المناجم في كثير من الأحيان مجرفة معدنية أو وعاء على النار لتسخين الأملمج واستعادة الذهب. ونتيجة لهذه العملية تنتشر أبخرة الزئبق في الهواء مباشرة وتنتقل إلى عمال المناجم وعائلاتهم. ولكن يمكن أن يستخدم عمال المناجم عملية بسيطة تسمى يل كمية بخار الزئبق المفقودة.

وتبردها ، وتعمل على استرداد الزئبق الخام ، ويسمح لعمال المناجم بإعادة استخدامها. (والتي يمكن أن تكون أي عدد من الأجهزة المصنوعة من الزجاج أو الفخار أو) حيث تقوم بجمع وتبريد بخار الزئبق الذي ينطلق من الأملمج أثناء التسخين ، وتكثيفه مرة أخرى إلى الحالة السائلة. وفي تقييم ميداني من قبل منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO) . وجد أن المعوجات الفعالة يمكن أن إنتاجها بأقل من أمريكي للوحدة. ويمكنها أن تلتقط أكثر % من بخار الزئبق والسماح بإعادة تدويره وإعادة استخدامه. بسبب التكلفة المنخفضة نسبيا للزئبق انخفض مستوى الاهتمام والوعي بمخاطر التعرض لأبخرة الزئبق ، كما أن المعلومات حول كفاءة المعوجات غير كافية ، إلا أن هناك عدد قليل من عمال المناجم الصغيرة يستخدمها.

وقد وجدت الدراسات الاستقصائية الصحية مستويات تعرض عالية من الزئبق لدى العديد من عمال المناجم حيث تعرضوا لمستويات من الزئبق تزيد أكثر أقرتها منظمة الصحة العالمية. وفي أحد المواقع تعرض ما يقرب من نصف عمال المناجم لا إرادى مما تسبب فى اضرار وتلف الجهاز العصبي المركزي. وغالبا ما تعيش عائلات عمال المناجم بالقرب من المواقع التي يتم فيها تسخين الأملمج. كما ينقل عمال المناجم ملابسهم الملوثة إلى منازلهم لغسلها. ونتيجة لذلك تتعرض أسر العمال للضرر. وفي إندونيسيا وغيرها هناك نقص شديد فى الوعي لدى مسؤولين الرعاية الصحية في كثير من الأحيان حول

التسمم بالزئبق حيث يفسرون أعراض التعرض للزئبق على انها مرض الملاريا أو حمى

وغالبا ما يتم تجاهل تلوث الزئبق في الورش الحرفية الصغيرة لتعدين الذهب لأنها غالبا ما نائية وبعيدة عن الملاحظة عندما تكون هناك رغبة لرصد التلوث في هذه المواقع فإنه قد يكون من الصعب القيام بذلك بسبب عدم توافر المعدات المتنقلة والمختبرات البيئية المحلية.

/ في لامبونج باندونيسيا ، قامت واحدة من شركات تعدين الذهب متوسطة الحجم والتي كانت تستخدم عملية ملء الزئبق كانت تقوم بتنظيف بركة محتوية بقايا ومخلفات منجم ملوثة بالزئبق لإعداده للتحويل إلى عملية السيانيد. وخلال هذا الوقت نزلت الأمطار وقامت الشركة بفتح البركة واطلاق المخلفات في النهر. قتل العديد من الأسمك . وقام السكان بجمع الأسماك الميتة العائمة فوق الماء وتناولته مع اسرهم. ونتيجة لذلك تم نقل نحو شخص الى المستشفى نتيجة للتسمم بالزئبق. الشركة بدفع غرامة ملزمة لتغطية تكاليف الرعاية الصحية لهؤلاء الأشخاص.

ولا توجد وسيلة سريعة أو سهلة لإزالة أو تقليل انبعاثات الزئبق من تعدين الذهب على نطاق صغير. وقد حاولت العديد من الدول منع هذه الممارسة ، ولكن النتيجة المعتادة هي القيام بعمليات التعدين غير القانونية. وفي العديد من الدول تحظر ممارسة تسخين الأملج في الهواء الطلق لاستعادة الذهب ، حينها قام بعض عمال المناجم بعمليات التسخين داخل منازلهم مما عرضهم وعائلاتهم بشكل كامل لأبخرة الزئبق. كاليمانتان باندونيسيا عام 2000 قام عدد من الناس بتسخين الأملج في دوابهم دون تهوية مناسبة. ذلك وتركيب شفاطات التهوية.

UNIDO

ويمكن لاتفاقية الزئبق العالمية المساهمة في تقديم مساعدات هامة للحد من إطلاقات الزئبق من عمليات تعدين الذهب على نطاق صغير. ويمكن السيطرة على المعروض من الزئبق من توافر الزئبق لعمال المناجم الصغيرة. وهذا سوف يوقف ممارسات هذا النوع من التعدين. كما سوف يجذب عمال المناجم على استخدام المعوجات وغيرها من تقنيات التقاط الذهب باستخدام كميات أقل من الزئبق او لا تستخدمه على الإطلاق. كما يمكن لاتفاقية الزئبق أن تساعد في تنظيم الموارد اللازمة لتوفير خدمات أفضل وتدريب يد لعمال المناجم الصغيرة ومجتمعاتهم المحلية وتعزيز تبنى الممارسات الأقل تلويثا والأكثر . ويمكن تعزيز مساعدة الحكومات المحلية في مجالات التعدين وكذلك توفير فرص الدعم المالي لمجموعات من عمال المناجم للتدريب على استخدام التقنيات الخالية من الزئبق أو يد . وينبغي التخلص التدريجي من استخدام الزئبق في التعدين والذي يجب ان يكون هدفا طويلا المدى. ولتحقيق هذا الهدف قد تكون هناك حاجة إلى ربطها بالنجاحات وغيرها بعض الحالات توفير فرص الكسب والمعيشة لعمال المناجم المشردين وأسره.

٨-٢ استخدام الزئبق في إنتاج الكلور - القلوي

- القلوي هي عمليات صناعية تستخدم التحليل الكهربائي لإنتاج غاز الكلور أو (المعروف أيضا باسم الصودا الكاوية أو هيدروكسيد الصوديوم) أو في بعض الأحيان هيدروكسيد البوتاسيوم ، وغاز الهيدروجين. - القلوي لا تزال تستخدم عملية خلية الزئبق وتطلق كميات كبيرة من الزئبق في البيئة.

وهذه الصانع تستخدم خلايا الزئبق في عملية التحليل الكهربائي حيث تكون الكهرباء في شكل تيار مستمر والذي يمر بين الأقطاب الكهربائية التي تكون متصلة مع مياه . ويكون

القطب الموجب للشحنة الكهربائية من الجرافيت أو التيتانيوم ويسمى الأنود ، أما القطب السالب للشحنة أو الكاثود فهو بركة كبيرة من الزئبق قد تزن عدة مئات من الأطنان. وعندما يتم إمرار التيار الكهربائي عبر الأقطاب الكهربائية يتكون غاز الكلور عند الأنود ثم يتم تجميعه. يتكون أملج من الصوديوم والزئبق عند الكاثود. ثم يحدث تفاعل بين الصوديوم المعدني في هذا الأملج والمياه لإنتاج هيدروكسيد الصوديوم وغاز الهيدروجين وكلاهما يتم فصله وتعبئته

تعتبر محطات خلايا الزئبق هي العملية التجارية الرئيسية المستخدمة لإنتاج الكلور وهيدروكسيد الصوديوم منذ تسعينيات القرن الثامن عشر واستمرت حتى منتصف القرن العشرين. ولا تزال بعض الخلايا الزئبقية تعمل في جميع أنحاء العالم ولأن تم استبدال معظمها ببدائل تعمل بالتحليل الكهربائي أو غيره لا تستخدم الزئبق. وتستخدم هذه العمليات البديلة ما يسمى بخلايا الحجاب أو خلايا الغشاء. وأحد الأسباب الرئيسية لإغلاق العديد من خلايا الزئبق تم تحويلها لعمليات خالية من الزئبق هي الضغوط التنظيمية المبنية على أساس أن هذه المصانع تنتج انبعاثات كبيرة من الزئبق ، كما أنها تصرف مخلفات المياه المستعملة والنفايات الصلبة الملوثة بالزئبق في البيئة صبحت المناطق المحيطة بمصانع الكلور- القلوي ملوثة للغاية . وهناك سبب آخر لقيام المصانع بعملية الاستبدال بخلايا الغشاء ان الأخيرة أكثر كفاءة من خلايا الزئبق.

، فإن الصودا الكاوية وربما مركبات الكلور الناتجة من محطات الكلور- القلوي باستخدام خلايا الزئبق تكون ملوثة بالزئبق. وتستخدم الصودا الكاوية في تصنيع المواد الغذائية مثل شراب الذرة ، ولقد تم العثور على الزئبق وأيضاً وجد الزئبق في منتجات غذائية تحتوي على شراب الذرة ، وبموجب اتفاق مع حكومة الولايات المتحدة ، وافقت صناعة الكلور- القلوي بالولايات المتحدة طوعاً على الحد من كمية الزئبق في الصودا الكاوية المباعة الى %

"تقييم الزئبق في الغلاف الجوي العالمي"

مم المتحدة للبيئة
طن متري سنويا.

يقدر تقرير "الخلفية التقنية للتقييم العالمي للزئبق في الجو" للبيئة أيضاً أن خلايا الزئبق في مصانع الكلور- القلوي استهلكت . وقد وزعت هذا الكمية على المناطق على النحو التالي:

المنطقة
الاتحاد الأوروبي
CIS والدول الأوروبية الأخرى
أمريكا الشمالية
دول الشرق الأوسط
جنوب آسيا
أمريكا الجنوبية
مناطق أخرى
الإجمالي

- القلوي، فإن الاستهلاك السنوي من الزئبق هو ببساطة كمية الزئبق التي تخسرها المصانع . تفقد المصانع الكثير من الزئبق مباشرة إلى الهواء لأن العملية تولد حرارة ، ولأن عمليات الصيانة العادية تشمل فتح وغلق كل مكابح الخلية. وينطلق بعض الزئبق في المسطحات المائية أو يلوث الأرض المحيطة بالمصنع. كما تفقد كميات أخرى لية النقل إلى مدافن النفايات أو إلى مرافق التخلص الأخرى. وقد يصل بعض الزئبق إلي المنتجات التي يتم إنتاجها أو قد يرتبط مع المواد المعدنية في المصنع.

عنصر الزئبق متطاير فإن الكثير منه أيضا يصل إلى الميا
فن النفايات ومرافق التخلص الأخرى وقد يتطاير منها إلى الهواء مرة أخرى.

وتاريخيا ، قامت صناعة الكلور- القلوي بدور بالغ السوء في التلوث والذي يتضح من
البلاغات والمحاضر والتقارير عن إطلاقها لكميات كبيرة من الزئبق في البيئة.
القائمين على الصناعة والمنظمين لها أنه حتى وقت قريب كان لديهم قليل من المعلومات عن
كميات ومسارات المفقود من الزئبق من خلايا الزئبق في مصانع الكلور-
الأخيرة بذلت بعض الحكومات ضغوطا تنظيمية على صناعة الكلور-
التدريجي من خلايا الزئبق وخلصت إلى وجوب القيام بمجهودات أفضل لمنع الإطلاقات البيئية
من الزئبق ، وكذلك عمل تقديرات دقيقة للإطلاقات الزئبق التي قد تحدث. ويقوم بعض القائمون
علي هذه الصناعة في بعض الدول برسالة تقارير سنوية عن استهلاكها

ووفقا لتقرير اتحاد الصناعة في ، قام مدير أحد مصانع
بالولايات المتحدة بتقدير كمية الزئبق المستهلكة في المصنع في السنة على النحو التالي.
مدير المصنع عمليات حصر وجرده لخلايا الزئبق في المصنع في يناير وفي ديسمبر من
وفي كل جرد يتم حساب كمية الزئبق الموجودة في خلايا الكلور-
إلى كمية الزئبق الموجودة في مستودعات المصنع في وقت إجراء كلا الجردين . كما تم أيضا
بحساب كمية الزئبق الكلية التي اشتراها المصنع خلال العام. وتم حساب استهلاك الزئبق في
السنة للمصنع بإضافة كمية الزئبق الكلية في بداية العام مضافا إليها الكمية التي تم شراؤها
خلال نفس العام ، وبعد ذلك يتم طرح الكمية الكلية في نهاية العام.
(الاستهلاك = الكمية في جرد يناير + الكمية المشتراه خلال نفس العام- الكمية في جرد
ديسمبر).

في تقارير لاحقة أشارت اتحاد الصناعة الأمريكي أن أصحاب المصانع قد راجعوا كيفية
حساب استهلاك الزئبق حتى يؤخذ في الاعتبار كمية الزئبق التي تم رسالها خارج المصنع
لعملية الاسترجاع وإعادة استخدامه مرة أخرى لاحقا. وقد قدمت هذه التقارير فئة جديدة هي
" والذي يعرف بأنه كمية الزئبق التي يرسلها ال
استرجاع الزئبق منها ولم تعاد للمصنع في نفس السنة.
الاستهلاك السنوي للزئبق ، يقوم المشغلين بطرح كمية الزئبق المنقولة إلى الخارج من كمية
الزئبق التي تم شراؤها خلال العام.
بالولايات المتحدة
يتم الآن حساب كميات الزئبق المستهلكة سنويا على النحو التالي : **الاستهلاك السنوي للزئبق
يساوي:**

- كمية الزئبق في عملية الجرد في يناير زائد
- كمية من الزئبق التي تم شراؤها خلال السنة ناقص
- كمية الزئبق المنقولة خارج الموقع لاسترجاع الزئبق ولم تعاد للمصنع بنهاية السنة ناقص
- كمية الزئبق في عملية الجرد في ديسمبر

بالإضافة إلى حساب الاستهلاك السنوي من الزئبق ، صنفت تقارير اتحاد الصناعة الأمريكي
السنوية الزئبق المستهلك إلى ثلاث فئات:
الزئبق المنطلق إلى البيئة وتم
مادة البيئة الأمريكية عنه أنه حصر لانطلاقات
المواد السامة بالولايات المتحدة الأمريكية.
الزئبق الذي يغادر المصنع في المنتجات (الموجود في القلويات والكلور التي يبيعها
(
باقي الحساب ، والذي اطلقت عليه التقارير الزئبق "الغير محسوب".

- اتحاد الصناعات الأمريكية في تقريره السنوي لعام
القلوي بالولايات المتحدة كانت قادرة على حساب جزء صغير فقط من الزئبق المستهلك في
(من الزئبق الذي ذكره اتحاد الصناعة تم استهلاكه من
قبل مصانع الولايات المتد
- لم يتم تحديد مصير
وتم تصنيف الـ طن متري على أنها كمية زئبق
غير محسوب. أى أنه تم تحديد مصير % فقط من الزئبق المستهلك في عام
% مفقودة لم يستطع القائمين على العمل حسابها. ذكرت التقارير أنه في
انخفاض الاستهلاك السنوي للزئبق في صناعة الكلور- القلوي بالولايات المتحدة
حيث أن الكميات المفقودة منه لم يمكن احتسابها أو معرفة مصيرها مما يوحى
إلى أن العاملين القادرين فنيا في هذه الصناعة يمكن أن يستجيبوا للضغوط التنظيمية ويخفضوا
من استهلاكهم السنوي من الزئبق ، وكذلك تحسين قدراتهم في احتساب والإعلان عن الكميات

التربة الملوثة بالزئبق من مصانع الكلور- القلوي

- اختبر الباحثون عينات من التربة الملوثة بالزئبق مأخوذة من خلايا الز
. وكانت إحدى العينات من التربة المأخوذة بالحفر أسفل إحدى الخلايا وتم
تخزينها خارج المصنع لمدة ثلاث سنوات. وبعد التحليل وجد أن هذه العينة ملوثة بالزئبق
بتركيز جزء في المليون (يليج /). وعينة أخرى تم جمعها من الطبقة العليا من
التربة في محيط خلايا الزئبق بأحد مصانع الكلور- القلوي كانت ملوثة بالزئبق بتركيز
جزء في المليون (يليج /).

ولاحظ القائمون بالدراسة أن الزئبق لديه درجة انجذاب عالية للمواد العضوية ويرتبط بقوة مع
التربة العضوية. كما لاحظوا أنه بالرغم من ارتباط الزئبق بالتربة العضوية إلا أنه يمكن انبعائه
من التربة إلى الهواء الجوي وخصوصا خلال فترات ارتفاع درجات الحرارة.

وهناك دلائل تشير إلى أن أعداد المصانع العاملة في إنتاج الكلور والقلوي في العالم تواصل
انخفاضها منذ عام ، ولكنه يصعب العثور على جميع خلايا الزئبق بمصانع
- وفي أبريل .

بيان يشير إلى أن من خلايا الزئبق في مصانع الكلور- دولة أوروبية.
شار بيان من إحدى الشركات الرائدة في دول شمال أمريكا للكلور-
ما يقرب من % من المنتجات في صناعة الكلور والقلويات بأمريكا الشمالية تأتي من خلايا
. كما أشار تقرير للمجلس العالمي للكلور (WCC) التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في
عمل بخلايا الزئبق هي

موجودة في الدول التالية: الولايات المتحدة وكندا وأوروبا وروسيا والهند والبرازيل والأرجنتين
. ومن المرجح أن هناك عددا آخر من مصانع إنتاج الكلور والقلويات بخلايا الزئبق
الأخرى لا تزال تعمل في الدول التي لم يغطيها هذا التقرير وربما في بعض دول الشرق
الأوسط وفي بعض بلدان رابطة الدول المستقلة بخلاف روسيا ، وفي بعض البلدان الآسيوية
الأخرى بخلاف الهند.

ويمكن لاتفاقية عالمية للتحكم في الزئبق أن تضع جدولاً زمنياً للتخلص التدريجي من جميع
- القلوي التي تعمل بخلايا الزئبق ، مع المطالبة بضرورة تخزين طويل المدى
للزئبق الذي تم استرداده من هذه الخلايا وسحب ومنعه من التداول في الأسواق ، ووضع
متطلبات وشروط صارمة لتنظيف مواقع مصانع خلايا الزئبق السابقة.

فزمات المحتوية على الزئبق لسنوات عديدة في إنتاج المواد الكيميائية الصناعية. ولا تزال تستخدم تجاريا على نطاق واسع في صناعة مونومر كلوريد الفينيل (VCM) (C_2H_3Cl) ، وقد بدأ هذا الاستخدام يتزايد. ناحية أخرى يبدو أن معظم الاستخدامات الصناعية الأخرى للمحفزات المحتوية على الزئبق بدأت في التناقص أو تم التخلص منها.

وضحنا من قبل ، فإن السبب في مأساة مرض ميناماتا كان من مصنع للمواد الكيميائية الذي كان يستخدم كبريتات الزئبق كعامل مساعد في إنتاج الأسيتالديهيد في اليا . ويبدو أن المواد الحفازة الزئبقية المستخدمة لم تعد تستخدم في الإنتاج الصناعي للأسيتالديهيد.

وتاريخيا ، كانت تعتبر مركبات الزئبق العضوية هي العوامل الحفازة المختارة في مجال تصنيع المواد البلاستيكية من مادة البولي يوريثين ومواد الطلاء وفي العديد من . وعندما كانت تستخدم المواد الحفازة المحتوية على الزئبق لهذا الغرض كانت تبقى مخلفات الزئبق في البولي يوريثين. وبين الستينيات والثمانينيات من القرن العشرين قامت العديد من المدارس في الولايات المتحدة بتركيب الأرضيات في صالات الألعاب الرياضية من م يوريثين والذي كان يحتوى عادة بين - . وأعلن أحد المصنعين أنه وحده قام بتركيب أكثر من مليون رطل (مليون كجم) من مادة البولي يوريثين في الأرضيات. وينطلق بخار الزئبق من سطح هذه الأرضيات ببطء ، وخاصة من المساحات . ام المسؤولون بقياس تركيزات الزئبق في الهواء الجوي في بعض الصالات الرياضية المدرسية أرضياتها من البولي يوريثين ، ووجدوا في مدارس أحد المناطق ما بين - ميكروجرام من الزئبق لكل متر مكعب من الهواء في منطقة التنفس. تراوحت بين - ميكروجرام لكل متر مكعب من الهواء. ويمكن أن يعزى التفاوت في هذه القياسات إلى مساحات الأرض ودرجة التلف النسبية التي لحقت بهذه الأرضيات ودرجة التهوية في صالة الألعاب الرياضية ونوع لمعدات البيئية المستخدمة في أخذ هذه العينات.

وُخرا ظهر بديلا للمحفزات خاليا من الزئبق يستخدم لإنتاج البولي يوريثين ويعتمد على البزموت والتيتانيوم وغيرها من المواد لتستخدم كعوامل حفازة بدلا من الزئبق. توجد معلومات عن المناطق او الدول التي لا زالت تستخدم محفزات الزئبق لتصنيع البولي يوريثين.

هناك أيضا بعض المواد الكيميائية الأخرى المصنعة باستخدام المواد الحفازة المحتوية على الزئبق مثل خلات الفينيل - أمينو أنثراكيوم ، ومن الممكن قد تكون هذه الاستخدامات وغيرها قد توقفت على المستوى العالمي ولكن يتعين التحقق من ذلك.

م الزئبق تجاريا كعامل حفاز وعلى نطاق واسع في صناعة مونومر كلوريد الفينيل (VCM) وكما يبدو أن هذا الاستخدام لا يزال ينمو. وكلوريد الفينيل C_2H_3Cl هو المادة الرئيسية في صناعة البلاستيك البولي فينيل كلورايد (PVC) والمعروف أيضا باسم الفينيل. ويتم إنتاج كلوريد الفينيل باستخدام الأسيتيلين (C_2H_2) . حيث يتم خلط الأسيتيلين مع كلوريد الهيدروجين (HCl) ويمرر المخلوط من خلال كلوريد الزئبق () لإنتاج مونومر كلوريد الفينيل. واستمرت الولايات المتحدة في تصنيع وريد الفينيل الاسيتيلين بمحفز كلوريد الزئبق حتى عام .

إنتاج كلوريد الفينيل في معظم البلدان لا يستخدم مركبات الزئبق ذلك يستخدم مواد حفازة أخرى في عملية التصنيع. وفي معظم البلدان لا يستخدم الأسيتيلين كمادة خام هيدروكربونية في إنتاج كلوريد الفينيل ويستخدم بدلا منه الإيثيلين. وهناك فرق هام

بين هاتين المادتين ، حيث يتم إنتاج الإيثيلين من البترول أو الغاز الطبيعي بينما يتم إنتاج الأسيثيلين من الفحم.

وحتى وقت قريب كان استخدام الإيثيلين كمادة خام لتصنيع كلوريد الفينيل . ولكن مع ارتفاع أسعار البترول والغاز الطبيعي زادت تكلفته بالنسبة إلى سعر الفحم ، وأصبح استخدام الأسيثيلين مرغوبا أكثر لرخصه. وهذا هو الحال في عدة دول خاصة الصين والتي يتحتم عليها أن تستورد النفط ، ولديها احتياطات كبيرة من الفحم الذي يتم استخراجها بتكلفة . وهناك عامل آخر قد أحبط بناء مصانع جديدة لإنتاج كلوريد الفينيل باستخدام الإيثيلين كمادة أولية هـ التقلبات الكبيرة في أسعار النفط. وتشعر شركات إنتاج البولي فينيل كلوريد Poly vinyl chloride (PVC) في شمال غرب الصين والقريبة من مناجم الفحم لاعتمادها على امدادات منتظمة من الفحم الرخيص. وهذه الاعتبارات لم تؤد فقط الى النمو السريع لمصانع مونومر كلوريد الفينيل باستخدام مركبات الزئبق كعامل حفاز في الصين ، لكنها يمكن أيضا أن تطبق في أماكن أخرى وتشجع مزيد من المناطق والدول على التوسع في هذه

واستنادا إلى المعلومات المقدمة إلى المنظمات غير الحكومية ، مجلس الدفاع عن الموارد الطبيعية (NRDC) من مركز تسجيل المواد الكيميائية (CRC) بهيئة حماية البيئة الصينية ، أن إجمالي إنتاج البولي فينيل كلوريد بالصين يبلغ حوالي مليون طن مترى ، مليون طن متري في عام استخدامهم لكلوريد الزئبق كمادة حفازة. ولا تتوفر معلومات عن مزيد من التوسع في هذه ، ولكن الواضح هو المعدل السريع في نموها بين عام محتمل أن هذا النمو قد استمر.

والعوامل الحفازة المستخدمة في المصانع هي صورة من صور الكربون المنشط المشرب بكلوريد الزئبق. وعندما يتم تثبيت المواد الحفازة ، فإن نسبة كلوريد الزئبق تكون ما بين - % . وبمرور الوقت تستنزف وتتناقص كمية كلوريد الزئبق ، % ، يتم استبدال العامل الحفاز. ولا يعرف مصير الزئبق المفقود من المحفز فلا زال غير مفهوما.

ووفقا لتقديرات مركز تسجيل المواد الكيميائية في الصين ، فإن كمية الزئبق الموجودة في المواد الحفازة التي تم استخدامها واستبدالها في و وقد أرسلت هذه المواد الحفازة المستعملة لإعادة التدوير والمعالجة. وقد أمكن استعادة ما يقرب طن متري من الزئبق ، وهذا يوحي بأنه في عام أسفر تصنيع مونومر كلوريد الفينيل في الصين عن فقدان البيئة .

ولا يوجد لدى المجتمع الدولي حاليا بيانات عن انبعاثات الزئبق من مصانع إنتاج مونومر كلوريد الفينيل التي تستخدم كلوريد الزئبق كمادة حفازة أو من مرافق إعادة التدوير لتلك المواد الحفازة المستنفذة ، حيث ان الخبراء الذين أعدوا التقرير ليس لديهم بيانا مع بيانات "تقييم الزئبق في الجو والغلاف الجوي العالمي" لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة والذي يعتبر محطات تصنيع مونومر كلوريد الفينيل على أنها لا الهواء والغلاف الجوي (أى أن انبعاثات الزئبق منها تسلوى صقرا). هذا يعني أن تقدير برنامج الأمم المتحدة للبيئة ن إجمالي الانبعاثات العالمية لزئبق من جميع المصادر بأنها طن متري سنويا لا تشمل أي انبعاثات للزئبق مرتبطة بتصنيع كلوريد الفينيل كجزء

ونظرا لتوسع الصين في إنتاج مونومر كلوريد الفينيل باستخدام مركبات الزئبق كعامل حفاز ، الغير مدرجة في التقرير ستستمر في الزيادة مع مرور . وبالإضافة إلى ذلك ، فإن مصنعي كلوريد الفينيل الذين يستخدمون الزئبق كمادة حفازة

قادرون على توفير فى تكاليف المواد الأولية مصنعين كلوريد الفينيل ين
يستخدم وبمرور الوقت سيشكل هذا تسويقي
من الشركات فى بلدان أخرى لتحويل بولى فينيل كلوريد
الطبيعي خلال عملية التصنيع كمواد أولية سيتيلين/ كلوريد الزئبق

وسيساعد وجود اتفاقية عالمية
فى صناعة المواد الكيميائية. عمليات أخرى غير تصنيع كلوريد الفينيل
حيث أنه سيكون رية عليها)
السريع منها هذه العمليات التي تستخدم فى بعض .) يساعد
ذلك على إغلاق الباب على الاحتمالات المستقبلية للانبعاثات من هذه العمليات.

إنه من الصعب التوصل لموافقات مقاييس وحدود اتفاقية
فى إنتاج كلوريد الفينيل. وكخطوة فورية ، تتطلب الاتفاقية تحسين عمليات
مصير الزئبق تصنيع
كلوريد الفينيل. وسيكون ذلك مثالي أن يكون الهدف هو إ تدريجي
هذا الزئبق جميع الاستخدامات الأخرى الكيميائية
. ولكن هذا يتطلب جهدا كبيرا على المدى الطويل. مؤقتة تشجيع
خالية من الزئبق التي يمكن استخدامها مع الاسيتيلين.
آخرون البحث فى مجال تطوير تقنيات لإ ثيلين من الفحم لتي من شأنها أن تسمح
كوسيلة لتصنيع كلوريد الفينيل عمليات لا تتطلب استخدام
. ورغم أن هذه الاقتراح لسببين. يسعى حاليا
بطرة على تغير المناخى ، فليس من المناسب تعزيز تقنيات حديثة حيث انه
المصادر الرئيسية للانبعاثات الغازات الرئيسية
أنه على الرغم من أن تصنيع كلوريد الفينيل باستخدام الإيثيلين كمادة لية ي
فهو لا يزال عملية للغاية حيث أنها تطلق ملوثات بيئية خطيرة مثل
الديوكسين.

٩- مصادر الزئبق غير المقصودة

وتشمل مصادر الزئبق غير المقصودة عمليات الحرق والتنظيف وتكرير الوقود الحفري
والتقيب عن المعادن وتعدين وتنقية خامات المعادن
الزئبق فى العمليات التي تستخدم درجات الحرارة العالية مثل إنتاج الأسمنت. ووفقا لتقديرات
برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، فإن الانبعاثات من هذه المصادر غير المقصودة فى الهواء تساهم
% من إجمالي انبعاثات الزئبق فى الهواء الجوى العالمي من جميع مصادر
الأنشطة البشرية الصناعية.

٩-١ محطات الطاقة التي تعمل باحتراق الفحم

وفقا لتقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة لعام
" ، فإن أكبر مصادر الأنشطة البشرية الصناعية للانبعاثات الزئبق هى ح
تقييم هذه التقديرات هو أن محطات توليد الطاقة الكهربائية
% من جميع انبعاثات الزئبق من الأنشطة البشرية الصناعية العالمية كما تطلق
مصادر التدفئة والتسخين الصناعية والسكنية انبعاثات إضافية من الزئبق تقدر بـ % .
والزئبق يوجد فى الفحم بكميات ضئيلة جدا حيث تتراوح بين - مليجرام من
الزئبق لكل كيلوجرام من الفحم (جزء فى المليون) . ورغم ذلك فإن كمية الفحم المحترق سنويا
لإنتاج الطاقة الكهربائية لأغراض التدفئة والإضاءة هائلة جدا حتى أنه وفقا لتقديرات برنامج
الأمم المتحدة للبيئة فى عام طن متري من انبعاثات الزئبق فى الهواء

احتراق الفحم وانبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحرارى

يساهم احتراق الفحم بحوالي % العالمية. ويتم حاليا مناقشة التدابير المقترحة للحد من احتراق الفحم في سياق المفاوضات الحكومية الدولية العالمية لاعتماد اتفاقية جديدة بشأن تغير المناخ حتى الآن والتي ستحل محل بروتوكول كيوتو. وفي إطار مفاوضات تغير المناخ أشارت حكومات عدد من الدول العظمى الموافقة على التدابير الملزمة التي من شأنها أن تقيد بشكل كبير احتراق . وقد أعلن البعض منهم بالحاجة الملحة للتوسع في توليد الطاقة الكهربائية الوطنية باعتبارها جزءا هاما من استراتيجياتها الوطنية للتنمية الاقتصادية ، ومن غير المحتمل أن توافق مؤثرة التي لا تزال تعارض فرض قيود ملزمة على احتراق الفحم في سياق المفاوضات الخاصة بتغير المناخ على فرض قيود ملزمة مماثلة على احتراق الفحم خلال مفاوضات اتفاقية الزئبق. ولذلك لن يكون واقعا استعراض مفاوضات اتفاقية الزئبق باعتبارها بديلا للتوصل الى اتفاق بين الحراري من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم قبل مراجعة هذه الحكومات نفسها وتغيير وضعها في مفاوضات تغير المناخ.

ومع ذلك ، فقد خلقت مفاوضات اتفاقية الزئبق موقعا ثانيا لمناقشات دولية رفيعة المستوى حول الآثار الضارة لاحتراق الفحم ، كما أنها تفتح فرصا إضافية لتعزيز كفاءة الطاقة وحفظها جنبا

ولحساب التكاليف الحقيقية لاستخدام تقنيات احتراق الفحم يجب أن يدرج في معادلة التكلفة أضرار الفحم على البيئة العالمية وعلى صحة الإنسان والتي يتناولها هذا الكتيب. أيضا الأضرار المرتبطة بثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين والعديد من الملوثات السامة والخطرة الصادرة من هذه المحطات التي تعمل بالفحم. وأخيرا لحساب التكاليف الحقيقية لاستخدام تقنيات احتراق الفحم يجب أن يؤخذ في الاعتبار التكاليف المرتبطة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري والتغير المناخي.

وسوف تنجح الجهود المبذولة للتخلص التدريجي من تقنيات احتراق الفحم عند وضع الآليات العالمية المعمول بها لتأكيد أن هذه التكاليف وغيرها المرتبطة باستهلاك الفحم قد تم إدراجها في . وعندما يحدث ذلك ، سيكون واضحا أن تداخلات كفاءة الطاقة

ومصادر الطاقة البديلة

هي في الحقيقة أقل تكلفة من تقنيات الفحم.

وعلى الرغم من أن مفاوضات اتفاقية الزئبق من غير المحتمل أن تكون موقعا بديلا للتفاوض بشأن تدابير الحد من التغير المناخي ، فإن عملية التفاوض يمكن أن تكون مفيدة جدا في تعزيز الفهم العام واعتراف الحكومات بالتكاليف الصحية والبيئية المرتبطة باحتراق الفحم.

مفاوضات الزئبق أيضا على إمكانية وضع تدابير مل

– أن تطلب محطات توليد الطاقة سواء الجديدة أو القائمة بالفعل

في بلادهم أن تلتزم بالحد الأدنى من الكفاءة و/ أو بمعايير مكافحة /

المعايير الأعلى لمكافحة التلوث بصورة عامة فستؤدي إلى زيادة التكاليف.

تتضمن الاتفاقية الأحكام التي تعزز أو تطلب استخدامات فعالة من حيث التكلفة ، وممتاحة وتقنيات بديلة والتي تؤدي إلى منع أو إزالة أو تقليل انبعاثات الزئبق إلى حدها الأدنى إذا استطاعت هذه التقنيات تلبية احتياجات الطاقة الوطنية أو المحلية. وأخيرا ، فإن اتفاقية الزئبق ستعمل على إيجاد آليات لتقديم المساعدات المالية والفنية التي تدعم تنفيذ معاييرها ، والتي سوف تنتم المساعدة المالية والفنية المقدمة في إطار نظام التغير المناخي الدولي.

إن كمية انبعاثات الزئبق من محطة طاقة تعمل بالفحم تتعلق تقريبا بكمية الفحم المحترق لتوليد وحدة من الكهرباء. فالأمور الأخرى متساوية ، فمحطة الطاقة الأكثر كفاءة تستهلك قدرا أقل من الفحم لإنتاج كيلوات/ ساعة من الكهرباء وبالتالي تنبعث كميات أقل من الزئبق لكل وحدة من الكهرباء من محطة طاقة أقل كفا .

ويمكن تحقيق زيادة في كفاءة محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم عن طريق بعض التدابير والأجراءات مثل تحسين أو استبدال الشعلات، وتحسين كفاءة الاحتراق، وكفاءة الغلايات وأجهزة نقل الحرارة ، وتحسين تشغيل وصيانة المحطة ، وغيرها من التدابير. هناك مطالبات أنه في بعض الحالات ستساعد هذه التدابير في مضاعفة كفاءة محطة الطاقة. ويمكن بضم العوامل الاقتصادية مع نظم مكافحة تلوث الهواء اتخاذ قرارات لغلاق محطات توليد الطاقة والغلايات الصناعية القديمة منعدمة الكفاءة واستبدالهم بأخرى أكثر كفاءة أو بمصادر يلة.

ويمكن لأجهزة التحطم ومكافحة تلوث الهواء (APCDS) والتي تقوم بتنظيف غازات المداخل في محطات الطاقة بالتقاط الزئبق منها والحد من انبعاثاته. أكثر هذه الأجهزة شيوعا تلك التي تلتقط الرماد المتطاير والجسيمات الدقيقة التي تصعد مع غازات المداخل. بعضها أيضا يلتقط . وتشمل هذه الاجهزة المرسبات الإليكترواستاتيكية والمرشحات النسجية ، ونظم إزالة الكبريت من غاز المداخل. وينبغي لاستراتيجيات مكافحة التلوث بالزئبق ان تشمل استخدام أجهزة حديثة : ينبغي تحديث معدات محطات الطاقة القائمة بتنظيف غازات مداخل وتحسين التقاط الزئبق واستخدام أجهزة إضافية لتنظيف غازات المداخل. وينبغي أيضا استخدام التقنيات التي يمكن أن تزيد من كفاءة التقاط الزئبق للأجهزة المستخدمة.

وتتأثر كفاءة التقاط الزئبق لهذه الأجهزة بعوامل عدة. فعند درجات الحرارة العالية في الاحتراق في محطات الطاقة التي تعمل بالفحم ينطلق معظم الزئبق من الفحم إلى غاز . هذا الزئبق الغازي غير قابل للذوبان في الماء ، ولا تستطيع الأجهزة التقاطه بسهولة ، ومع ذلك فإن بعض من الزئبق الموجود في غازات المداخل يتم أكسدته بواسطة تفاعلات كيميائية مع مواد أخرى. هذا الزئبق المؤكسد (غالبا ما يكون في صورة كلوريد الزئبق) قابل للذوبان في الماء ، وتستطيع نظم إزالة الكبريت من غاز المداخل التقاطه. كما يميل الزئبق المؤكسد للارتباط بالجسيمات الموجودة في دخان المداخل وتكوين جسيمات مرتبطة بالزئبق . كما يمكن للمرشحات والمرسبات التقاط الكثير من هذه الجسيمات من

وبناء على الأجزاء النسبية من الزئبق والزرئبق المؤكسد والجسيمات المرتبطة بالزئبق في غازات المداخل ، وأيضا على فعالية وكفاءة استخدام الأجهزة المستخدمة في إزالة الزئبق من اخن تقدر طبقا للتقارير بنسبة ما بين - %

إن نسبة الزئبق في غازات المداخل التي يتم تحويلها إلى زئبق مؤكسد والجسيمات المرتبطة بالزئبق تعتمد على عدة عوامل ، بما في ذلك تكوين كمية غازات المداخل وخصائص الرماد المتطاير الموجود. هذه العوامل بدورها وظروف الاحتراق ، وتصميم المراحل (الغلايات) نسبة الكلور في الفحم عالية نسبيا فإن الكثير من عنصر الزئبق في غاز المداخل يميل إلى أن يتأكسد ، وعندما يكون محتوى الفحم من الكلور منخفض نسبيا تقل نسبة الزئبق الذي يميل إلى أن يتأكسد. وهكذا فإن التدابير التي تزيد من كمية الكلور الموجودة في هذه العملية يمكنها تحت ظروف معينة زيادة كفاءة أجهزة إزالة الزئبق.

وبالإضافة إلى ذلك فإن الكربون غير المحترق في الرماد المتطاير يميل لامتصاص الزئبق غاز المداخن وتكوين الجسيمات المرتبطة بالزئبق ، والكثير منها يمكن التقاطها بأجهزة مكافحة تلوث الهواء. لذلك فالبعض يدعم التداخلات التي تزيد كمية الكربون غير المحترقة الموجود في الرماد المتطاير، وبالتالي زيادة كفاءة إزالة الزئبق لأجهزة مكافحة التلوث. هذه تدخلات مع ذلك لديها القدرة على خفض الكفاءة وزيادة مخاطر التلوث الناجمة عن نواتج الاحتراق غير الكامل. وأخيرا فعندما تستخدم الطاقة من محطات الفحم عامل تخفيض التحفيز Selective catalytic Reductiun (SCR) للتحكم في انبعاث أكسيد النيتروجين ، فهذه العملية وحدها يمكنها تحويل الزئبق المعدني إلى الزئبق المؤكسد وتحسين إزالة الزئبق بأجهزة مكافحة تلوث الهواء.

وهناك عدة تقنيات تم التوصية بها لتعظيم نسب تحويل الزئبق الغازي في غازات المداخن / أو جسيمات مرتبطة بالزئبق لتحسين وزيادة نظام الاحتراق القائم ومعدات تنظيف الغاز. وهذه التقنيات تشمل ما يلي:

- وضع كواشف للفحم أو لغازات الاحتراق ذات درجة الحرارة العالية لتحسين أكسدة
- تعديل عملية الاحتراق لزيادة كمية أو تفاعلية الكربون غير المحترق في الرماد المتطاير لزيادة ادمصاص الزئبق و / أو تحسين أكسدة الزئبق.
- مزج الفحم لتغيير تركيب مكونات كوين الزئبق المؤكسد / ص الرماد المتطاير زيادة جسيمات.

الزئبق المسترد من نفايات أجهزة مكافحة تلوث الهواء

عند استخدام أجهزة مكافحة تلوث الهواء بـ مصير طويل الأجل هذا الزئبق. بعض هذه النفايات تذهب إلى مدافن النفايات أو مقالب حيث لديهم القدرة على السيطرة على إخراج الجويد غسله من التربة المحيطة وشبكات المياه. النفايات من أجهزة التحكم نفسه وهذا يمكن أن يؤدي إلى تلوث البيئة المحلية وتصريف الزئبق في المجاري المائية. الكثير من هذه النفايات يتم إعادة تدويرها لاستخدامها في تصنيع مواد البناء وغيرها من الاستخدامات.

لأحد اتحادات الـ ومجموعة التأثير، ورابطة رماد ، الأمريك بيع واستخدام منتجات احتراق الفحم ه مليار

والتي تشمل المنتجات الثانوية لـ وليد الكهرباء مثل الرماد المتطاير بقايا الناتجة من أجهزة التحكم في الانبعاثات وأجهزة إزالة الكبريت من الغازات.

يمكن استرداد النفايات من نظم إزالة غاز الكبريت ها

. في الولايات المتحدة ، على سبيل المثال ، يتم استرداد % من هذه النفايات واستخدامها ها يذهب لتصنيع حوائط البيوت. حيث يوجد

المساكن الجديد في الولايات المتحدة. %

إمدادات الجبس في الولايات المتحدة من نفايات الفحم.
من نفايات الفحم أكثر من ثلاث أضعاف التقدير السابق وحاليا يشكل أكثر من
الولايات المتحدة.

نظم إزالة الكبريت من الغاز بالمدخن تعمل في درجات حرارة منخفضة نسبيا ،
وجدت الدراسات أنه خلال استعمالها ، تتكثف القابلة للتطاير في
بخار ويتم إزالتها من غاز المدخن. هذه النظم
بهذه الطريقة. وهذا يشير أن الزئبق قد يكون موجودا في أجهزة
نظم إزالة الكبريت نفايات من هذه النظم كما ان لديه القدرة على
توجد بيانات
البيانات . حيث أجريت اختبارات في منشأة لتصنيع ألواح
ينتج من النفايات المستخرجة من أجهزة إزالة الكبريت بمحطة توليد الكهرباء .
قياس

أرج من المنشأة وكميات الزئبق التي فقدت أثناء عملية تصنيع الألواح. وأجريت
خمس تجارب على المنتجات التي تستخدم ألواح الجبس الصناعية المنتجة من مختلف محطات
توليد الكهرباء ونوعيات مختلفة من أجهزة مكافحة التلوث.
الوارد والمنتج النهائي الخارج كان % .

% .
يذكر نسب الزئبق المفقود في الاختبار الرابع ولكن على ما يبدو كان صغيرا .
%

تشير نتائج الاختبارات السابقة إلى أنه قد يكون هناك إطلاقات كبيرة من الزئبق في البيئة
وأماكن العمل أثناء تصنيع ألواح الجبس المنتجة من النفايات الصناعية المشتقة. وقد يكون
هناك أيضا إطلاقات للزئبق من الجبس الصناعي المنتج من هذه النفايات قبل ان تصل الى
إن زيادة استخدام الجبس الصناعي الناتج من هذه
النفايات قد يبطل فعالية أجهزة إزالة الزئبق من غازات المدخن لأنه قد يكون هناك الكثير من
الزئبق المتبقى في هذه الأنظمة. والذي سينطلق في وقت لاحق في البيئة قبل أو أثناء تصنيع

وقد أجريت التجارب المذكورة وتم تقديم تقرير بشأنها لوكالة حماية البيئة الأمريكية من قبل
علماء في إحدى الشركات الرائدة في تصنيع ألواح الجبس الصناعي من النفايات. وأشار التقرير

المليون () جزء في المليون () . وهاك بيانات
مستقلة قليلا ومتاحة عن محتوى الزئبق في الألواح المصنوعة من الجبس الصناعي.
إحدى الدراسات التي أجرتها وكالة حماية البيئة الأمريكية وجد أن محتوى الزئبق في اثنين
من العينات من الألواح المصنوعة في الولايات المتحدة كانت جزء في المليون ،
جزء في المليون. ووجد في نفس الدراسة أن محتوى الزئبق في اثنين من العينات
من ألواح الجبس الصناعي المصنوعة في الصين هي ليون ،
جزء في المليون. ويحتاج الأمر إلى بيانات أكثر استقلالا عن محتوى الزئبق في الواح
الجبس الصناعي المنتج من النفايات.

ويبدو أنه ليس هناك دراسات متاحة عن التعرض للزئبق للعمال الذين يقومون بتركيب هذه
قام بها بعض العلماء والمستشارين في الصناعة
تهدف إلى توضيح أن وجود الزئبق في هواء الأماكن المغلقة والغرف المجهزة بالواح الجبس
الصناعي ليست مدعاة للقلق. وليس من الواضح من هذه الدراسة كيف يمكن استخدام المنهجية
ونائجها لتبرير هذا الاستنتاج. وقد احتوى التقرير على بعض البيانات المثيرة للاهتمام.

قياس تدفقات الزئبق في الغرف الصغيرة التي تحتوي على عينات من ألواح الجبس الطبيعي
وغرف تحتوي على عينات من ألواح الجبس الصناعي الناتج من النفايات. تبين وجود تدفقات
± نانوجرام لكل متر مربع في اليوم لألواح الجبس الطبيعية ، ووجدت
± نانوجرام لكل متر مربع في اليوم لألواح الجبس الصناعي الناتج
من النفايات. وقد وجد أن قياس تدفق الزئبق المرتبط بألواح الجبس الصناعي أعلى ست مرات

من الزئبق المرتبط بألواح الجبس الطبيعية. ويشير هذا إلى وجود تكون بحوث أخرى مستقلة عن انبعاثات الزئبق من الجبس الصناعي مفيدة. والرماد المتطاير الذي تم التقاطه في المرشحات النسيجية والمرسبات الالكتروستاتيكية بمحطات الطاقة التي تستخدم الفحم هو أيضا له استخدامات. ووفقا لاتحاد الصناعة الأمريكي ، يتم إنتاج مليون طن من الرماد المتطاير في الولايات المتحدة كل عام. ويتم إعادة تدوير ما يقرب من 90% من هذا الرماد المتطاير لاحقا لبعض الاستخدامات ، ويعمل مشغلي محطات الطاقة التي تعمل بالفحم ما بوسعهم لزيادة هذه النسبة. حيث يتم خلط الكثير من الرماد تطاير بنسب مختلفة في الأسمنت لعمل الخرسانة. بقوة بالرماد المتطاير وينطلق القليل جدا منه من الخرسانة الناتجة أو أثناء خلط الخرسانة وتجفيفها. ولا يوجد بيانات مستقلة كافية لدعم هذا الادعاء. ولا يبدو أن هناك أية بيانات متاحة من تقديرات إجمالي انبعاثات الزئبق العالمية المرتبطة بتصنيع واستخدام مواد البناء المنتجة من الرماد المتطاير. وعلاوة على ذلك ، قدم مشغلي محطات الطاقة في جميع أنحاء العالم ابتكارات تكنولوجية لزيادة الكفاءة الأجهزة في التقاط الزئبق ومكافحة تلوث الهواء ، وه يؤدي إلى زيادة إجمالي محتوى الزئبق في الرماد المتطاير وغيره من المخلفات. وهناك حاجة لتتبع المصير النهائي البيئي للزئبق الوارد من الرماد المتطاير والبقايا الأخرى الموجودة بأنظمة التحكم في تلوث الهواء. ارسلت محطات الطاقة بعض الرماد المتطاير الذي تم التقاطه في المرسبات والمرشحات إلى أفران الاسمنت ، حيث يخلط الرماد مع غيره من المواد الخام ويتم تسخين الخليط ليصل الى درجة مئوية. وفي هذه الحرارة العالية يتبخر تقريبا جميع الزئبق الموجود في الرماد المتطاير الذي تم إزالته في محطة الطاقة من غاز الم والمرشحات وينطلق مرة أخرى في غازات مداخن قمائن الأسمنت. ويسعى مشغلي محطات للطاقة بالفحم لاستخدام نواتج احتراق الفحم ليخفضوا من تكاليف التخلص من النفايات. وفي الوقت الذي يتحرك فيه العالم نحو تشديد الرقابة التنظيمية على من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم ، والإمدادات العالمية من الرماد المتطاير الغني بالزئبق وغيرها من مخلفات أنظمة مكافحة تلوث الهواء التي تنمو وتزداد بسرعة وحوافز للتوسع في تسويق واستخدام مخلفات أجهزة مكافحة تلوث الهواء وإيجاد أسواق جديدة. إن تطبيقات إعادة استخدام تفايات ومخلفات أجهزة مكافحة تلوث الهواء يبدو أنها سوف تعيد انتقال الكثير من الزئبق الذي سبق التقاطه بأجهزة منع تلوث الهواء في محطات الطاقة . وينبغي لاتفاقية الزئبق العالمية النظر بعناية لمنع الممارسات التي تؤدي إلى اث الزئبق والتي تسهم في تلوث الهواء والغلاف الجوي على الصعيد العالمي أو التي تلوث الهواء في الأماكن المغلقة كالمنازل وأماكن العمل.

الجوانب المحلية والعالمية للتلوث بالزئبق

تجذب انبعاثات الزئبق من محطات الطاقة التي تعمل بالفحم في كثير من الأحيان المزيد الاهتمام العام والسياسي وتحتاج لدراسة أكثر من معظم مصادر التلوث بالزئبق. لسبب واحد هو أن مراقبة والتحكم في الانبعاثات في الهواء من محطات توليد الطاقة بالفحم الضعيفة التحكم والتي لا تشمل ليس فقط انبعاثات الزئبق الغازي وإنما أيضا الكميات الضخمة من الزئبق المرتبطة بالجسيمات ، والزئبق المؤكسد (مثل كلوريد الزئبق وأكسيد الزئبق). انبعاثات الزئبق الغازي تبقى في الجو لفترة طويلة من الزمن ، فإن الزئبق المرتبط بالجسيمات والزئبق المؤكسد تميل إلى أن تبقى في الهواء لفترات أقصر في الهواء الجوي ، وتميل الهبوط مع اتجاه الرياح لهذه المحطات. فمثلا في أحد الأبحاث في ولاية أوهايو بالولايات المتحدة الأمريكية أن أكثر من 90% من الزئبق المرتبط بهطول الأمطار (الترسيب الرطب) جاءت من محطات الطاقة المحلية التي تعمل بالفحم.

والجسيمات المرتبطة بالزئبق تسقط على الأرض بالقرب من المحطة ، مما يؤدي إلى زيادة كميات ميثيل الزئبق في البحيرات والأنهار التي في اتجاه الرياح لمحطات توليد الطاقة وفي الأسماك التي يتم صيدها من هذه المياه. وعندما تبين للمنظمين وللجمهور هذا الارتباط بين لوث في محطات الطاقة التي تعمل بالفحم ، وارتفاع مستويات التلوث بميثيل الزئبق في الأسماك من البحيرات والأنهار ، يزيد الضغط الجماهيري والسياسي لرصد وتحكم أفضل لمحطة توليد الكهرباء للمكافحة والسيطرة على هذه الانبعاثات. ومن ناحية أخرى ، فإن أي مصادر للزئبق من مصادر بشرية والتي تصدر أساسا انبعاثات غازية للزئبق تميل إلى أن يكون أثرها البيئي المحلي أصغر بكثير. فتميل إلى البقاء في الجو من ستة أشهر إلى سنتين وتميل أيضا إلى الانتشار عن طريق الرياح في جميع أنحاء الأرض. ويقع هذا الزئبق في نهاية المطاف أيضا على الأرض ، ولكن مع عدم وجود ارتباط واضح ارتباط واضح بين مصدر التلوث والمساحات المائية حيث توجد الأسماك . ونتيجة لذلك لا يوجد في كثير من الأحيان فهم جماهيري وسياسي للعلاقة بين مصادر انبعاثات الزئبق الغازية وتأثيرها على البيئة. وهذه الأنشطة البشرية التي تطلق الزئبق في الجو في صورة الزئبق الغازي ، يميل التأثير إلى أن يكون عالميا عن أن يكون محليا أو إقليميا. لذا ، فهناك حاجة إلى نهج عالمي لفهم كامل لأثار هذه الانبعاثات ، واتباع هذا النهج العالمي يمكن أن نحمي بشكل فعال صحة الإنسان والبيئة منها.

وهناك استراتيجية أخرى بأنه يمكن باستخدام محطات توليد الطاقة بالفحم لخفض انبعاثات الزئبق عن طريق التنظيف بالفحم وغيره من عمليات تجهيز وإعداد للفحم قبل استخدامه. وتستخدم محطات الطاقة على نطاق واسع التنظيف بالفحم البتوميني لإزالة مخلفات التعدين ولتخفيض الرماد والكبريت. وتشير التقديرات الحالية ان الفحم البتوميني المستخدم للتنظيف للحد من انبعاثات الزئبق من محطات توليد الطاقة يقدر بنحو % . لتنظيف الفحم وعمليات معالجة الفحم التي يمكنها تحقيق مستوى أعلى من الكفاءة. ومن الأمثلة المذكورة هي تقنيات الوقود ك (K-fuel technology). والتي تستخدم فيها الحرارة والضغط لتحويل الوقود فيزيائيا وكيميائيا من رتبة منخفضة إلى رتبة عالية من الوقود الصلب الخالي من الرطوبة. وهذه العملية تزيل الرماد والزئبق ولها القدرة على إنتاج وقود ذو محتوى منخفض من الزئبق مع زيادة في القيمة الحرارية.

وفي معظم الحالات ، فالقرارات التي يتخذها المشغلين لمحطات الطاقة أو القائمين على الغلايات لاستخدام الفحم المنظف أو المعالج تحركها اعتبارات اقتصادية ، مثل الحاجة زيادة كفاءة الوقود من الفحم المتاح أو الحاجة إلى تلبية معايير مكافحة التلوث دون استثمارات ضخمة جديدة في كفاءة المحطة أو أنظمة مكافحة التلوث.

مدى تقدم عمليات تنظيف ومعالجة الفحم وهل هي قادرة على المنافسة اقتصاديا مع غيرها من تقنيات التحكم في الزئبق. ويمكن ان تؤثر اتفاقية الزئبق العالمية على الحسابات الاقتصادية مثل : تشجيع المزيد من البحث والتطوير في هذا المجال أو يمكن إيجاد حوافز للشركات لتحسين . وأيضا لاستخدام الفحم الذي تعرض لعمليات

التنظيف أو المعالجة المتقدمة.

ولاستعراض تقنيات مختلفة ، والتي يمكن استخدامها للحد من انبعاثات الزئبق من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم والغلايات الصناعية والتي تشمل ما يلي :

- إجراءات زيادة كفاءة محطة الطاقة والغلايات.
- تركيب و / أو تطوير أجهزة التحكم في تلوث الهواء.

- استخدام تقنيات متنوعة لتحويل أكثر كمالات للمزيد من الزئبق الغازي في غازات / أو الجسيمات المرتبطة بالزئبق.
- تنظيف ، مزج ، أو معالجة وتجهيز الفحم.
- الإحلال ، وهو استبدال محطات الطاقة التي تعمل بالفحم بمصادر طاقة بديلة تولد قدرا

ويمكن لاتفاقية التحكم في الزئبق تعزيز البحوث في مجال تحسين الكفاءة وخفض سعر تقنيات الحد من الزئبق والتقنيات مثل المذكورة أعلاه. بالإضافة إلى ذلك ، فإنه يمكن تعزيز الطرق التي تؤدي إلى توسيع الخيارات المتاحة. وفي النهاية ، أي من هذه التقنيات إن وجدت ، سيقدر القائم بالعمل تطبيقها من أجل الحد من التلوث بالزئبق والذي يعتمد . وسيكون أحد العوامل الهامة هي خواص وأسعار امدادات الفحم المتاحة محليا تقنيات المختلفة للتحكم في الزئبق تختلف تبعا لخواص الفحم المستخدم. الهامة الأخرى تشمل التكاليف المحلية والتقنيات المتاحة لتعزيز كفاءة المعدات لإزالة فعالة للزئبق من غازات المداخن ، وتكلفة إدارة مناسبة للنفايات الناتجة وبصفة خاصة انطلاقات نفايات الزئبق ، واحة المعرفة اللازمة لعمل اختبارات تقنية جيدة ونشرها.

في معظم الحالات حتى لو كانت الطرق والتقنيات الفعالة للتحكم في الزئبق متاحة ، فلن يستثمر مسؤلى محطة الطاقة فيها في ظل عدم وجود دوافع تنظيمية او اقتصادية أو كليهما. اقة لديها الحافز القوي لتوليد الكهرباء بأقل تكلفة ممكنة. ومن ناحية أخرى ، يمكن لمعاهدة عالمية للزئبق ملزمة قانونا بإجراءات مقيدة الحد من المزايا الاقتصادية التي يحصل عليها أكثر القائمين على تلويت البيئة والمساعدة في توفير ساحة العمل للجميع.

فإن مسؤلى المحطات ينفقون أموالهم الخاصة لخفض انبعاثات الزئبق إذا ما دفعتهم لوائح وتنظيمات وسياسة الحكومة للقيام بذلك ، وخصوصا إذا فهموا أن عدم الامتثال سيكلفهم أكثر من تكاليف الامتثال لها. بالإضافة إلى ذلك ، وحتى في غياب شروط ملزمة العمل سيوافقون على استخدام فعال لتقنيات الحد من الزئبق إذا ما تلك الحوافز تشمل المساعدة المالية أو الفنية. أو تعزيز فرص الحصول على الوسائل والتقنيات التي تعمل على تحسين كفاءة التشغيل من المحطات وبالتالي . إن التحدي الذي تواجهه الحكومات المشاركة في التفاوض على معاهدة جديدة للتحكم في الزئبق العالمي هو التوصل إلى اتفاقات بشأن مجموعة من التدابير والإجراءات التي تضم التنظيمات المعدة جيدا والقابلة للتنفيذ ، واللوائح الملزمة قانونا وأيضاً ما يكفي من الحوافز المالية والفنية الكافية والتي عند وضعها معا ستكون قادرة أن تؤدي إلى انخفاض كبير للتلوث بالزئبق في محطات توليد الطاقة.

وتحتاج مجموعة التدابير التي سوف يتم التفاوض عليها إلى التسوية والتوفيق بين الأهداف المتعارضة المساهمة إيجابيا في خفض انبعاثات الزئبق العالمية ، وفي الوقت نفسه وتعزيز التنمية الاقتصادية الوطنية وأهداف الحد من الفقر. وتحقيق هذا العمل سيحتاج إلى العمل الجاد والجهد الخلاق من قبل المفاوضين الذين يدركون الأضرار البالغة على صحة الإنسان والبيئة من جراء التلوث بالزئبق ولكن أيضا الحاجة الملحة لكثير من الدول النامية لتعزيز فرص حصولهم على الكهرباء المناسبة من خلال التوسع في القدرات الوطنية لتوليد

ومن أجل التوصل إلى اتفاقات هادفة للتحكم في انبعاثات الزئبق من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم ، قد يكون من الضروري وضع تدابير وإج . ويمكن أن تصاغ هذه التدابير والشروط بطريقة تشبه "أفضل التقنيات المتاحة" (BAT) الواردة في اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية

. ويمكن لهذه التدابير والشروط ، في إطار شروط متفق عليها ، الطلب من الحكومات الأطراف في الاتفاقية لتق / أو تشجع استخدام أفضل التقنيات المتاحة في محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم في بلدانهم. كما يمكن ربط معايير وتدابير اتفاقية أفضل التقنيات المتاحة بشكل صارم بأحكام وشروط الاتفاقية ، والتي تتناول تقديم المساعدات الفنية والمالية للدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية لضمان تنفيذ الأطراف لأحكام الاتفاقية دون تقويض لتنميتها الاقتصادية الوطنية وأهداف الحد من الفقر.

وكما هو الحال في اتفاقية استكهولم ، ليس من الضروري كتابة تعريف كالتقنيات المتاحة (BAT) والخطوط الإرشادية لها في نص المعاهدة نفسها. يمكن للمعاهدة تحديد أفضل التقنيات المتاحة من حيث المفاهيم وتوجيه مؤتمر الأطراف لتوفير فريق من خبراء أفضل التقنيات المتاحة لإعداد مسودة الخطوط الإرشادية لأفضل التقنيات المتاحة لاعتمادها بمؤتمر الأطراف وأيضا للمراجعة الدورية وتحديثها. ويمكن لهذه الخطوط الإرشادية المطورة لأفضل التقنيات المتاحة أن تشمل المراجعات والتحديثات التي تتناول الجداول الزمنية والظروف التي تحتها تصبح أحكام وشروط اتفاقية أفضل التقنيات المتاحة

وبالتوازي ، يمكن لمؤتمر الأطراف أن يتولى المراجعات الدورية للاستفادة العملية من المساعدات الفنية والمالية التي تدعم تنفيذ الخطوط الإرشادية لأفضل التقنيات المتاحة. المخرجات من هذه المراجعات سيكون مرتبطة ارتباطا وثيقا بقرارات خاصة بالجدول الزمني والشروط التي بموجبها تصبح أحكام أفضل التقنيات المتاحة ملزمة قانونا. إن هذا النهج ذي المسارين يمكنه أن يساهم في موافقات بشأن اتفاقية يمكن أن تفرض قيودا وأحكاما هادفة على محطات الطاقة التي تعمل بالفحم دون تقويض التنمية الاقتصادية والأهداف الوطنية

وكما هو الحال في اتفاقية استكهولم ، فإن الخطوط الإرشادية لأفضل التقنيات المتاحة يمكن أن يشمل أيضا الأحكام التي تشجع مسؤولي المحطات الذين يرغبون في بناء محطة جديدة لتوليد الكهرباء أو لتعديل محطة أن يعطوا اعتبارا لتقنيات الطاقة البديلة ال الزئبق أو لا تطلق الزئبق في البيئة. وإذا تمت صياغة هذه الأحكام في الخطوط الإرشادية لأفضل التقنيات المتاحة سيستخدم الدعم الفني المالي الذي قد يصبح متاحا للمساعدة في تنفيذ أحكام أفضل التقنيات المتاحة لاتفاقية الزئبق والتي يمكن استخدامها بدلا من نشر تقنيات الطاقة البديلة.

٩-٢ احتراق أنواع الوقود الحفري الأخرى

من التقديرات الشائعة لانبعاثات الزئبق من احتراق الوقود الحفري أن هناك مصادر أخرى غير محطات الطاقة التي تعمل بالفحم ، ويبدو أنها غير مكتملة وأقل دقة من تقديرات الانبعاثات. والعديد من الحكومات في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية وغيرها من المناطق احتاجت إلى رصد مكثف لانبعاثات غازات المداخن من محطات الطاقة التي تعمل بالفحم في بلادهم ، ويتضمن هذا الرصد غالبا قياسات لانبعاثات الزئبق. ونتيجة لذلك ، تم جمع الكثير من البيانات عن انبعاثات الزئبق من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم في بلدان كثيرة. جعلت هذه البيانات أنه من الممكن تطوير عوامل الانبعاثات التي استخدمت للتقدير التقريبي من انبعاثات الزئبق من محطات الطاقة حتى في الدول التي فيها يكون فيها رصد انبعاثات غازات المداخن لمحطات للطاقة أقل شيوعا. ومن جهة أخرى ، قدرت انبعاثات الزئبق من احتراق الوقود الحفري مصادر أخرى غير محطات الطاقة التي تعمل بالفحم ويبدو أنها تستند إلى بيانات أقل ودراسة محدودة النطاق.

تدفئة المساكن

تراق الفحم المستخدم للتدفئة السكنية والتجارية والطبخ وغيرها من المصادر المماثلة بحوالي % البشرية الصناعية العالمية. إن استخدام الفحم للتدفئة السكنية يطلق أيضا غازات الاحتباس الحراري في البيئة. بالإضافة إلى ذلك فإنه تساهم في تلوث الهواء المحلي وما يرتبط به من أمراض الجهاز التنفسي وغيرها. تدابير ومعايير تعزيز إمكانية استبدال الأفران التي تعمل بحرق الفحم والمواد ببدائل أقل تلويثا لأغراض التدفئة السكنية لن يخفض فقط التلوث الكلي بالزئبق في العالم ولكن يمكن أن يساعد أيضا في الحد من الانبعاثات العالمية للغازات التي تسبب الاحتباس الحراري ، وكذلك الحد من التلوث الضار للهواء المحلي.

المنتجات النفطية (البتروولية)

يسهم تكرير وحرق النفط ومنتجاته في التلوث العالمي بالزئبق. وفقا للقائمين على تقنيات ن الزئبق هو مكون شائع في البترول ، وغالبا ما يصاحب عمليات تجهيز النفط تيارات من النفايات التي تحتوي على بعض الزئبق. ونظم إزالة الزئبق شائعة في هذه الصناعة ، والحافز الرئيسي لاستخدامها هو حماية المعدات والمواد الحفازة. الزئبق تولد الحمأة الملوثة بالزئبق والرواسب وتيارات من النفايات الأخرى. حيث يكون تركيز الزئبق في عملية التغذية مرتفع جدا ، فإن نظم المعالجة و لنفايات الزئبق قد لا تكون متاحة بسهولة أو لا يمكن توفيرها.

"التقرير الفني للخلفية" م المتحدة للبيئة أوضح أن هناك بيانات محدودة عن تركيزات الزئبق الموجودة في البترول الخام ويشير إلى أن هناك تقارير منشورة بأن تركيز الزئبق في النفط الخام مرتفع ويصل إلى جزء في المليون. ورغم ذلك يخلص التقرير أن أفضل البيانات تشير إلى أن تركيزات الزئبق في النفط الخام تميل - جزء في المليون. (وعلى سبيل المقارنة ، يشير "التقرير الفني للخلفية" تركيزات الزئبق في الفحم تتراوح ما بين - جزء في المليون). ويقترح التقرير أيضا أن انبعاثات الزئبق المرتبطة باحترق المنتجات النفطية تميل إلى ان تكون أقل مرة أو مرتين أقل من انبعاثات الزئبق من احتراق الفحم ، ويستند هذا الاستنتاج إلى بيانات محدودة. وهناك حاجة إلى مزيد من العمل لوضع تقديرات أفضل للانبعاثات الزئبق ات والمصانع التي تعمل بالبترول ومنتجاته ، وهناك حاجة للعمل لتقدير انبعاثات الزئبق من المرافق والسيارات التي تحرق المنتجات النفطية.

المنتجات النفطية من الصخر الزيتي ورمال النفط

إن تكلفة إنتاج منتجات النفط من الصخر الزيتي مكلفة بالمقارنة بأسعار النفط الحالية وفي الوقت الحالي هناك مستودعات قليلة تستخدم لإنتاج المنتجات البتروولية من الصخر الزيتي. ويتم حاليا إنتاج النفط من الصخر الزيتي في البرازيل والصين وأستونيا وألمانيا. ولا توجد بيانات زيتي. ومع ذلك ، يمكن ان تطلق عملية معالجة الصخر الزيتي لإنتاج النفط بعض الزئبق في البيئة. ويوجد احتياطات كبيرة من الصخر الزيتي قد تستخدم هذه الاحتياطات بشكل متزايد لإنتاج

اجريت دراسة عن تكوينات الصخر الزيتي في النهر الاخضر واقترحت أن إنتاج النفط من الصخر الزيتي قد يساعد على اطلاق كميات كبيرة من الزئبق في البيئة. الدراسة استخدام ما بين - كيلوجرام من الصخر الزيتي لإنتاج لتر واحد من منتجات . وقد وجدت آثار للزئبق بتركيزات مطابقة لتركيزاته الرسوبية. وخلال عملية التصنيع يسخن الصخر الزيتي إلى درجة حرارة درجة مئوية مما يجعل هناك قدرة على انطلاق محتواها من الزئبق. كما تتوقع الدراسة أن المنشأة التي تقوم بتصنيع مكونات الصخر

الزيتى بالنهر الأخضر يمكن مليون لتر من النفط فى اليوم والذى سوف يقوم بتوليد كجم تقريبا من الزئبق فى اليوم. لهذا يجب أن تشمل الاتفاقية العالمية للزئبق على تدابير وأحكام للتحكم فى انبعاثات الزئبق من انتاج النفط من الصخر الزيتى مع التوقعات بإمكانية استخدام كميات أكبر من هذا الصخر الزيتى لاستخراج منتجات نفطية مستقبلا.

المنتجات النفطية من الرمل النفطى

نتاج منتجات بترولية من الرمل النفطى (ويطلق عليه الرمل القطرانى) يمكن أن يكون . وهناك بيانات قليلة عن انبعاثات الزئبق من هذا المصدر. وجدت دراسة حديثة دلائل على أن صناعة الرمل طلقت كميات كبيرة من الزئبق فى نهر أثاباسكا وروافده. ويجب ان تتوافر معلومات أكثر عن انطلاق الزئبق من صناعة الرمل النفطى والصخر الزيتى إنتاج منتجات نفطية.

الغاز الطبيعى

يوجد ايضا معلومات قليلة متاحة عن انطلاق الزئبق المصاحب لاحتراق الغاز الطبيعى. ذكر سابقا يزال الزئبق روثيميا من الغاز الطبيعى عند تسيله لأنه حتى فى التركيزات المنخفضة يمكن للزئبق أن يودى إلى تآكل المعدات المستخدمة. ومع ذلك فإنه خارج الاتحاد الاوروبى يوجد بيانات محدودة عن المصير البيئى لهذا الزئبق.

كما يوجد ببعض المناطق تركيزات عالية من الزئبق فى الغاز الطبيعى الناتج لديهم حيث يجب على القائمين على تلك الصناعة إزالة الزئبق اولا قبل توزيعه. وهذا الحال قائما فى بعض الدول التى تجاور بحر الشمال والجزائر وكرواثيا. واستنادا على البيانات المقدمة من برنامج الأمم المتحدة للبيئة فى تقرير " حيث وجد أن الغاز الطبيعى والذى توجد به نسب عالية من الزئبق يمكن ان يوجد فى بعض دول أمريكا الجنوبية والشرق الأقصى ودول الشرق الأوسط وجنوب أفريقيا وسومطرة ومن يتم إزالة الزئبق من الغاز الطبيعى من هذه الدول وتم توزيعه واستخدامه بهذا الشكل سيؤدى انبعاثات كبيرة من الزئبق. وكما هو الحال مع المنتجات النفطية فمن الواضح أن هناك حاجة إلى مزيد من البيانات والمزيد من العمل فى هذا لبيئة واوالجهات الأخرى.

٣-٩ إنتاج الأسمنت

وفقا لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة "التقييم العالمى للزئبق فى الهواء الجوى" سمنت سنويا ما يقدر بـ . وهو ما يقرب من % جمالى تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة لانبعاثات الزئبق من الأنشطة البشرية الصناعية فى

والكثير من الزئبق المنبعث من أفران الأسمنت يوجد طبيعيا فى المواد الخام المستخدمة فى . وهى تشمل مصادر الكالسيوم وهو العنصر الأعلى تركيزا فى صناعة لتى يستخرج منها الكالسيوم هى الحجر الجيرى والطباشير وقواقع البحر وغيرها من الصور الموجودة طبيعيا من كربونات الكالسيوم. للمواد الخام للأسمنت هى خامات المعادن والمعاد التى تحتوى على عناصر مثل السيليكون والألومنيوم أو الحديد. وتشمل أيضا الرمال والطفلة والطين وخام الحديد. هذه المواد الخام يمكن أن تحتوى على بعض كميات من الزئبق الموجودة طبيعيا ، والتى يتم مزجها وطحنها مع بعضها البعض قبل دخولها الفرن.

يقوم العديد من مشغلى أفران الأسمنت بمزج هذه الكميات من المواد الخام الموجودة طبيعيا من الرماد المتطاير المستخرج من أجهزة التحكم فى تلوث الهواء بمحطات توليد الطاقة. ن هذا الرماد المتطاير يحتوى على الزئبق التى تم التقاطه فى

المرشحات أو المرسبات في محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم حيث ينشأ الرماد المتطاير. من مشغلي مصانع الأسمنت في الولايات المتحدة بخلط مليون طن متري من الرماد المتطاير مع المواد الخام التي تدخل أفران الأسمنت.

وبالإضافة إلى المواد الخام فإن أفران الأسمنت أيضا تستخدم كميات كبيرة من الوقود لتسخين المواد الخام إلى درجات حرارة . ويشمل الوقود المستخدم في أفران الأسمنت الفحم وفحم الكوك والبتروول وزيت الوقود الثقيل والغاز الطبيعي والغاز المنبعث من مقالب الفايات والغاز الناتج من عمليات تكرير البترول. وبالإضافة إلى هذه الأنواع من الوقود الأساسي يتم إدخال المواد القابلة للاحتراق لأفران الأسمنت بما في ذلك إطارات السيارات المستعملة والنفايات الخطرة. هذا الوقود يمكن أن يحتوي أيضا على كميات كبيرة من الزئبق. وقد تشكل الغازات المنبعثة من مدافن التفايات مشكلة خاصة لأنها قد تحتوي على الزئبق الذي المحتوية على الزئبق والتي انتهى عمرها . وهناك حاجة إلى مزيد من المعلومات عن محتوى الزئبق في أنواع الوقود التي كانت تستخدم في أفران الأسمنت ، لأن جميعها من المحتمل أن تكون مصدر كبير للزئبق.

والمواد الخام المختلطة غالبا تشمل الرماد المتطاير يتم إدخالها للأفران وتسخينها إلى درجة مئوية. وفي درجات الحرارة هذه تذوب وتتفاعل العناصر في المواد الخام مع بعضها البعض لإنتاج السيليكات وغيرها من المركبات. ويطلق على هذه المادة الناتجة من الأفران متبقيات الصهر أو الكرنكل ، وتحتوي على ثلثي وزنها أو () سيليكات الكالسيوم. ويتم طحن هذه المتبقيات إلى مسحوق ، وهو المكون الرئيسي للأسمنت.

وفي درجات حرارة عالية التي وصلت لها أفران الأسمنت ، ينطلق الزئبق الموجود في المواد الخام والوقود، ويتبخر الرماد المتطاير. وقد تستطيع أجهزة التحكم ومراقبة تلوث الهواء بأفران الأسمنت التقاطه ، ولكن ينطلق معظم الزئبق إلي الجو.

قائمة الملوثات من أفران الأسمنت

لا تطلق أفران الأسمنت الزئبق ومركباته فقط في الجو ولكن أيضا ملوثات أخرى كثيرة. هذه الملوثات الرئيسية غاز ثاني أكسيد الكربون المسبب للاحتباس الحراري ، الذي ينتجه كل

خرى ما يلي :

- الرصاص ومركباته
- الكروم ومركباته
- المنجنيز ومركباته
- رابع كلوريد الإيثيلين وثنائي كلورو ميثان
- انبعاثات الجسيمات
- أكاسيد النيتروجين

• ثاني أكسيد الكبريت وحمض الكبريتيك	• الزنك ومركباته
• كسيد الكربون	• النيكل ومركباته
• الكربون المرتبط عضويا	• البنزين ، إيثيل البنزين والتولوين والزيلين
• مركبات الكلور الغازية غير العضوية	• وإثيلين جلايكول والميثيل ايزوبيوتيل كيتون
• مركبات الفلور الغازية غير العضوية HCl	• الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات
	• الديوكسين والفيوران وثنائي الفينيل متعدد الكلور

، وضعت وكالة حماية البيئة الأمريكية اللمسات الأخيرة على نظم وأحكام جديدة لمراقبة والتحكم في انبعاثات الزئبق من جميع أفران الأسمنت في الولايات . ووفقا لادعاءات الوكالة ، أنه عندما يتم التنفيذ الكامل لهذه النظم والأحكام الجديدة في ، ستخفض انبعاثات الزئبق من أفران الأسمنت بالولايات المتحدة بمقدار () . والذي سيمثل انخفاضا بنسبة % عن المستويات الحالية.

لجديدة القيم الحدية لانبعاثات الزئبق من أفران الأسمنت. ففي ظروف التشغيل العادية ستكون حدود أفران الأسمنت الجديدة () مليون ط (متبقيات الصهر) . من انبعاثات الزئبق الناتجة لكل مليون طن متري من الكرنكل. وسوف يكون إجراء عمليات رصد مستمرة لانبعاثات الزئبق من القائمين على العمل لضمان توافقها مع قيم الحدود . ن النظم الجديدة ستخفف القيود الأمريكية الحالية على استخدام الرماد المتطاير كمادة وسيطة في أفران الأسمنت ، ولكن فقط حتى موعد تنفيذ الأحكام الجديدة للحدود المسموحة لانبعاثات الزئبق. وبالإضافة الى التحكم والسيطرة على انبعاثات ن القواعد الجديدة أيضا للتحكم في انبعاثات أفران الأسمنت من المواد الهيدروكربونية والجسيمات الدقيقة والغازات الحمضية وثنائي أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين. المستمر لانبعاثات الزئبق من أفران الأسمنت هو أيضا شرط ملزم من الناحية القانونية في دولتين أخرتين على الأقل: ألمانيا والنمسا.

وقدمت وكالة حماية البيئة الأمريكية أن الامتثال لقوانين أفران الأسمنت الجديدة سيكلف الصناعة ما بين - مليون دولار سنويا ، الأحكام والقوانين نافذة المفعول. قدرت وكالة حماية البيئة إلى ن هذا النظام سيحقق فوائد بيئية وصحية تتراوح قيمتها بين - بليون دولار أمريكي سنويا.

وبناء على أحكام وقوانين وكالة حماية البيئة الأمريكية الجديدة لأفران الأسمنت ، فهناك ثلاث :
 . التخفيض الفعلي الكبير لانبعاثات الزئبق من أفران الأسمنت ممكن من الناحية التقنية.
 . هناك تكاليف كبيرة مرتبطة بالحد من انبعاثات الزئبق من أفران الأسمنت.
 . الفوائد البيئية والصحية التي يحققها الحد من انبعاثات الزئبق من أفران الأسمنت لها قيمة يمكن أن تكون أكبر سبع مرات حتى عشرون أليف خفض الانبعاثات.

وينبغي لاتفاقية عالمية للتحكم في الزئبق تعزيز وطلب تنفيذ تخفيضات جوهرية

. وحتى تكون هذه الأحكام والقواعد مقبولة فهي

ن تكون مرتبطة ارتباطا وثيقا مع توافر المساعدات الفنية الكافية والمالية للدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية.

٩-٤ تعدين وتنقية المعادن

الزئبق كعنصر ومركباته
يأنا تكون تركيزات الزئبق عالية نسبيا في هذه الخامات التي يتم إنتاج المعادن منها. ووفقا لتقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة من الانبعاثات المبلغ عنها أن الإنتاج الصناعي للذهب (دون احتساب ورش تعدين الذهب الحرفية والصغيرة) يمثل - % لمية الناجمة عن الأنشطة البشرية ، بينما تعدين وصهر المعادن الأخرى غير الذهب تقدر بحوالي % العالمية. وطبقا للتقرير فإنه لا يتم استخدام الزئبق في التعدين عن قصد لإنتاج المعادن (غير الذهب) ولا هو الاستخدام المتعمد للزئبق في صناعات تعدين الذهب. المقصود للزئبق لا يسهم سوى بجزء ضئيل من انبعاثات الزئبق من العمليات الصناعية للتعدين وتنقية المعادن. ويشير ذلك إلى أن ما يقرب من % البشرية غير المقصودة يأتي من انطلاقات الزئبق المصاحبة للعمليات الصناعية للتعدين وتنقية

ويشير تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة " تقييم الزئبق في الهواء والغلاف الجوي العالمي " حد الآليات التي تسهم في انبعاثات الزئبق من التعدين هو عوامل التعرية للصحور المحتوية على الزئبق والمعرضة حديثا. ويقترح التقرير أن المصدر الرئيسي لانبعاثات الزئبق من التعدين والتنقية ومعالجة الخامات التي يوجد بها نسبة عالية من الزئبق ، وخاصة عندما تتم معالجة هذه الخامات المعدنية باستخدام درجات حرارة عالية للصهر أو التحميص. ويقترح التقرير أيضا أن أجهزة التحكم في تلوث الهواء يمكن ن تمنع انبعاثات الزئبق في المصاهر

إن للذهب والفضة والنحاس والرصاص والزنك والزرنيق هي معادن تميل إلى أن توجد في نفس التكوينات الجيولوجية ، كما تميل أيضا إلى أن تكون متداخلة. اوت كميات الزئبق في خامات المعادن تفاوتا كبيرا. ووفقا لوكالة حماية البيئة الأمريكية بأن خامات الذهب في الولايات المتحدة تحتوي عادة على ما بين - جزء في المليون من الزئبق ، ويحتوي خام الزنك عادة ما بين - جزء في المليون من الزئبق ، كما يحتوي بين - جزء في المليون من الزئبق. وتشير التقديرات الأولية لدراسة حديثة أن مصانع إنتاج الزنك بالصين أطلقت ما بين -

كما وجدت دراسة حديثة أخرى أن مصانع الإذ الحديثة والمجهزة بأجهزة ووسائل مكافحة التلوث مثل مصنع الأحماض وبرج استخلاص الزئبق يمكن أن تقلل إلى حد كبير من انبعاثات الزئبق من مصاهر الزنك في الصين.

ويحتوي خام الحديد عادة على كمية من الزئبق أقل من معظم خامات المعادن الأخرى. ولاية مينيسوتا الأمريكية ، حيث يتم استخراج خام الحديد ومعالجته () ، تبين من اختبارات الزئبق في الخام وجود تركيزات منخفضة للزئبق في بحد أدنى المليون وبحد أقصى وصل إلى جزء في المليون على الرغم من أن معظم الخامات التي تم اختبارها كان تركيز الزئبق بها أقل من جزء في المليون. ويتم تسخين خام الحديد (البيليت) لتقليل الشوائب في الخام قبل شحنه إلى مرافق الحديد والصلب الأولية. ولاية مينيسوتا من خام الحديد ما يقدر ب - كيلو رام من انبعاثات الزئبق سنويا.

إن المصدر الرئيسي لانبعاثات الزئبق هو عملية إنتاج الحديد والصلب الأساسية وليس خام الحديد ، ولكنه فحم الكوك. فالكوك ينتج من الفحم ويستخدمه منتجي الحديد للحد من الحديد المؤكسد الموجود في الخام لتحويله إلى حديد معدني. ويبدو عمليات إنتاج الحديد والصلب الأولية تنجم عن محتوى الزئبق في فحم الكوك والتي تنطلق عند

إنتاج فحم الكوك نفسه أو استخدامه في إنتاج الحديد ، ومن ناحية أخرى فإن العملية الثانوية يستخدم فيها خام الحديد أو فحم الكوك ، ولكن يتم إنتاج الصلب من خردة الصلب مثل السيارات والأجهزة المنزلية القديمة. ومع ذلك ، فإن هناك انبعاثات كبيرة من الزئبق في عمليات الإنتاج الثانوية للصلب والتي تأتي أساسا من المفاتيح الكهربائية المحتوية على الزئبق أو الأجهزة الكهربائية الأخرى الموجودة في خردة الصلب.

تعدين خامات المعادن كمصدر هائل للتلوث بالزئبق

يشير تقرير الأمم المتحدة للبيئة " تقييم الزئبق في الهواء والغلاف الجوي العالمي " انبعاثات الزئبق الجوية العالمية من أنشطة التعدين وتنقية المعادن ناتجة من المصاهر وعمليات تنقية الخام والتي يستخدم فيها درجات الحرارة العالية وليس من عمليات التعدين نفسها. ويبدو أن تقديرات انبعاثات الزئبق في الهواء وغيرها من ملوثات الزئبق التي تنتج مباشرة من تعدين خامات المعادن قد تكون أقل من تقديراتها الحقيقية.

هذا الاستنتاج كان في أعقاب مراجعة لبيانات عام حيث وجد أن عملية حصر انبعاثات يات المتحدة والتي تغطي جميع الانبعاثات التي تم الإبلاغ عنها وكذلك عمليات التخلص من الزئبق ومركباته من مرفق لتعدين المعادن الخام و الصهر وغيرها من مرافق تنقية المعادن الأساسية.

تأتي بيانات تعدين خامات المعادن من جميع المؤسسات الأريكية التي في تطوير مواقع المناجم أو تعدين المعادن الفلزية فضلا عن المنشآت العاملة أساسا في استخلاص وتشكيل الخامات والعمليات التي تنطوي على السحق والطحن والغسيل والتجفيف والتلييد والتركيز والتكليس والارتشاح للخام. والتصفية والترويق.

والبيانات الخاصة بتنقية المعادن القادمة من جميع المؤسسات الأمريكية التي تعمل في صهر أو تصفية وترويق و/أو صقل خامات المعادن الحديدية وغير الحديدية والحديد الخام أو الخردة باستخدام تقنيات عمليات التعدين الكهربائية والعمليات التعدينية الأخرى.

وعندما ننظر بعين الا انبعاثات الزئبق ومركباته في الهواء من المرافق في الفئتين المذكورتين أنفا وت

عمليات الصهر والتنقية التي تطلق انبعاثات أعلى قليلا من انبعاثات مرافق تعدين خامات . وذكرت تقارير انبع

بالولايات المتحدة تطلق

عمليات تعدين المعادن فتبلغ

عندما نقارن انبعاثات النفايات ونقل نفايات لزئبق ومركباته من المرافق في الفئتين المذكورتين أعلاه تغير الصورة.

الولايات المتحدة عن تعدين وصهر المعادن ومرافق التنقية والتك رير بلغ جميع المنشآت

الأمريكية لتعدين المعادن

إجمالى انبعاثات الزئبق من جميع عمليات تعدين المعادن الخام أكثر نفايات وانتقالات الزئبق عام فى الولايات المتحدة الناتجة من مرافق صهر وتنقية

هذا لا يشير إلى أن عمليات صهر وتنقية المعادن والمصافي ليست مصدرا كبيرا للتلوث بل يشير فقط إلى أن تعدين خامات المعادن هو مصدرا كبيرا نسبيا يتم تجاهله من انبعاثات الزئبق في البيئة.

هناك ما يقرب من كباته التي انطلقت في البيئة في عام من عمليات التعدين بالولايات المتحدة، وكلها تقريبا بقيت داخل المواقع ثم انطلقت إلى ي كمية من هذه النفايات الخطرة فى مد وضع ما يقرب من % منها في مدافن النفايات الغير مرخصة للنفايات الخطرة. وما يقرب % - تم دفنها

في مكبات النفايات. (الوصف الفني للتخلص من هذه النفايات هي فئة " في المقابل وليس في المدافن المرخصة ويشمل ذلك أنشطة مثل وضعها في أكوام والانسكاب أو تسرب النفايات")

عندما نعتبر أن تعدين خامات المعادن في الولايات المتحدة (عند توفر بيانات جيدة ومتاحة) يشكل فقط جزء صغير من الإجمالي العالمي لتعدين خامات المعادن ون كمية الزئبق ومركباته في النفايات الملقاة في مواقع تعدين المعادن في الولايات المتحدة وحدها في سنة واحدة () جمالي العالمي للزئبق ومركباته

الواردة في جميع نفايات التعدين الملقاة في الماضي والحاضر من جميع عمليات تعدين خامات المعادن يجب أن تكون ضخمة للغاية. وتخضع هذه النفايات التي يتم إلقائها بشكل مستمر لأنشطة وعمليات التعرية الطبيعية الأخرى التي تؤدي بالتأكيد إلى انبعاثات عالية من الزئبق في الهواء ومصارف المياه وغيرها من انبعاثات الزئبق من مقابل نفايات. ولكنها غير المسجلة.

ويجب ان تهتم الاتفاقية العالمية للحد من الزئبق بمعا والانبعاثات البيئية الأخرى من تعدين المعادن الحديدية وغير الحديدية وعمليات التكرير.

١٠ - نفايات الزئبق والمواقع الملوثة

أينما استخدم الزئبق أو مركباته عمدا في منتج أو عملية ، تنتج نفايات الزئبق. حفري والعديد من أنشطة التعدين وعمليات تصنيع الخامات والمعادن المحتوية على الزئبق والتي تستخدم فيها درجات حرارة مرتفعة من شأنها إنتاج نفايات الزئبق. في العديد من المواقع تتسرب نفايات الزئبق مباشرة في التربة المحلية والمجاري المائية والمياه الجوفية مما يؤدي

١٠-١ نفايات المنتجات

يتم انطلاق جزء كبير من محتوى الزئبق في المنتجات المحتوية على الزئبق في البيئة في نهاية عمر الصلاحية والاستخدام للمنتج. وعندما يتم حرق هذا المنتج ينطلق الزئبق مع غاز : تقوم أجهزة التحطم ومكافحة تلوث الهواء بالنقاط بعض من هذا الزئبق ولكن ينطلق الباقي إلى الهواء الجوي. كما يمكن في بعض الأحيان ان يتسرب الزئبق الذي تم إلقاؤه بأجهزة التحكم في التلوث إلى البيئة.

عند إرسال المنتجات المحتوية على الزئبق لمقالب النفايات أو إلى المقابل الموجه يتسرب جزء كبير من محتواها في نطاق البيئة. هم المصادر التي يتسرب منها الزئبق هي حرائق مدافن النفايات ومقالب المخلفات. وفي عدم وجود حرائق يمكن ان يتطاير بعض من الزئبق من مكبات ومدافن النفايات منطلقا إلى الهواء الجوي. ويمكن لمركبات الزئبق الال للذوبان في الماء الموجودة في مدافن النفايات أن تتسرب من هذه المواقع بفعل المياه المياه. كما يمكن لكل من عنصر الزئبق ومركبات الزئبق ان ترتبط على حبيبات التربة وتنتقل إلى اى موقع نتيجة للفيضانات أو غيرها من الظروف.

وفي تقرير بعنوان " : أن خفض الانبعاثات العالمية من حرق المنتجات المضاف إليها الزئبق" صدره مشروع سياسة الزئبق للائتلاف العالمي لبدائل المحارق (GAIA) وشبكات المنظمات غير الحكومية الأخرى ، يقدر انطلاق ما بين طن متري من الزئبق في البيئة العالمية في عام من إجمالي كل من حرق النفايات الطبية ، وحرق المنتجات المضاف إليها الزئبق وترميد حمأة الصرف الصحي (المنتجات المحتوية على الزئبق) حرائق مدافن النفايات والحرق المكشوف لنفايات المنتجات

كما ينطلق الزئبق من المنتجات المحتوية على الزئبق من مقالب ومدافن النفايات والقمامة . كما ينطلق الزئبق من هذه المنتجات أثناء نقلها . والمدافن أو من أماكن العمل بالمقالب وخلال عمليات تداول النفايات أو كملوثات كغاز مدافن النفايات . ويتم حرق الغاز بالمدافن والذي غالباً ما يكون غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون واستخدامه كمصدر للطاقة أو طرده مباشرة إلى الهواء الجوي .

وفي إحدى الدراسات وجد أن مستويات الزئبق أكثر مرات عن المستويات المسموحة في حاوية لنقل النفايات إلى المكبات من أصل حاوية . بلغت مستويات الزئبق إلى نانوجرام لكل متر مكعب من هذه الحاويات . وفي دراسة أخرى لقياس تركيز الزئبق في اتجاه الرياح وعكس اتجاه الرياح في مكان العمل لعدة مدافن للنفايات وجد أن تركيز الزئبق في اتجاه الرياح مرتفعة بشكل ملحوظ عنه في تركيزه في عكس اتجاه الرياح (-) . وبلغت بعض القياسات

قع التي في اتجاه الرياح . وقام باحثون أيضاً بقياس محتوى الزئبق في غاز مدافن النفايات ووجدوا تراكيزاً تتراوح بين بضع مئات إلى عدة آلاف من النانوجرامات لكل متراً

وفي دراسة لقياس إجمالي الزئبق الغازي (TGM) Total gaseous mercury نفايات في الصين أحادي ميثيل الزئبق وثنائي ميثيل الزئبق في الغاز . حيث وجدت تراكيزاً من الزئبق الغازي الكلي بلغت حوالي تركيزات مجمعة من أحادي ميثيل الزئبق وثنائي ميثيل الزئبق حوالي . وأشار التقرير أيضاً أن الزئبق ينطلق مباشرة من تربة المدفن ولكن لم توجد قياسات له . وفي دراسة أخرى في الصين وجد أن تراكيزاً الزئبق الغازي الكلي في المدفن متر مكعب ، وقدرت الكمية السنوية من الزئبق المتسرب من محتوى حيث

و هناك حاجة لمزيد من الدراسة لقياس انبعاثات الزئبق والكميات المنطلقة منه في مواقع كل من دفن النفايات الموجهة ومقالب النفايات الكبيرة . وطبقاً لتقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة " كانت الكمية المقدرة من الزئبق المستخدم في المنتجات على النحو التالي:

المنتج	أقل تقدير	أعلى تقدير
البطاريات		
استخدامات طب الأسنان		
أجهزة القياس والتحكم		
الإضاءة		
الأجهزة الكهربائية والإلكترونية		
منتجات أخرى		
الإجمالي		

انخفض استخدام الزئبق في البطاريات في حين زاد استخدام الزئبق في لا يزال هناك احتمال لأضافة الزئبق في منتجات جديدة كل عام لتظل طن متري سنوياً .

إن كل منتج يحتوي على الزئبق له عمر محدد للاستخدام وبعد ذلك يتم التخلص منه أو بدلاً من ذلك يمكن لبعض منها استرجاع الزئبق منه لإعادة استخدامه أو إعادة تدويره . فعندما تتم معالجة مخلفات الأجهزة الإلكترونية والمحتوية على الزئبق للاسترجاع أو إعادة التدوير يتم يرها / أو يتم تسخينها لتطلق أبخرة الزئبق في مكان العمل والهواء الجوي . ويبدو أيضاً أن جزءاً صغيراً فقط من النفايات من المنتجات المحتوية على الزئبق في نهاي

عمر استخدامها تدار بمسئولية إدارية سليمة جيدة
لى منع انطلاقه إلى البيئة.

إن الحل طويل المدى لمشكلة نفايات الزئبق والمواقع الملوثة به هو لمنع /
التدريجي أو الحد من المنتجات والعمليات المحتوية على الزئبق
صارمة على المصادر البشرية غير المقصودة للزئبق. يجب إدارة التخلص
من المنتجات المحتوية على الزئبق بطريقة أفضل ، كما يجب التزام الشركات التي تنتج أو تبيع
منتجات تحتوى على الزئبق بالأحكام والقوانين التي يجب اتباعها للتخلص هذه المنتجات
في نهاية مدة صلاحيتها ولضمان إدارة التخلص منها بمسئولية وبطرق تؤدي إلى خفض
انبعاثات الزئبق في البيئة إلى أدنى حد. وينبغي وضع العايير واتخاذ التدابير لضمان عدم
الحرق المفتوح في الهواء وعدم إرسالها إلى مقالب القمامة أو المدافن التي من الممكن
عرضة للحرائق ، وكذلك عدم إرسالها لأماكن إعادة معالجة مخلفات الإلكترونيات والغير
مجهزة بطريقة ملائمة للإدارة السليمة للتعامل مع محتوى هذه المخلفات من الزئبق.

١٠-٢ نفايات عمليات الزئبق والنواتج الثانوية

إن المعلومات المتعلقة بنفايات عمليات الزئبق والنواتج المصاحبة للمنتج سبق تقديمها في هذا
الكتيب في فصول : مصادر الزئبق وورش تعدين الذهب صغيرة الحجم وخلايا الزئبق في
نتاج كلوريد الفينيل ومحطات توليد
الطاقة التي تعمل بالفحم وإنتاج الأسمت والتعدين الصناعي لتعدين وتكرير وتنقية المعادن

وبعض العمليات الصناعية لتعدين وتنقية الذهب والزنك تسترجع الزئبق الخام من منتجاتها
الثانوية. كما يمكن استرجاع عنصر الزئبق من نفايات مصانع الكلور-
الحفازة المستخدمة في تصنيع كلوريد الفينيل ، وفي بعض الحالات من أعمال مناجم الذهب
الصغيرة وتجار الذهب. ويعاد استخدام هذا الزئبق إما في التصنيع او يدخل مجددا الي السوق
أويرفع من الأسواق ويوضع في مرافق التخزين الطويل الأجل. حيان فإن
التصنيع والعمليات الأخرى والتي تستخدم الزئبق فضلا عن تلك التي تولد بغير قصد نفايات
. وعموما تقوم بعمليات غير كافية لمنع نفايات الزئبق من دخول
البيئة.

١٠-٣ الزئبق في التربة والمياه

بمجرد حدوث تلوث التربة أو المياه بالزئبق ، فإن جميع الخيارات المتاحة للتنظيف
والمعالجة عالية التكاليف وغير مرضية تماما. وفي بعض الحالات تستخدم أساليب لتنظيف
التربة والمياه الملوثة بتحويل الزئبق إلى وسط آخر. فعلى سبيل المثال ، بعض التقنيات تشجع
تطاير الزئبق من التربة في الهواء. ، أصدرت وكالة حماية البيئة
الأمريكية تقريرا بعنوان "تقنيات معالجة للزئبق في التربة والنفايات والمياه"
هذه الخيارات المتاحة. ويستخدم التقرير مصطلح التربة ليشمل التربة (خليط من الرمل
والطين والطمي والمواد العضوية) والأنقاض والحماة والرواسب وغيرها في البيئة الصلبة.
ويستخدم مصطلح النفايات ليشمل النفايات الصلبة غير الخطرة والخطرة الناتجة عن الصناعة.
كما يستخدم مصطلح المياه ليشمل المياه الجوفية ومياه الشرب ومخلفات مياه الصناعية
الخطرة وغير الخطرة والمياه السطحية ومياه صرف التنقيب ومياه الارتشاح وفيما يلي
ملخصا لتقنيات المعالجة المتاحة في الولايا :
تقنيات معالجة التربة والنفايات

التقنية	الوصف
التصلب / التثبيت (S/S)	يربط فيزيائيا أو يطوق الملوثات في كتلة ثابتة ، ويقال كيميائيا من خطورة النفايات عن طريق تحويل الملوثات إلى صور أقل ذوبانا، أوحركة، أوسمية.
غسيل التربة/استخلاص بالحمض	يستخدم ق

الجزء الناعم من حبيبات التربة. ويتم تعليق التربة في محلول غسي ويتم فصل الحبيبات الدقيقة من المزيج ، مما يؤدي إلى خفض تراكيز الملوثات في التربة المتبقية. ويستخدم الامستخلاص لحمض مثل حمض الهيدروكلوريك أو حمض الكبريتيك.	
تستخدم الحرارة تحت ضغط منخفض لتبخير الزئبق من الوسط الملوث ، تليها تحويل أبخرة الزئبق إلي الزئبق السائل بالتكثيف. تتطلب الغازات المنبعثة مزيد من العلاج من خلال أجهزة إضافية لمكافحة تلوث الهواء مثل وحدات الـ	التبخير الحراري/الرد بالتكثيف
بدرجة الحرارة المرتفعة نقل من حركية المعادن من خلال إدماجها كيميائيا بشكل دائم ، مقاوم للارتشاح الكتلة الزجاجية. هذه العملية قد تؤدي أيضا إلى تطاير الملوثات ، وبالتالي تقليل تركيزها في التربة والنفايات	التزجيج Vitrification

يشير التقرير ن عمليات التصليد/التثبيت هي المستخدمة لمعالجة التربة والنفايات الملوثة بالزئبق في الولايات المتحدة. وتستخدم هذه التقنية تجاريا لتلبية مستويات نظم التنظيف . ويبدو ن التقنيات الأخرى المذكورة بالتقرير لمعالجة التربة والنفايات الملوثة قل استخداما من هذه التقنية و نما تستخدم لبعض التطبيقات المحددة وبعض أنواع

ولم يوضح التقرير ي معلومات عن الثبات طويل المدى للتربة والنفايات المحتوية على الزئبق المستخدم فيها هذه التقنية مما يعنى عدم توافر البيانات الضرورية للمد بهذه المعلومات.

وهناك حاجة لمزيد من المعلومات ليس فقط عن الثبات طويل المدى في هذه التقنية ولكن أيضا بصورة كثر شمولا عن المصير طويل المدى للمتبقيات المحتوية على الزئبق والمصاحبة لتقنيات المعالجة. ولا تزال الاهتمامات منصبه نحو انطلاق الزئبق بهذه المتبقيات في الجو المسارات الأخرى التي ينطلق بها الزئبق إلى البيئة.

تقنيات معالجة المياه

الوصف	التقنية
تستخدم الإضافات الكيميائية لـ () تحويل الملوثات الذائبة إلى مواد صلبة غير قابلة للذوبان ، أو () غير القابلة للذوبان المدمص عليها الملوثات. الصلبة غير القابلة للذوبان من المرحلة السائلة بالترشيح أو الترويق	الترسيب/ الترسيب المبدئي
يقل تركيزها في الطور السائل. يتم تعبئة مادة الادمصاص في حيث كمياه ملوثة تمر خلال العمود.	الامتزاز (الادمصاص)
يفصل الملوثات من الماء عن طريق تمرير الماء من خلال غشاء شبه منفذ ، أى غشاء يسمح لبعض المكونات بالمرور بينما يمنع الأخرى.	الترشيح الغشائي
ينطوي على استخدام الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل مباشرة ع الملوثات أو تهيئة الظروف المحيطة التي تسبب ارتشاح التلوث من التربة او ترسبه/ ترسب مبدئي في المياه.	المعالجة البيولوجية

من تقنيات معالجة المياه الموضحة أعلاه ، نجد ان الترسيب/ الترسيب المبدئي هي العملية الأكثر شيوعا في الولايات المتحدة لعلاج المياه الملوثة بالزئبق. ي كثير من الأحيان تتغير

خصائص المياه مثل الحموضة (الرقم الهيدروجيني) أو تغيير الخواص الكيميائية للزئبق (Hg_2^+ to Hg_0) وفعالية هذه التقنية لن تتأثر بخصائص الوسط والملوثات بالمقارنة مع تقنيات معالجة المياه الأخرى المدرجة.

يستخدم () في الحالات التي يكون فيها الزئبق هو الملوث الوحيد المعالج والأنظمة الأصغر نسبياً فهي تحسين لتقنية أكبر. أما تقنية الترشيح الغشائي فهي الأقل استخداماً لأنه يؤدي إلى إنتاج حجم أكبر من المخلفات الأخرى من طرق المعالجة الأخرى. البيولوجية على مجال الدراسات وفي نطاق تجريبي.

١٠-٤ التخزين طويل المدى للزئبق

في فصل مصادر الزئبق من هذا الكتيب لوحظ أن كلا من الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة قد اعتمدا قوانين ونظم تحظر تصدير الزئبق. وفي بعض الظروف يكون ذلك مطلوباً على المدى الطويل لإدارة الزئبق وتخزينه سيحتاج الأمر إلى تخزين يلة المدى للزئبق ، وفي حالات أخرى سيحتاج الأمر إلى التخلص الآمن من الزئبق ضماناً لحماية صحة الإنسان والبيئة. وروبي تصنفه النظم الرسمية كنفائات مستردة ، فجميع كميات الزئبق المستردة من خلايا الزئبق في مصانع الكلور- تعدين خامات المعادن غير الحديد وكذلك من عمليات الصهر وعمليات تنظيف الغاز الطبيعي تعتبر نفائات . وهذا يعني أن الزئبق الخام المشتق من جميع هذه العمليات في دول الاتحاد الأوربي لا يمكن أن يباع أو يستخدم بل يجب التخلص منه.

وفي الولايات المتحدة ، يحظر التصدير لجميع مصادر الزئبق الخام والتي تزيد على الطلب وبحاجة إلى تخزين. والمصادر الحالية للزئبق المعروض في الولايات المتحدة تشمل الزئبق الذي يتم استرداده من التحويل أو إغلاق مصانع الكلور- من تعدين الذهب ومن بعض عمليات تنقية المعادن غير الحديدية وكذلك الزئبق المسترد من برامج جمع المنتجات وعمليات الزئبق المعاد تدويره الأخرى.

ووفقاً لتقرير تقييم برنامج الأمم المتحدة للبيئة في أمريكا اللاتينية ومنطقة الكاريبي أن هناك تزايد في التقاط الزئبق المصاحب للمنتجات من عمليات التعدين كما أن هناك زيادة في استخدام بدائل محل الزئبق والذي سيؤدي إلى زيادة فائض الزئبق في المنطقة. المنطقة أن هذا الزئبق الزائد يجب أن يدار بشكل صحيح وان يتم تخزينه لمنع عودته مرة وق العالمية. وتطلب هذه الحكومات النظر في تحديد حلول سليمة بيئياً للتخزين السليم للزئبق كأهم أولويات.

وعلى الرغم من أن مناطق أخرى مثل آسيا لا يظهر لديها فائضاً من المعروض من الزئبق حالياً أكثر من الطلب ، فمن المتوقع أن يتغير هذا الوضع بعد اعتماد اتفاقية عالمية جديدة للتحكم والحد من الزئبق وإدخال أحكامها حيز التنفيذ. وبالتالي فمن المتوقع أن جميع المناطق سوف

باسعار رخيصة وتصبح متاحة للاستخدامات غير الملائمة ، وخاصة في القطاعات التي يصعب فيها تنفيذ القيود والأحكام القانونية على استخدام الزئبق مثل مناجم الذهب الصغيرة.

الطريقة المفضلة لتخزين الزئبق في بعض الدول مثل الولايات المتحدة هي في مخازن . وعلى سبيل المثال فلدى الجيش الأمريكي مخزون كبير منه ، حيث ي تخزين الزئبق في قوارير سعة رطلا ، هذه القوارير مختومة ومعبأة في براميل محكمة جالون ، وهناك ست قوارير لكل برميل وخمسة براميل لكل منصة خشبية ، وداخل البراميل توضع القوارير بشكل فردي في أكياس بلاستيكية مختومة ومفصولة بفواصل وتوضع على حصير مواد ماصة للصدمات ، توضع بقية البراميل في صواني

على منصات خشبية لا يتم ربطها لتسهيل عمليات التفريش والمراقبة. هذا ومن المرجح أن يكون هذا الأسلوب كافياً لمنع هريب الزئبق من المستودع طالما هناك صيانة ورصد ومراقبة كافية ، وطالما أن المستودع غير خاضع لكارثة طبيعية مثل الزلازل والفيضانات والأعاصير أو قوة الرياح ، وطالما أن موقع المستودع لن يصبح منطقة حرب. ومن خيارات تخزين الزئبق الأخرى التي تستخدمها الولايات المتحدة تخزينه في عبوات واحد في زجاجات من البلاستيك.

لأوروبي والأنظمة التي تدعو لتخزينه بصورة دائمة أو مؤقتة في مناجم الملح المعدة للتخلص منه في أعماق الأرض أو تشكيلات الصخور الصلبة إذا ثبت أنها توفر مستوى . وتسمح اللوائح أيضا بالتخزين المؤقت لأكثر من فوق الأرض مخصصة أو مجهزة للتخزين المؤقت للزئبق.

ولتخزين الزئبق في مناجم الملح فإن نظم وأحكام الاتحاد الأوروبي تنص على أن الصخرة التي تحيط النفايات تكون بمثابة صخرة مضيئة يتم تغليف النفايات فيها. يجب أن يكون موقع التخزين موجودا بين طبقات صخور غير نفاذة من الأعلى والأسفل لمنع دخول المياه الجوفية . ويجب أن تكون الأعمدة والآبار محكمة خلال العملية . ويجب أن تكون مغلقة بإحكام بعد العملية. يجب غلق منطقة التخلص بسدود هيدروليكية غير نفاذة عندما يكون هناك عملية استخراج عناصر من الـ . ويجب ضمان استقرار الصخرة المضيفة أثناء العملية ، وضمان سلامة الحاجز الجيولوجي لزمان غير محدد.

وروبي أيضا بتخزين الزئبق في التكوينات الصخرية

. وتعرف بمناطق تخزين التحت ارض .
الأرض وهي من الصخور الصلبة وتشمل مختلف الصخور البركانية مثل الجرانيت والنيس والصخور الرسوبية مثل الحجر الجيري والحجر الرملي. ويسمح فيها بالتخزين المؤقت أو الدائم بشرط أن يوفر المرفق مستوى مناسب من السلامة والأمان مثل مناجم الملح. كما يطبق عليها الشروط . ويجب أن يهيأ المرفق للتخلص من الزئبق المعدني. كما يجب أن توفر الحماية ضد انبعاثات الزئبق إلى المياه الجوفية وكذلك حمايته ضد انبعاثات بخار الزئبق. ولا بد أن يكون الموقع غير منفذ للغازات والسوائل ، وأن يكون البناء قوى لا يحتاج للصيانة وينبغي أن يسمح باسترداد النفايات وتنفيذ الإجراءات والتدابير التصحيحية في المستقبل ، وينبغي أن يكون مستقرا لفترة طويلة من الزمن تصل إلى آلاف السنين. وأن يكون موقع التخزين تحت منسوب المياه الجوفية حتى لا يكون هناك تصريف مباشر للملوثات في المياه الجوفية.

وتهتم دول وأقاليم أخرى بالخيارات المطلوبة للتخزين طويل الأجل للزئبق. تقرير الخطوط الإرشادية الذي أعده برنامج الأمم المتحدة للبيئة وعرضه في الاجتماع الإقليمي لدول أمريكا اللاتينية ومنطقة الكاريبي في أبريل من عام اص موجه فوق الأرض على ان يشتمل على ما يلي :

- يجب ألا يكون الموقع سريع التأثر بالزلازل والأعاصير والفيضانات.
- ينبغي الأخذ في الاعتبار البحث عن أكثر من موقع.
-
- يجب أن يكون الموقع بعيدا عن أي أحواض مائية للأنهر والبحيرات أو مأهو
- ينبغي حماية حاويات الزئبق من المياه الجوفية.

- يجب تجنب انبعاثات بخارية خلال عمليات التعبئة والتداول والنقل الداخلى وضبط
- ينبغي حماية الموقع من تلوث المياه الجوفية والمياه السطحية.
- يجب أن يكون الموقع بالقرب من الطرق أو وسائل النقل الأساسية.
- ينبغي أن تكون البرامج في مكان الموقع لمنع مخاطر وقوع الحوادث.
- يجب أن يكون التخزين فى المسد
- وضع نظم لرصد الهواء في مكانها ، ومنع الانتشار ، وفحص دم وبول العمال...
- يجب أن يكون بالـ

• يجب أن يكون بالمستودع جبهة رصد حساسة دائمة لرصد بخار الزئبق لضمان إمكانية الكشف عن الزئبق لا تتجاوز الحد المسمود وه مليجرام زئبق/

- يجب أن يكون لدى المستودع برنامج لمنع الاسكاب والسيطرة عليه.
- ضرورة وضع معايير التعبئة.
- ينبغي أن تكون أرضيا ، كما يجب أن تكون الأرضيات مائلة فى اتجاه حوض التجميع.
- يجب أن يكون لهذه المرافق نظم أمنية كافية.
- ينبغي عدم تخزين الزئبق مع غيره من النفايات.
- ينبغي أن تكون هناك مراجعة سنوية للصيانة ومعايرة سنوية لنظم الرصد والتحكم.
- ينبغي أن يكون المرفق خضوع الم تودع لمراجعة دورية دقيقة مستقلة.

وروي أن عملية التخزين فوق سطح الأرض تجعل الزئبق لا يزال موجودا في المحيط الحيوى لجميع الكائنات. ولاحظوا أيضا أن سلامة هذا الاختيار يعتمد على الاستقرار السياسي ، وأن التخزين فوق الأرض قد لا يكون حلا دائما.

وناقش مسودة التقرير أيضا عمليات التخلص تحت الارض. والاعتبار الرئيسي في التخلص تحت الارض هو عزل النفايات من المحيط الحيوى في تكوينات جيولوجية والتي من المتوقع أن تظل مستقرة على مدى فترة زمنية طويلة جدا. ويكون ذلك أفضل فى أعماق الأرض ، حيث يتم وضع الزئبق في حاويات قبل وضعه في المنجم. ويتم التأكد من الاحتواء والعزل فى الحاويات ، والحواجز الإضافية والحواجز الطبيعية التي توفرها الصخور المضيفة. وتشير مسودة التقرير إلى أن أنواع الصخور وأنواع التربة الشائعة تشمل الطين والملح القوية الصخور المنصهرة والمتحولة أو البركانية مثل الجرانيت والنيس والبازلت ، ويتوقف العمق على نوع التكوين المستخدم وقدرة العزل فى التكوينات التي تكسوها.

(ليست جميعها متوافقة مع بعضها البعض) لتخزين النفايات تحت الأرض في مواقع التنقيب فى المناجم القديمة :

- ينبغي أن تكون متاحة وغير مستخدمة وأن تكون مناطق المناجم البعيدة عن مناطق التنقيب النشطة ويمكن عزلها عن مناطق التعدين النشطة.
- يجب ان تبقى التجاويف مفتوحة حتى لا يضطر عمال المناجم إلى ردمها.
- يجب ان تكون تجاويف التنقيب مستقرة ويمكن الوصول إليها حتى بعد مرور فترة زمنية طويلة.
- يجب أن يكون المنجم جاف وخالي من المياه.
- يجب أن يتم عزل الفجوات التي سيتم تخزين النفايات بها عن الطبقات الحاملة للمياه.
- تحسين السلامة وتبسيط تداول الزئبق كما يجب تثبيت الزئبق أي أنه ينبغي معالجته كيميائياً لتحويله إلى كبريتيد الزئبق.
- يجب ان % لأن الشوائب تزيد درجة الذوبان
- ينبغي ألا يكون هناك عوامل مؤكسدة في المناطق القريبة من الزئبق.
- البخاري للزئبق ، يحتاج المرفق لأنظمة تهوية.
- تعتمد معايير قبول النفايات على الإطار القانوني المحلي.

كما استعرض الاجتماع الإقليمي الآسيوي أيضا الخيارات المتاحة لتخزين الزئبق الطويل . وقد تم إعداد التقرير من بعض المؤسسات والمنظمات الآسيوية عن الخيد :
المستودعات فوق الأرض ذات التصميم لخاص ، التكوينات الجيولوجية تحت الأرض مثل مناجم الملح والتكوينات الصخرية الخاصة والتصدير إلى المرافق الخارجية. وخلص واضعو التقرير أن أهم المتطلبات لإدارة الزئبق على المدى الطويل هي الظروف الجوية الجافة والاستقرار السياسي والمالي الاقتصادي والأمن البيئي.

وقد أوصوا بأن إنشاء مرافق تخزين الزئبق ينبغي أن تسير جنبا إلى جنب مع الجهود الرامية إلى إنشاء مرافق لمعالجة النفايات الغنية بالزئبق. وأشاروا إلى أن هذا سوف يكون مكلفا ، و ستكون هناك حاجة إلى آليات خاصة لعرض كل من التكلفة المالية والجوانب القانونية.

ويشير واضعو التقرير أيضا إلى أن البلدان التي لديها صحارى ووضع اجتماعيا وسياسيا مستقرا ، وينبغي عليهم أن يولوا اعتبارهم لاستضافة منشأة التخزين فوق سطح . كما يوصون دول آسيا بعدم الاستمرار في استخدام تشكيلات جيولوجية تحت الأرض لتخزين الزئبق بسبب ارتفاع تكاليفها ونقص في المواقع المناسبة. ويوصي أيضا بأن الدول التي ليس لديها صحارى وتلك التي يحتمل أن تكون غير مستقرة أن تصدر ما لديها من الزئبق والنفايات الغنية بالزئبق إلى الدول التي لديها مرافق تخزين آمن وطويل الأجل للزئبق بعد إجراء الترتيبات مع هذه الدول.

وعلى المفاوضات لوضع اتفاقية عالمية للزئبق المضي قدما وكذلك إجراء المناقشات حول كيفية إنشاء مرافق للتخزين طويل الأجل و / ، حيث أنه بعد اعتماد الاتفاقية الجديدة ودخول أحكامها حيز التنفيذ ستكون هناك حاجة متزايدة لمثل هذه المرافق في جميع المناطق.

١١- نحو اتفاقية عالمية للتحكم في الزئبق

في فبراير من عام ، اجتمع مجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة في نيروبي بكينيا دولة ووافقوا على إنشاء اللجنة الحكومية الدولية للتفاوض على نصوص اتفاقية عالمية ملزمة قانونا للتحكم في الزئبق. المفاوضات الحكومية الدولية بشأن نص اتفاقية ينبغي أن يبدأ في عام بهدف الانتهاء ن المفاوضات واعتماد الاتفاقية في المؤتمر الدبلوماسي الذي سيعقد في .

لقد بدأت بالفعل منذ فترة ليست بالقليلة المناقشات الحكومية الدولية عن الحاجة إلى تحرك تم مناقشتها من قبل الاجتماع الوزاري الثاني طب الشمالي الذي عقد في بارو بولاية الاسكا. ومجلس القطب الشمالي هو منتدى

اتفق ممثلو الحكومات أن الثماني دول بالقطب الشمالي ستتنسق معا بشكل وثيق في المسائل البيئية ذات الأهمية . وأشاروا إلى أن إنطلاقات الزئبق لها آثار ضارة على صحة الإنسان ويمكن أن يدمر النظم البيئية ذات الأهمية البيئية والاقتصادية ، بما في ذلك ولمعالجة هذه الأمور ، دعا مجلس القطب الشمالي برنامج الأمم المتحدة للبيئة للبدء في تقييم عالمي للزئبق الذي يمكن أن يشكل الأساس لعمل دولي مناسب أن دول القطب الشمالي سوف تشارك بفاعلية في هذا التقييم.

١-١١ التقرير العالمي لتقييم الزئبق

في استجابة لهذا الطلب من قبل مجلس القطب الشمالي ، أعد برنامج الأمم المتحدة للبيئة تقريرا عن "تقييم الزئبق العالمي" الذي صدر في ديسمبر عام . ومن بين النتائج الرئيسية للتقرير ما يلي :

- **الزئبق موجود على نطاق واسع في البيئة:** زادت مستويات الزئبق في البيئة بشكل كبير منذ بداية العصر الصناعي ووساط البيئية المخت والمواد الغذائية () في جميع أنحاء العالم على المستويات التي تؤثر سلبا على البشر والحياة البرية.
- **الزئبق ثابت ويدور على مستوى العالم:** يستقر الزئبق في البيئة حيث يدور فيما بين الهواء والماء والرواسب والتربة والكائنات الحية في أشكال مختلفة. ضيف الانبعاثات الحالية إلى إجمالي الزئبق العالمي وهو في حركة مستمرة ويتساقط على الأرض وفي المياه ثم يعاود تحركه في البيئة ، ويمكن ان يتحول الزئبق إلى ميثيل الزئبق الذي لديه (التراكم الحيوى) ويتركز وينتقل في سلسلة الغذاء (خم الحيوى). وتفريبا يتحول كل الزئبق في الأسماك إلى ميثيل الزئبق.
- **التعرض للزئبق له تأثيرات خطيرة:** يتسبب الزئبق في مجموعة متنوعة من التأثيرات الضارة على صحة الإنسان والبيئة في جميع أنحاء العالم. نتيجة استهلاك الأسماك ومن الاستخدامات والمهنية والمنزلية وألمجم حشو الأسنان واللحقات المحتوية على الزئبق. للزئبق وأبرزها الأجنة وحديثي الولادة وصغار الأطفال والشعوب الأصلية الأخرى التي تستهلك في غذائها كميات كبيرة من الأسماك والثدييات البحرية الملوثة بالزئبق فضلا عن العمال المعرضين للزئبق. وفي أجزاء كثيرة من العالم تعتبر الأسماك جزءا هاما من الوجبات الشائعة التي توفر العناصر الغذائية الغير متاحة في مصادر الأغذية البديلة. ويشكل التلوث بالزئبق خطرا كبيرا على هذه الإمدادات الغذائية. البيئية والحياة البرية عرضة أيضا للزئبق ، بما في ذلك الطيور الآكلة للأسماك وكذلك

الثدييات ، والنظم البيئية في القطب الشمالي ، والأراضي الرطبة والنظم البيئية الاستوائية ومجتمعات الأحياء الدقيقة في التربة.

■ **التدخلات للسيطرة على تلوث الزئبق يمكن ان تكون ناجحة:** يمكن معالجة الزئبق من خلال مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى تخفيض في استخدام الزئبق واطلاقه والتعرض له على المستوي الوطني والإقليمي والعالمي.

■ **الحاجة إلى تحرك عالمي بسبب عدم كفاية الجهود المحلية والإقليمية فقط :** الانتقال بعيد المدى فقد تتأثر لتي لديها الحد الأدنى من انبعاثات الزئبق تأثيرا سلبيا من الزئبق. وقد لوحظ ارتفاع مستويات الزئبق في منطقة القطب الشمالي البعيد عن مصادر أي نوع من إطلاقات الزئبق الواضحة. وغالبا ما تهاجر الأسماك في المياه الدولية إلى أماكن بعيدة ومتنوعة ، وبعد صيد الأسماك تجاريا عادة يتم تصديرها إلى البلدان البعيدة عن موطنها الأصلي. وهذا يجعل التلوث بالزئبق قضية عالمية حقا ، ويمكن أن تؤثر على صناعة صيد الأسماك ومستهلكي الأسماك في

■ **قد يكون الزئبق مشكلة هامة خاصة في المناطق الأقل نموا:** استجابة لتزايد الوعي نحو الأضرار التي يسببها الزئبق وخفض كثير من الدول الصناعية استخدامها الزئبق إلى حد كبير أصبحت هناك بدائل تنافسية متاحة تجاريا بالنسبة لمعظم الاستخدامات

وهذا بدوره شجع الاستخدام المستمر أو زيادة استخدام الزئبق وتقنيات الزئبق التي عفا عليها الزمن في المناطق الأقل نموا. وليس من الغريب أن هذه الدول تعاني بقدر غير لبعض المخاطر الصحية والبيئية المرتبطة بالزئبق.

في الفصل الأخير يستعرض تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة عن "التقييم العالمي لخيارات لمعالجة الآثار الضارة للتلوث بالزئبق على الصعيد العالمي. ومن بينها الشروع في مفاوضات من أجل إبرام اتفاقية ملزمة قانونا للتحكم في الزئبق.

٢-١١ قرار التفاوض لاتفاقية التحكم في الزئبق

قشة القضايا المتعلقة بالعمل الدولي بشأن الزئبق في الاجتماعات الدورية التي تعقد كل عامين لمجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة. وزاد التأييد لوضع اتفاقية عالمية للتحكم

/ يث اتفقوا على بدء مفاوضات بشأن اتفاقية عالمية ملزمة قانونا للتحكم على الزئبق.

يعترف القرار / بأن الزئبق مادة كيميائية ذات اهتمام عالمي بسبب انتقاله بعيد ، وثباته في البيئة ، وبسبب قدرته على التراكم في الأنظمة البيئية وآثاره السلبية الكبيرة على صحة الإنسان والبيئة. وفي هذا القرار وافقت الحكومات على البدء في مناقشات اتفاقية يمكن أن تشمل النهجين الملزم والطوعي ، يمكن أن تشمل النهجين الملزم والطوعي، وكذلك الأنشطة المؤقتة للحد من المخاطر على صحة الإنسان والبيئة.

لتزامات تتطلب بناء القدرات والمساعدة التقنية والمالية للدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية. وينص القرار على أن الاتفاقية ينبغي أن تشمل الأحكام التالية :

(تحديد أهداف الاتفاقية

(الحد من المعروض من الزئبق ، وتعزيز القدرات من أجل تخزين السليم للزئبق.

(خفض الطلب على الزئبق في المنتجات والعمليات

(خفض التجارة الدولية في الزئبق

(هـ

(التعامل مع النفايات المحتوية على الزئبق ومعالجة المواقع الملوثة

(زيادة المعرفة من خلال تبادل المعلومات والتوعية العلمية)
(تحديد الترتيبات اللازمة لتوفير بناء القدرات والمساعدات الفنية والمالية)
(.)

(/) اتفقت الحكومات أيضا على أن المشاركة في مفاوضات اللجنة الحكومية الدولية ينبغي أن تكون متاحة ليس فقط للحكومات والمنظمات الإقليمية للتكامل الاقتصادي ولكن أيضا للمنظمات الدولية الحكومية والمنظمات غير الحكومية ذات الصلة بما يتفق مع قواعد الأمم المتحدة.
وأخيرا (/) وافقت الحكومات على أن القرارات الدولية بشأن الزئبق لا ينبغي لها الانتظار حتى الانتهاء من عملية المفاوضات للاتفاقية ولكن ينبغي أن يستمر في المجالات التالية :
(تعزيز قدرات تخزين الزئبق.

(خفض مصادر الزئبق ، على سبيل المثال ، التنقيب والتعدين الأولي للزئبق.
(تنفيذ مشاريع رفع الوعي والمشاريع الإرشادية في الدول الرئيسية للحد من استخدام دين الذهب بواسطة الحرفيين في الورش الصغيرة.
(الحد من استخدام الزئبق في المنتجات والعمليات وزيادة الوعي حول البدائل الخالية من

هـ) تقديم المعلومات بشأن أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية وتحويل العمليات القائمة على الزئبق إلى أخرى لا تعتمد عليه.
(تعزيز تطوير قوائم الجرد الوطنية للزئبق.
(زيادة الوعي العام ودعم الإتصالات عن المخاطر.
(تقديم المعلومات بشأن الإدارة السليمة للزئبق.

١٢- التفاوض على اتفاقية عالمية فعالة للتحكم على الزئبق

ن يكون من الممكن التوصل إلى اتفاق دولي بشأن إبرام اتفاقية عالمية للتحكم على الزئبق شاملة وقوية وفعالة وفي الوقت المحدد والتوصل للنص المتفق عليه بحلول عام ليكون على النحو المطلوب كما نادى مجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة. يحدث ذلك يجب ان يكون للمنظمات غير الحكومية وغيرها من منظمات المجتمع المدني دورا بالغ الأهمية للقيام به. وهناك حاجة ن تساعد المنظمات غير الحكومية في بناء الوعي حول الزئبق في بلدانهم لدعم اتفاقية عالمية قوية وفعالة. تستطيع المنظمات غير الحكومية أن تساعد أيضا في التأثير بشكل إيجابي على ممثلى الحكومات المشاركين في عملية التفاوض.

وحيث ن الحكومات قد بدأت التفاوض على اتفاقية عالمية للتحكم على الزئبق ، سيكون من المهم لمنظمات المجتمع المدني وغيرها أن تضع في اعتبارها أن الاستفادة الرئيسية من اتفاقية عالمية فعالة للتحكم فى الزئبق سيكون للبلايين من العالم الذين يأكلون الأسماك والمحار ساسى فى وجباتهم الغذائية للسكان وخاصة من الدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية ، وسكان دول الجزر الصغيرة ، والشعوب الأصلية. بالنسبة لكثير من هؤلاء الناس فإن تجنب التعرض للزئبق الضار عن طريق تقليل أو الحد من استهلاكهم من الأسماك لوجبات قليلة أسبوعية أو شهرية ليس خيارا قابلا للتطبيق. أطفال هذه المجتمعات مشوهين قبل ولادتهم نتيجة التعرض للزئبق ، كما نهم يعانون من الأمراض العصبية مدى الحياة التي يمكن أن تقلل من قيمة حياتهم. تاج هذه الشعوب التي تعتمد على الأسماك في وجباتهم الـ دائية إلى جهود عالمية مكثفة من شأنها ن تؤدي إلى تخفيضات كبيرة في استهلاكهم لميثيل الزئبق. وتعتمد حكومات البلدان الأقل نموا والجزر الصغيرة النامية ، والحكومات الأخرى التي تمثل أعدادا كبيرة من سكانها يعتمدون على الأسماك وينبغي النظر إليها في مفاوضات الاتفاقية. وستكون هناك حاجة لى دعم فعال ومشاركتهم إذا أمكنهم إبرام اتفاقية قوية وفعالة للتحكم فى الزئبق فى العالم.

وفى نفس الوقت من المهم أيضا أن نأخذ فى الاعتبار لم سيكون من الصعب السيطرة عليه. فبعض الدول لديها خطط لزيادة كبيرة في توليد الطاقة الكهربائية باعتبارها عنصرا هاما فى استراتيجيات التنمية وبرامج الحد من الفقر. الرغم من ان محطات الطاقة التي تعمل بالفحم هى أكبر مصدر للتلوث بالزئبق وانبعثات مسببة للاحتباس الحرارى ، ومع ذلك يبدو أن هناك خططا بالفعل يتم تنفيذها على المدى القصير للعديد من محطات الطاقة الحديثة التي تعمل بالفحم سوف يستمر بنائها فى عدد . كما أن عدد مناجم الذهب الحرفي والصغير الحجم يبدو أيضا فى تزايد ، والتدابير الرامية إلى الوصول إلى انخفاضات جوهرية فى انطلاقات الزئبق من هذا القطاع سوف يكون تنفيذها صعبا ومكلفا. وهذا يشير إلى أنه على الرغم من الموافقات من جانب الحكومات للتفاوض على اتفاقية عالمية للتحكم فى الزئبق ، إلا أن التلوث الجوى بالزئبق قد ينمو.

ويمكن للمرء أن يتوقع أن عددا من الحكومات سيقاوم بشدة مقترحات باتخاذ تدابير الاتفاقية التي يمكن تعمل على تخفيض حقيقى لانبعثات الزئبق من محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم ومن بعض المصادر الأخرى غير المقصودة. ويمكن أن نتوقع أيضا أن عددا تقاوم بشدة مقترحات لاتخاذ تدابير وأحكام الاتفاقية لتضمن تدبير ما يكفي من الموارد المالية والفنية التي تم جمعها لتمكين الدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية للتنفيذ الفعال للإجراءات والمعايير الضرورية للتحكم فى الزئبق دون تقويض لأهداف الوطنية للحد من الفقر. ومع ذلك فلن تعتبر مفاوضات اتفاقية ناجحة للتحكم فى الزئبق إذا تضمنت الاتفاقية فقط الاتفاقات الطوعية للسيطرة على أكبر مصادر الزئبق لتوثا. وحتى ينظر إليه باعتباره نجاحا ، فإن الاتفاقية يجب ان تشمل التدابير والإجراءات قانونا للسيطرة على محطات توليد الطاقة والمصادر الرئيسية الأخرى لانبعثات الزئبق ، وكذلك اتفاقات لحشد وتوفير ما يكفي من الموارد المالية والفنية لضمان التنفيذ الفعال لاتفاقية

. وتحتاج الاتفاقية أيضا إن تشمل التدابير والإجراءات التي تتحد مصادر الزئبق ، والمعروض منه ، والطلب عليه ، والتجارة فيه والتي تؤدي إلى التخلص التدريجي من إنتاج وتصدير واستيراد وبيع المنتجات المحتوية على الزئبق وكذلك نفايات

وعلى الرغم من أنه سيكون من المهم عدم تقديم تنازلات عن الحاجة إلى اتخاذ تدابير وإجراءات ملزمة قانونا للسيطرة على مصادر الزئبق العالمية الكبيرة مثل محطات الطاقة بالفحم وورش التعدين الصغيرة للذهب وغيرها ، وقد يكون هناك مجالاً للتفاوض حول الجداول الزمنية للتخلص التدريجي التدابير الروابط بين التزام الدول النامية بتنفيذ التدابير الملزمة ومدى توافر المساعدة الفنية والمالية المناسبة. ضرورة شمول الاتفاقية على الأحكام التي تخول استخدام أفضل التقنيات المتاحة (BAT) لمحطات توليد الكهرباء وبعض مصادر انبعاثات الزئبق الأخرى ، وقد لا يكون من الضروري أن تكون كل التفاصيل الهامة لأحكام وشروط اتفاقية فضل التقنيات المتاحة مدرجة في نص الاتفاقية. وبدلاً من ذلك قد يكون كافياً أن تشمل مفهوماً عاماً بشأن أحكام الاتفاقية لأ التقنيات المتاحة والمتطلبات في نص الاتفاقية جنباً إلى جنب مع التدابير تكوين فريق من الخبراء لوضع تفاصيل الخطوط الإرشادية لأفضل التقنيات المتاحة وجدول التنفيذ ، وتكوين فريق الخبراء كهيئة فرعية لمؤتمر الأطراف الخاص بالاتفاقية الجديدة. وسيتم الاتفاق على تشكيلها وعضويتها في مؤتمر الأطراف ، وسيكون نتاج عملها في صورة توصيات لمؤتمر الأطراف ، وتوصياتها ستدخل حيز التنفيذ بعد موافقة مؤتمر الأطراف.

وهناك حاجة إلى مفاوضات جادة ومنجزة ودعم قوي من المجتمع المدني لضمان اتفاقية للزئبق قوية وشاملة في إطار الوقت المحدد لها. ولكن هناك أسباباً وجيهة للتفاوض بأن هذا يمكن تحقيقه.

صدقت شبكة العمل الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة من خلال مجموعة العمل للمعادن الثقيلة ولجنة التسيير الخاصة بها والجمعية العامة العالمية على ورقة سياسية تحت "رؤية شبكة العمل الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة حول اتفاقية الزئبق العالمية" والتي حددت رؤيتها.

اتفقت شبكة العمل الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة على نه لحماية صحة الإنسان والنظم البيئية يجب على الاتفاقية :

- ن يكون هدفها حماية صحة الإنسان والحياء البرية والبيئة من الزئبق بمنع مصادره الطبيعية ومنع مصادره وانبعثاته الناتجة من الأنشطة البشرية..
- معرفة الفئات المعرضة للإصابة مثل الاطفال وأمهات الأطفال حديثي الولادة والبسطاء زر وصاندى الأسماك وعمال المناجم الصغيرة للذهب والفقراء والعمال وغيرهم.
- توافر مدى واسع للتعامل مع دورة حياة الزئبق الكلية.
- أن تهدف إلى التحكم فى مصادر الزئبق وجميع الأنشطة البشرية المسؤولة عن انبعثات كميات واضحة من الزئبق إلى البيئة.
- إيجاد آلية مالية مناسبة وكافية مع موارد إضافية جديدة كافية لتمكين الدول النامية والدول التى تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية من الالتزام بأحكام الاتفاقية بدون التعارض مع اهداف الحد من الفقر فى بلادهم.
- يات التى تحتوى على الزئبق وخلال هذه الفترة يتم وضع مقاييس للتحكم فى هذه المنتجات والعمليات المتبقية.
- /
- تخفيض إمدادات الزئبق على المستوى العالمى عن طريق حظر عمليات التنقيب عنه وتوفير مخازن دائمة ومراقبة وأمنة للمخزون من الزئبق وكذلك كل الكميات المستردة – القلوى وتقييد تجارة الزئبق التى تنتج من المصادر المتبقية.
- وضع قيود فعالة على الإتجار الدولى فى الزئبق أو المنتجات التى تحتوى عليه.
- إقرار حلول بيئية سليمة لإدارة النفايات المحتوية على الزئبق أو مركباته واتخاذ إجراءات لمنع وصوله إلى النفايات المحلية او الطبية او الصناعية.
- الاهتمام بمعالجة وإصلاح المواقع الملوثة حالياً بالزئبق.
- تعجيل وقف استخدام الزئبق فى مجال الرعاية الصحية.
- تعزيز البدائل وتوفيرها للاستخدام بدلا من أملمج الزئبق فى حشو الأسنان بهدف منع هذه الممارسة.
- وتحريم مبيدات الأفات التى تحتوى على الزئبق.
- وضع أفضل التقنيات المتاحة (BAT) لعمليات الاحتراق فى محطات الطاقة من حرق الفحم وأفران الاسمنت وأى عمليات احتراق أخرى والتي تطلق كميات من الزئبق إلى

البيئة مع وضع جدول زمني متفق عليه لتنفيذ ومنع هذه المصادر إذا ما توافرت البدائل

• تشجيع استخدام مصادر الطاقة البديلة والمتجددة بدلا من محطات حرق الفحم والتي تطلق الزئبق في البيئة.

• / ومنع استخدام الزئبق في مناجم الذهب

• تقليل استخدام الزئبق في المعامل والمدارس والمؤسسات الأخرى إلى حدها الأدنى مع حظر الاستخدام غير اللائق وتبادل المعلومات حول سمية الزئبق والتقنيات المطلوبة لتداول في المناهج المدرسية.

• حظر الاستخدامات الجديدة للزئبق.

• تشجيع البحث عن / وتطوير بدائل مستدامة غير سامة وخالية من الزئبق لاستخدامها في المنتجات والعمليات التي تستخدم أو تحتوي على الزئبق مع التأكيد على حاجة الدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقال.

• التأكيد على عدم دفن النفايات التي تحتوي على زئبق وعدم زيادة كمياته في الدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها

• وضع آلية لبناء القدرات ونقل التكنولوجيا.

• مطالبة كل الاطراف بوضع وتنفيذ خطة وطنية أو إقليمية لتنفيذ الاتفاقية والتي تشمل جرد إمدادات ومصادر ونفايات الزئبق وكذلك المناطق الملوثة به.

• التأكيد على الدور الفعال للمجتمع المدني في تطوير وتنفيذ الاتفاقية وكذلك إتاحة الفرصة له للمشاركة في تطوير وتنفيذ خطط التنفيذ الوطنية أو الإقليمية.

• وضع آلية لتطوير وتوفير وتبادل المعلومات والمعارف عن :

○ انبعاثات الزئبق ومصادره واستخداماته.

○ نسان والبيئة للزئبق.

○ البيانات الخاصة بالمراقبة البيئية.

○ التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية لاستخدام الزئبق وانبعاثاته والتحكم فيه.

○

• التأكيد على تحديث وتطوير كل المعلومات العلمية عن الزئبق بصفة منتظمة وإتاحتها بسهولة وصول الجماهير إليها بشرط ان تكون بتصميمات ولغة مناسبة.

• آلية لإعداد التقارير والتي تتطلب من كل الأطراف تحديث سجلها الوطني للزئبق بصفة دورية ومنتظمة عن عمليات جرد الزئبق وعمل تقرير عن التقدم المحقق في تنفيذ خطط التنفيذ الوطنية لديها وكذلك التزامات الاتفاقية.

• وضع آليات لتقييم فعالية الاتفاقية تشمل الرصد والمراقبة الدولية للزئبق في البيئة وفي

• صلاح شبكة عالمية لمراقبة ورصد الأسماك لتقييم التقدم في تقليل كمية الزئبق الذى يدور في البيئة العالمية وجمع المعلومات الضرورية لتمكين هيئات الصحة

الحكومية من تنفيذ الاتصال الفعال في حالة المخاطر والوصول لاستراتيجية للسكان الذين يستهلكون الأ .

- وضع شروط وأحكام فعالة وقابلة للتنفيذ والالتزام بأحكام الاتفاقية.
- بالإضافة للمقترحات السابقة اتفقت شبكة العمل الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة نه يجب ان تتضمن تدابير الاتفاقية على الاعتبارات الأخرى التالية :
- يجب التحرك السريع والمنظم والصحيح للحد من/ كما يجب ان تحدد تدابير الاتفاقية فترة زمنية محددة ولا داعى لآى تأجيل غير ضرورى.
- يجب ألا يؤجل أى تحرك دولى فعال للحد من / وتقليل مصادر الزئبق حتى يتم التصديق على اتفاقية دولية للزئبق ودخولها حيز التنفيذ. ويجب التنفيذ الفورى للبرامج الدولية الممولة للتحكم فى الزئبق. كما يجب ان يكون هناك مصادر للرقابة البيئية قاليم لوضع قاعدة ساسية وتوسيع إتاحة المعلومات على المستوى قليمي.
- ن الزئبق يمثل مشكلة عالمية تؤثر على كل الأقاليم بالعالم فعلى الدول أن تقوم بدور هام فى المباحثات الخاصة بتنفيذ الاتفاقية العالمية للزئبق.
- ن اتفاقية الزئبق وتنفيذها يجب أن تكون متكاملة مع النظم والاتفاقيات الدولية الوثيقة الصلة مثل اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة واتفاقية بازل بشأن النفايات الخطرة عبر الحدود واتفاقية روتردام بشأن الإ والنهج الاستراتيجى للإدارة الدولية للكيميائيات وغيرها كما يجب تحقيق التآزر المناسب بينها وبين تلك الاتفاقيات.
- يجب ان تتضمن اتفاقية الزئبق تدابير وأحكام تمكنها من التوسع فى المسد التحكم فى المعادن السامة مثل الرصاص والكاديوم والملوثات الأخرى التى لها نفس الاهتمام العالمى بدون المساس بقوة وفاعلية الاتفاقية.
- يجب ان تشارك كل الدول فى تنفيذ اتفاقية إلى الحد الذى تستطيعه إمكاناتها.
- يجب أن تتعهد الدول المانحة بتقديم موارد مالية جديدة وإضافية وكافية وتقديم الدعم التكنولوجى لتمكين الدول النامية والدول التى تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية من تنفيذ إلتزامات الاتفاقية كما يجب ان تشمل الاتفاقية على تدابير خاصة بمؤتمر الأطراف لاستعراض مدى كفاية المنح والمساعدات ومدى استفادة الدول بالتمويل منها وهل جراءات التى اتخذت نتج عنها الإلتزام الكامل بأحكام الاتفاقية.
- يجب ن تكون المناقشات الخاصة بالاتفاقية مفتوحة وشفافة ، كما يجب وضع التدابير والأحكام بشكل يسهل المشاركة الفعالة للمنظمات غير الحكومية ذات العلاقة وأصحاب .
- يجب التخطيط مسبقاً لنظام يمكن من إتمام مراحل التخلص من الزئبق بشرط ن يد بالتكاليف الاجتماعية والاقتصادية عند الحد الأدنى مع تجنب التمزيق او الفقدان. بعض الحالات هناك حاجة إلى وجود دعم إنقالى و/ حالياً فى معيشتها على أنشطة تطلق مركبات الزئبق فى البيئة.
- أينما أمكن يجب أن تتسق مسئولية تقليل استخدام الزئبق والتنظيف مع مبدأ الملوث يدفع حيث تتقاسم طرف المسئولة التكاليف مع الاهتمام بالقطاع الخاص.

- يجب أن يتسق العمل الخاص بالزئبق مع مبدأ اتخاذ الاحتياطات ويجب أن يعتمد على طريقة وزن الدليل مع الاعتبار الخاص للمخاطر التي يمكن أن يتعرض لها الأجنة
- ضرورة دمج مبادئ ريو ذات العلاقة بالاتفاقية والتي تتضمن: الحق في التطوير () حماية البيئة خلال عملية التطوير () الأولوية للأقل تطورا () جل التنمية المستدامة () مشاركة الجماهير () تعويض ضحايا التلوث وأى ضرار بيئية () دعم التعاون لمنع الدفن البيئي () التكاليف البيئية () دور المرأة الحيوى () الدور الحيوى لـ الفقيرة () وغيرها.
- يجب أن تتم مراقبة تنفيذ وتمويل الاتفاقية عن طريق كيانات مستقلة ومعتمد بها رسميا.
- ضرورة إنشاء مراكز إقليمية متخصصة وشبكة مرافق متخصصة لتقديم المساعدة في جمع وإدارة النفايات التي تحتوى على الزئبق. كما يجب أن يتم حظر عمليات التخلص من تلك المخلفات في مدافن النفايات ومكببات المواد الصلبة. مع ضرورة تشكيل نظام موحد للتسجيل وعمل التقارير الخاصة بعمليات الجمع والنقل والتشغيل.
- ضرورة وجود آلية غرفة تبادل المعلومات الخاصة بالزئبق على أن توفر الدخول لزئبق متضمنة الخبرات العملية والمعلومات العلمية والفنية وغيرها مما يسهل التعاون العلمي والفنى والمالى الفعال وبناء القدرات. ويتم اعتبار مجموعات العمل المدنى شركاء ومصدر هام للمعلومات بغرفة تبادل
- يجب أن توجه الاتفاقية اهتماما خاصا لحاجة عمال مناجم الذهب الحرفية. كما يجب أن تسهل حصولهم على التقنيات الفعالة والمناسبة للحد من/ وبالرغم من أن هذا الاقتراح ليس عمليا إلا انه يجب أن تقوم الاتفاقية بنشر فكرة إنشاء برامج لدعمهم فى تأمين بدائل خرى لسبل العيش.
- يجب أن تشمل الاتفاقية إجراءات وأحكام تمكن وتسهل المشاركة الفعالة للجماهير أصحاب المصالح فى مجالات الصحة والبيئة لتنفيذ الاتفاقية.
- يجب أن تتضمن الاتفاقية أحكام وإجراءات خاصة بالمعلومات العامة ونشر الوعى والتعليم وخاصة للمرأة والأطفال والبسطاء والعمال وعمال مناجم الذهب الصغيرة وساكنى الجزر الذين يعتمدون على سماك البحر والصيادين والفقراء والمهمشين والأقل تعليما والسكان الأصبيين فى مجتمعات القطب الشمالى وسكان الجزر والسواحل وأهالى صائدى الأسماك وآخرين الذين يعتمدون على قى غذائهم على الأسماك والأغذية الأخرى الملوثة بالزئبق.
- ضرورة دعم أبحاث حديثة لتوسيع المعارف الخاصة بمصادر الزئبق وآلية النقل. يجب توعية الجماهير بالبيانات الحكومية وبيانات القطاع الخاص الخاصة بمخاطر الزئبق ومصادره والمنتجات البديلة التى لا تحتوى على الزئبق.
- ضرورة دعم أبحاث حديثة تعزز التطور الفعال الغير سام للمنتجات البديلة المتاحة التى لا تحتوى على الزئبق والعمليات الصناعية التى لا تستخدم الزئبق والأنشطة الأخرى التى لا تطلق الزئبق فى البيئة .
- ضرورة وجود آلية لتعريف وإدارة وإصلاح المواقع الملوثة بالزئبق ويتضمن ذلك وجود تعويضات مناسبة للمتضررين من العمال و

- يجب ان تدعو الاتفاقية الدول الأطراف إلى توجيه الاهتمام الكامل للتأثيرات الصحية والبيئية التي يمكن ان يسببها تحول الزئبق في التربة إلى ميثيل الزئبق عند بناء السدود أو غرق المناطق الجديدة. في الفيضانات.
- ضرورة وجود تقنيات اختبار حساسة ومنهجية متاحة لتحديد التلوث بالزئبق في البيئة المحيطة و الغذاء والإنسان.

١٤- الخاتمة

من المعروف منذ عدة عقود ان التلوث بالزئبق يمكن ان يسبب ضرارا خطيرة لصحة الإنسان والبيئة. وحتى وقت قريب قاومت الحكومات العديد من إجراءات التدن لتقليل التلوث بالزئبق. ن يحدث الآن التغيير.

مع نمو الاهتمام العام وامتداد المعرفة العلمية للأضرار والمخاطر الناجمة عن التلوث قليمى والعالمى ، وجه العديد من الحكومات لاتخاذ بطرة على انبعاثات الزئبق فى الجو وانطلاقته فى البيئة.

الحكومات بالبء فى مفاوضات ومناقشات لوضع اتفاقية عالمية للتحكم فى الزئبق ، مما سهل

على المنظمات غير الحكومية وغيرها البدء في العمل لطرح الاهتمامات المحلية والوطنية والإقليمية والعالمية عن مشد . وهذا حقيقي وتم بالفعل في الدول التي وضعت الزئبق كجزء من اجندتها الوطنية البيئية السياسية ، وكذلك في الدول والمناطق التي بدأ يظهر لديها

وهذا يخلق الفرصة والالتزام من المنظمات غير الحكومية ومنظمات المجتمع المدني مهام تتعلق بحماية الصحة العامة والبيئة ، كما يخلق فرص والتزامات للمنظمات التي تمثل المجتمعات المتضررة ، فعلى سبيل المثال ، تناول الأسماك الملوثة والتي تعد الوجبة الأساسية في يومهم وكذلك المجتمعات المجاورة للمنشآت الملوثة بالزئبق والعاملين المتعرضين له وغيرهم الكثيرين. سيستفيد كل هؤلاء من إتخاذ إجراءات متعلقة بقضية الزئبق في ظل هذا المناخ السياسي وسيكون له عظيم الأثر. وأخيرا بينما يتم التفاوض لإبرام اتفاقية عالمية للتحكم في الزئبق ، ولاحقا بينما تفكر الحكومات الوطنية في تقييمها وتنفيذها ، يجب ان يبدأ نشر الوعي الوطني حول التلوث بالزئبق والذي سيكون له كبير الأثر في كيفية اتخاذهم

ولأن التلوث بالزئبق ذو طبيعة عالمية تحركت المنظمات غير الحكومية على مستوى العالم ومنظمات المجتمع المدني الأخرى سويا لإيجاد حلا أساسيا. ية للحد من الملوثات العضوية الثابتة ببناء ودعم هذا التحرك.

المصادر والمراجع

"Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, 2007, <http://www.epa.gov/tio/download/remed/542r07003.pdf>.

"Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds," U.S. Environmental Protection Agency, 1997, <http://www.epa.gov/ttnchie1/le/mercury.pdf>.

U.S. Environmental Protection Agency, http://www.epa.gov/mercury/control_emissions/global.htm.

Health Canada, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/mercur/q1-q6_e.html.

Encyclopedia Britannica Online, February 20, 2010,

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/424257/occupational-disease>.

"NIOSH Backgrounder: Alice's Mad Hatter and Work-Related Illness," U.S. National Institute for Occupational Safety and Health, March 2010, <http://www.cdc.gov/niosh/updates/upd-03-04-10.html>.

"ToxFAQs for Mercury," Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999,

<http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts46.html#bookmark05>.

"Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure," UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses, and Foodborne Diseases, 2008, p.4., <http://www.unep.org/hazardousubstances/Mercury/Publications/GuidanceTrainingmaterialToolkits/GuidanceforIdentifyingPopulationsatRisk/tabid/3616/language/en-US/Default.aspx>

Wikipedia entry on mercury poisoning, M.G. Cherian, J.G. Hursh, and T.W. Clarkson, "Radioactive Mercury Distribution in Biological Fluids and Excretion in Human Subjects after Inhalation of Mercury Vapor," *Archives of Environmental Health* 33, 1978: 190-214.

Wikipedia entry on mercury poisoning, C.H. Ngim, S.C. Foo, K.W. Boey, and J. Keyaratnam, "[Chronic Neurobehavioral Effects of Elemental Mercury in Dentists](#)," *British Journal of Industrial Medicine* 49 (11), 1992; and Y.X. Liang, R.K. Sun, Z.Q. Chen, and L.H. Li, "Psychological Effects of Low Exposure to Mercury Vapor: Application of Computer-Administered Neurobehavioral Evaluation System," *Environmental Research* 60 (2), 1993: 320-327.

Wikipedia entry on mercury poisoning, T.W. Clarkson and L. Magos, "The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds," *Critical Reviews in Toxicology* 36 (8), 2006: 609-62.

Barry M Diner et al., "Toxicity, Mercury," eMedicine, 2009, <http://emedicine.medscape.com/article/819872-overview>.

Definition of methylmercury, U.S. Geological Survey, <http://toxics.usgs.gov/definitions/methylmercury.html>.

A New Source of Methylmercury Entering the Pacific Ocean, U.S. Geological Survey, http://toxics.usgs.gov/highlights/pacific_mercury.html.

"Toxicological Effects of Methylmercury," The Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury, the Board on Environmental Studies and Toxicology, and the National Research Council, 2000, p.4, http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9899#toc.

Philip Landrigan et al., "Environmental Pollutants and Disease in American Children," <http://ehp.niehs.nih.gov/members/2002/110p721-728landrigan/EHP110p721PDF.PDF>.

"Environmental Effects: Fate and Transport and Ecological Effects of Mercury," U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/hg/eco.htm>.

"Poisoning Wildlife: The Reality of Mercury Pollution," National Wildlife Federation, September 2006, <http://www.nwf.org/nwfwebadmin/binaryVault/PoisoningWildlifeMercuryPollution1.pdf>.

F. Riget, D. Muir, M. Kwan, T. Savinova, M. Nyman, V. Woshner, and T. O'Hara, "Circumpolar Pattern of Mercury and Cadmium in Ringed Seals," *Science of the Total Environment*, 2005, p. 351-52, 312-22.

"Global Mercury Assessment: Summary of the Report," chapter 5, UNEP, 2003, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Summary%20of%20the%20report.htm#Chapter5>

"Environmental costs of mercury pollution," Lars D. Hylander et al, *Science of the Total Environment*, 2006, http://www.elsevier.com/authoried_subject_sections/P09/misc/STOTENbestpaper.pdf.

"Minamata disease," Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Minamata_disease and "The Poisoning of Minamata," Douglas Allchin, <http://www1.umn.edu/ships/ethics/minamata.htm>

Environmental costs of mercury pollution cited above

Grandjean, P., Satoh, H., Murata, K. Eto, K., (2010). Adverse effects of methylmercury: environmental health research implications. *Environ Health Perspect* 118(8): 1137-1145

<http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fechArticle.action?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.0901757>.

Information about Minamata disease can be found at the Poisoning of Minamata website, Douglas Allchin, <http://www1.umn.edu/ships/ethics/minamata.htm>.

"Hatoyama Apologizes for Minamata; At Memorial Service, Says Redress Not End of Matter," *The Japan Times*, May 2, 2010, <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20100502a1.html>.

Arne Jernelov, "Iraq's Secret Environmental Disasters," <http://www.project-syndicate.org/commentary/jernelov3/English>.

"Grassy Narrows Protests Mercury Poisoning," CBC News, April 7, 2010, <http://www.cbc.ca/canada/toronto/story/2010/04/07/tor-grassy-narrows.html>.

Asahi Shimbun, "Interview with Masazumi Harada," Asia Network, http://www.asahi.com/english/asianet/hatsu/eng_hatsu020923f.html.

Health Canada, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/mercur/q47-q56_e.html.

Arctic Monitoring and Assessment Programme, "Executive Summary to the Arctic Pollution 2002 Ministerial Report," <http://www.amap.no/documents/index.cfm?dirsub=/AMAP%20Assessment%202002%20-%20Human%20Health%20in%20the%20Arctic>

Barbara C. Scudder et al., "Mercury in Fish, Bed Sediment, and Water from Streams Across the United States, 1998-2005," U.S. Geological Survey, 2009, <http://pubs.usgs.gov/sir/2009/5109/pdf/sir20095109.pdf>.

"Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure," UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses, and Foodborne Diseases, 2008, p. 4, <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>.

Lyndsay Marie Doetzel, "An Investigation of the Factors Affecting Mercury Accumulation in Lake Trout, Salvelinus Namaycush, in Northern Canada," <http://library2.usask.ca/theses/available/etd-01022007-094934/unrestricted/LyndsayThesis.pdf>.

¹ "What You Need to Know About Mercury in Fish and Shellfish: Advice for Women Who Might Become Pregnant, Women Who are Pregnant, Nursing Mothers, and Young Children," U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Environmental Protection Agency, March 2004, <http://www.epa.gov/waterscience/fish/advice/advisory.pdf>.

"The State of World Fisheries and Aquaculture," Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008, p. 9, 61, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>.

"Mercury Hair Concentrations and Dietary Exposure Among Inuit Preschool Children in Nunavut, Canada," Tian W. et al, *Environ Int.* 2010, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20673686>

Tricia Brown, *Athabaskan*, LitSite Alaska, <http://www.litsite.org/index.cfm?section=Digital-Archives&page=People-of-the-North&cat=Native-Peoples&viewpost=2&ContentId=2648>.

Wikipedia entry on the Sami people, http://en.wikipedia.org/wiki/Sami_people.

"Critical Review of Mercury Fates and Contamination in the Arctic Tundra Ecosystem," cited above.

Hua Zhang et al., "In Inland China, Rice Rather Than Fish Is the Major Pathway for Methylmercury Exposure," *Environmental Health Perspectives*, April 2010, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fetchArticle.action?sessionid=F7154FD5C22DD646D5200FC587451A05?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1001915>.

"Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, 2008, p. 7, http://www.chem.unep.ch/mercury/Atmospheric_Emissions/Technical_background_report.pdf.

"James Bay Dam, Electricity, and Impacts," The Global Classroom, American University, <http://www1.american.edu/ted/james.htm>.

Kristen Fountain, "Study Links Mercury to Local Dams, Plants," *Valley News*, 2007, <http://www.briloon.org/pub/media/ValleyNews1.10.07.pdf>.

N. Pirrone et al., "Global Mercury Emissions to the Atmosphere from Anthropogenic and Natural Sources," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/10/4719/2010/acpd-10-4719-2010-print.pdf>.

"The Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transfers," UNEP Chemicals Branch, 2008, http://www.chem.unep.ch/mercury/Atmospheric_Emissions/UNEP%20SUMMARY%20REPORT%20-%20CORRECTED%20May09%20%20final%20for%20WEB%202008.pdf

Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment cited above

The Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transfers cited above

Data in table from Technical Background report cited above.

"The Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

John Roach, "Mercury Pollution's Oldest Traces Found in Peru," *National Geographic News*, May 18, 2009, <http://news.nationalgeographic.com/news/2009/05/090518-oldest-pollution-missions.html>.

Wikipedia entry on vermilion, <http://en.wikipedia.org/wiki/Vermilion>.

* The chemical equation for the reaction that takes place is $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$.

"Mercury: Element of the Ancients," Dartmouth Toxic Metals Research Program, <http://www.dartmouth.edu/~toxmetal/metals/stories/mercury.html>.

"Mercury Pollution's Oldest Traces Found in Peru," cited above.

Luis D. deLarcera, "Mercury from gold and silver mining: a chemical time bomb?" Springer 1998

Hylander, L.D. Meili, M., (2003). 500 years of mercury production: global annual inventory by region until 2000 and associated emissions. *The Science of The Total Environment* 304(1-3): 13-27,

http://www.zeromercury.org/library/Reports%20General/0202%20Hg500y_STE03Larsgleobalemissions.pdf.

Charles N. Alpers et al., "Mercury Contamination from Historical Gold Mining in California," U.S. Geological Survey fact sheet, 2005, <http://pubs.usgs.gov/fs/2005/3014/>.

B.M. Bycroft et al., "Mercury Contamination of the Lerderberg River, Victoria, Australia, from an Abandoned Gold Field," *Environmental Pollution, Series A, Ecological and Biological*, Volume 28, Issue 2, June 1982.

"Mercury Pollution in a Mining Area of Guizhou, China," *Toxicological & Environmental Chemistry*, 1998, <http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a902600843>.

Hua Zhang et al., "In Inland China, Rice Rather Than Fish Is the Major Pathway for Methylmercury Exposure," *Environmental Health Perspectives*, April, 2010, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fetchArticle.action?sessionid=F7154FD5C22DD646D5200FC587451A05?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1001915>.

Tim Stevens, "Inoperative Mercury Mines Fingered as a Major Source of Mercury Contamination in California Waters," *U.C. Santa Cruz Currents*, 2000, <http://www.ucsc.edu/currents/00-01/11-06/pollution.html>.

"500 Years of Mercury Production," cited above.

"Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, 2006, <http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.

Mercury Statistics and Information, U.S. Geological Survey, 2010, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/mercury/mcs-2010-mercu.pdf>.

"Mercury Situation in China," Chinese government submission to the UNEP Mercury Open-Ended Working Group, http://www.chem.unep.ch/Mercury/OEWG1/China_response.pdf.

"Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.

Mercury Statistics and Information, U.S. Geological Survey, cited above.

"Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.

Giacomo Corvini et al., "Mercury Removal from Natural Gas and Liquid Streams," UOP LLC, <http://www.uop.com/objects/87MercuryRemoval.pdf>.

A description of this process can be found at http://en.wikipedia.org/wiki/Castner-Kellner_process.

"Mercury Flows in Europe and the World: The Impact of Decommissioned Chlor-Alkali Plants," European Commission

Directorate General for Environment, 2004, <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/report.pdf>.

"Storage of Mercury: Euro Chlor View," Euro Chlor, April, 2010,

<http://www.eurochlor.org/news/detail/index.asp?id=325&npage=1&archive=1>

"Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, 2006, p. 32, <http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.

"Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, cited above.

Minor Metal Prices, MinorMetals.com, September 21, 2010, <http://www.minor metals.com>.

Regulation (EC) No. 1102/2008 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2008 on the banning of exports of metallic mercury and certain mercury compounds and mixtures and the safe storage of metallic mercury; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:304:0075:01:EN:HTML>.

"Mercury Export Ban Act of 2008," Global Legal Information Network, <http://www.glin.gov/view.action?glinID=71491>.

"Market Analysis of Some Mercury-Containing Products and Their Mercury-Free Alternatives in Selected Regions," Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, 2010, <http://www.ipen.org/ipenweb/documents/ipen%20documents/grs253.pdf>.

"Thermometers and Thermostats," Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/mercure-mercure/default.asp?lang=En&n=AFE7D1A3-1#Fever>.

Sphygmomanometers, Local Governments for Health and the Environment, <http://www.lhwmp.org/home/mercury/medical/sphygmom.aspx>.

"Mercury Legacy Products: Hospital Equipment," Northeast Waste Management Officials' Association, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/healthcare.cfm#es>.

See "The Global Movement for Mercury-Free Health Care," Healthcare Without Harm, 2007, http://noharm.org/lib/downloads/mercury/Global_Mvmt_Mercury-Free.pdf.

The Health Care Without Harm website is <http://www.noharm.org/>

"EU Ban on Mercury Measuring Instruments," U.K. Office of the European Parliament, 2007, <http://www.europarl.org.uk/section/2007-archive/eu-ban-mercury-measuring-instruments>.

"The Global Movement for Mercury-Free Health Care," Healthcare Without Harm, cited above.

Environmental Health News, June 21, 2010, <http://www.noharm.org/seasia/news/>.

"Argentina Ministry of Health Issues Resolution Ending Purchase of Mercury Thermometers and Sphygmomanometers in the Country's Hospitals," February 24, 2009, http://www.noharm.org/global/news_hcwh/2009/feb/hcwh2009-02-24b.php.

"Mercury in Health Care," WHO Division of Water Sanitation and Health, http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/mercury/en.

"What Devices Contain Mercury?" U.S. EPA Software for Environmental Awareness, Purdue University, <http://www.purdue.edu/envirosoft/mercbuild/src/devicepage.htm>

"Mercury Use in Switches and Relays," Northeast Waste Management Officials' Association (NEWMOA), 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/switches.cfm>. (Note: Weights reported in pounds in the original were converted to metric tons.)

"Understanding RoHS," the ABB Group, 2006, [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot209.nsf/VerityDisplay/32F49F4B89A16FF4852573A300799DB4/\\$File/1SXU000048G0201.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot209.nsf/VerityDisplay/32F49F4B89A16FF4852573A300799DB4/$File/1SXU000048G0201.pdf).

"Reducing and Recycling Mercury Switch, Thermostats and Vehicle Components," Illinois Environmental Protection Agency, 2005, <http://www.epa.state.il.us/mercury/iepa-mercury-report.pdf>.

"Table of Products That May Contain Mercury and Recommended Management Options," U.S. EPA, <http://www.epa.gov/wastes/hazard/tsd/mercury/con-prod.htm>.

"Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

"Mercury Gyro Sensors," Polaron Components, <http://www.coopercontrol.com/components/mercury-gyro.htm>.

"What Devices Contain Mercury," cited above.

"Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

"Fact Sheet: Mercury Use in Thermostats," Interstate Mercury Education and Reduction Clearinghouse (IMERC), 2010, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/thermostats.pdf>.

"Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

"An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products," Lowell Center for Sustainable Production, 2003, <http://sustainableproduction.org/downloads/An%20Investigation%20Hg.pdf>.

"Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

"Mercury: Consumer and Commercial Products," U.S. EPA, <http://www.epa.gov/hg/consumer.htm#bat>.

"Mercury Flows in Europe and the World," cited above.

"Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.

"Fact Sheet: Mercury Use in Batteries," (IMERC), 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/batteries.pdf>

"Options for Reducing Mercury Use in Products and Applications, and the Fate of Mercury Already Circulating in Society; COWI A/S and Concorde East/West Sprl European for the European Commission Directorate-General Environment, 2008, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/study_summary2008.pdf.

"Mercury-Free Button Batteries: Their Reliability and Availability," Maine Department of Environmental Protection, 2009, www.maine.gov/dep/rwm/publications/legislativereports/buttonbatteriesreportjan09.doc.

"Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/lighting.cfm>.

"The Truth About Mercury in Lamps and Bulbs," Progress Energy CurrentLines, <http://www2.unca.edu/environment/documents/Mercury%20&%20Lighting.pdf>.

"Fluorescent Lights and Mercury," North Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, <http://www.p2pays.org/mercury/lights.asp>

"The Truth About Mercury in Lamps and Bulbs," Progress Energy CurrentLines, cited above.

"Compact Fluorescent Bulbs and Mercury: Reality Check," *Popular Mechanics*, May 2007, <http://www.popularmechanics.com/home/reviews/news/4217864>.

"Mercury Emission Sources in Russia; The Situation Survey in Six Cities of the Country," Eco-Accord Centre, June 2010 <http://www.zeromercury.org/projects/Russian%20Mercury%20sources%20Eng-Final.pdf>

Private correspondence with a Russian NGO leader.

"Light Bulb War? New LEDs by GE, Home Depot Compete," *USA Today*, May 10, 2010, <http://content.usatoday.com/communities/greenhouse/post/2010/05/light-bulb-war-new-leds-by-ge-home-depot-compete/1>.

"Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, cited above.

"Improve the Estimates of Anthropogenic Mercury Emissions in China," Tsinghua University, 2006, <http://www.chem.unep.ch/mercury/China%20emission%20inventory%20.pdf>.

"Information on CFL and Its Safe Disposal," Electric Lamp and Component Manufacturers Association of India, <http://www.elcomaindia.com/CFL-Safe-Disposal.pdf>.

"Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council," *Official Journal of the European Union*, http://www.dtsc.ca.gov/HazardousWaste/upload/2002_95_EC.pdf.

"Promoting Mercury-Containing Lamp Recycling: A Guide for Waste Managers," Solid Waste Association of North America, p. 1, <http://www.swana.org/extra/lamp/Iropmanualfinal.pdf>.

"Waste from Electrical and Electronic Equipment," Citizens Information website, http://www.citizensinformation.ie/categories/environment/waste-management-and-recycling/waste_from_electric_and_electronic_equipment.

"Canada Wide Action Plan for Extended Producer Responsibility," Canadian Council of Ministers of the Environment, 2009, http://www.ccme.ca/assets/pdf/epr_cap.pdf.

"Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, cited above.

"Directive 2007/51/EC of the European Parliament and the Council of 25 September 2007 Relating to Restrictions on the Marketing of Certain Measuring Devices Containing Mercury," *Official Journal of the European Union*, March 10, 2007, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:257:0013:0015:EN:PDF>.

"Fact Sheet: Mercury Use in Measuring Devices," IMERC, 2008, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/measuring_devices.pdf.

"About Dental Amalgam Fillings," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DentalProducts/DentalAmalgam/ucm171094.htm#1>.

"Fact Sheet Mercury Use in Dental Amalgam," IMERC, 2010, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/dental_amalgam.cfm.

"Mercury," Chapter 6.9 in Air Quality Guidelines, WHO Regional Office for Europe, http://www.euro.who.int/document/aig/6_9mercury.pdf.

J. Mutter et al., "Amalgam Risk Assessment with Coverage of References up to 2005," Institute for Environmental Medicine and Hospital Epidemiology, University Hospital Freiburg, <http://www.iaomt.org/articles/files/files313/Mutter-%20amalgam%20risk%20assessment%202005.pdf>.

"About Dental Amalgam Fillings," FDA, cited above.

"FDA Issues Final Regulation on Dental Amalgam," FDA, July 28, 2009, <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/Pressannouncements/ucm173992.htm>.

"Minister of the Environment and International Development Erik Solhei Bans Mercury in Products," press release, December 21, 2007, <http://www.regjeringen.no/en/dep/md/press-centre/Press-releases/2007/Bans-mercury-in-products.html?id=495138>.

"Dental Amalgam: Prohibition to Use Dental Amalgam," the Swedish Chemicals Agency (KemI), http://www.kemi.se/templates/Page_3151.aspx.

Philippe Hujoel et al., "Mercury Exposure from Dental Filling Placement During Pregnancy and Low Birth Weight Risk," *American Journal of Epidemiology* (2005) 161 (8), p. 734-40, <http://aje.oxfordjournals.org/content/161/8/734.full>.

"Fact Sheet Mercury Use in Dental Amalgam," IMERC, cited above.

"Best Management Practices for Amalgam Waste," American Dental Association, 2007, http://www.ada.org/sections/publicResources/pdfs/topics_amalgamwaste.pdf.

"Use and Release of Mercury in the United States," U.S. EPA, 2002, p. 64-5, <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r02104/600r02104prel.pdf>.

"Decision Guidance Documents: Mercury Compounds: Joint FAO/UNEP Programme for the Operation of Prior Informed Consent," 1996, www.pic.int/en/DGDs/MercuryEN.doc.

"Shiratan Fungicide from Crop Care," <http://www.fatcow.com.au/c/Crop-Care-Australasia/Shiratan-Fungicide-From-Crop-Care-p18475>.

PAN Pesticides Database: Chemicals Name Search, http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp.

"Annex III," Rotterdam Convention, <http://www.pic.int/home.php?type=t&id=29&sid=30>.

D. E. Mathre, R. H. Johnston, and W. E. Grey, "Small Grain Cereal Seed Treatment," 2006, Department of Plant Sciences and Plant Pathology, Montana State University, <http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/Pages/CerealSeedTreatment.aspx>.

Wikipedia entry on the Basra poison grain disaster, http://en.wikipedia.org/wiki/Basra_poison_grain_disaster.

"There's Something About Mercury," Philippine Center for Investigative Journalism, December 31, 2007, <http://pcij.org/stories/theres-something-about-mercury/>.

Private correspondence with a Philippine NGO leader.

"How School's Huge Mercury Cleanup Unfolded," *The Arizona Republic*, November 29, 2009, <http://www.azcentral.com/arizonarepublic/news/articles/2009/11/29/20091129mercuryspill1129.html>.

"How Do Schools Become Polluted by Mercury?" Minnesota Pollution Control Agency, <http://www.pca.state.mn.us/index.php/topics/mercury/mercury-free-zone-program/mercury-free-zone-program.html?menuid=&missing=0&redirect=1>.

"The Glassware Gallery: Bubblers, Lab and Safety Supplies," <http://www.ilpi.com/inorganic/glassware/bubbler.html>.

Wikipedia entry on reducing agents, http://en.wikipedia.org/wiki/Reducing_agent.

"Mercury in Health Care Lab Reagents," Minnesota Technical Assistance Program, <http://www.mntap.umn.edu/health/92-mercury.htm>.

Super Jolly, "Skin Lightening Products . . .," *Black History* 365, http://www.black-history-month.co.uk/articles/skin_lightening_products.html.

"Mercury in Products and Wastes," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/C_01-24_BD.pdf (note: reference to the actual studies and surveys were not provided in the UNEP document).

"Market Analysis of Some Mercury-Containing Products and Their Mercury-Free Alternatives in Selected Regions," conducted by IPEN, Arnika and GRS, 2010, <http://www.ipen.org/ipenweb/documents/ipen%20documents/grs253.pdf>.

"Some Skin Whitening Creams Contain Toxic Mercury, Testing Finds," *Chicago Tribune*, May 19, 2010, http://www.chicagotribune.com/health/ct-met-mercury-skin-creams-20100518.0.7324086.full_story.

"Mercury in Products and Wastes," UNEP Mercury Awareness Raising Package, cited above.

"Mercury. . . In Your Mascara?" Planet Green, <http://planetgreen.discovery.com/food-health/mercury-mascara.html>.

"Mercury in Mascara? Minnesota Bans It," MSNBC, December 14, 2007, <http://www.msnbc.msn.com/id/22258423/>.

"Unregulated Potions Still Cause Mercury Poisoning," *Western Journal of Medicine*, July 2000, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1070962/>.

Columbia Encyclopedia on mercurous chloride, <http://www.answers.com/topic/calomel-1>.

"The History of Calomel as Medicine in America," The Weston A. Price Foundation, 2009, <http://www.westonaprice.org/environmental-toxins/1446>.

"Unregulated Potions Still Cause Mercury Poisoning," *Western Journal of Medicine*, cited above.

"The History of Calomel as Medicine in America," The Weston A. Price Foundation, cited above.

1911 edition of the *Encyclopedia Britannica* entry on Calomel, <http://www.1911encyclopedia.org/Calomel>.

Jie Liu et al., "Mercury in Traditional Medicines: Is Cinnabar Toxicologically Similar to Common Mercurials?" *Experimental Biology and Medicine*, 2008, <http://ebm.rsmjournals.com/cgi/content/full/233/7/810>.

Cinnabar (Zhu Sha), TCM China, <http://www.tcm-treatment.com/herbs/0-zhusha.htm>.

Jie Liu et al., "Mercury in Traditional Medicines," cited above.

Ayurveda Under the Scanner, *Frontline*, April 2006, <http://www.thehindu.com/fline/fl2307/stories/20060421004011200.htm>.

"Cultural Uses of Mercury," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/G_01-16_BD.pdf.

"Exposure to Thimerosal in Vaccines Used in Canadian Infant Immunization Programs," Public Health Agency of Canada, 2002, <http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmct/02vol28/dr2809ea.html>.

Wikipedia entry on thiomersal, <http://en.wikipedia.org/wiki/Thiomersal>.

"Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, cited above.

"Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, 2006, http://www.who.int/vaccine_safety/topics/thiomersal/questions/en/.

"Thimerosal in Vaccines," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/BiologicsBloodVaccines/SafetyAvailability/VaccineSafety/UCM096228#thi>.

* The infant could receive as much as 75 micrograms from three doses of the diphtheria–tetanus–pertussis vaccine; 75 micrograms from three doses of the Haemophilus influenzae type b vaccine, and 37.5 micrograms from three doses of the hepatitis B vaccine.

Paul A. Offit, "Thimerosal and Vaccines—A Cautionary Tale," *The New England Journal of Medicine*, 2007, <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp078187>.

Gary L. Freed et al., "Policy Reaction to Thimerosal in Vaccines: A Comparative Study of the United States and Selected European Countries," Gates Children's Vaccine Program, http://www.path.org/vaccineresources/files/thimerosal_decision.pdf.

Wikipedia entry on thiomersal controversy, http://en.wikipedia.org/wiki/Thiomersal_controversy.

"Thimerosal in Vaccines," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/biologicsbloodvaccines/safetyavailability/vaccinesafety/ucm096228.htm>.

Thiomersal— Frequently Asked Questions, Irish Health Protection Surveillance Centre, http://www.ndsc.ie/hpsc/A-Z/VaccinePreventable/Vaccination/Thiomersal/Factsheet/File_3948_en.pdf.

"Thiomersal (Ethylmercury) Containing Vaccines," U.K. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency, 2010, <http://www.mhra.gov.uk/Safetyinformation/Generalsafetyinformationandadvice/Product-specificinformationandadvice/Thiomersal%28ethylmercury%29containingvaccines/index.htm>.

"Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, cited above.

"Mercury and Vaccines Fact Sheet," Stay Healthy, Stop Mercury Campaign, 2006, http://www.env-health.org/IMG/pdf/Mercury_and_vaccines.pdf.

"Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, cited above.

Mark Bigham, "Thiomersal in Vaccines: Balancing the Risk of Adverse Effects with the Risk of Vaccine-Preventable Disease," *Drug Safety*, 2005, <http://adisonline.com/drugsafety/pages/articleviewer.aspx?year=2005&issue=28020&article=00001&type=abstract>.

"Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, cited above.

"WHO Informal Meeting on Removal of Thiomersal from Vaccines and Its Implications for Global Vaccine Supply," 2002, <http://www.aapsonline.org/iom/who.pdf>.

D.M. Riley et al., "Assessing Elemental Mercury Vapor Exposure from Cultural and Religious Practices," *Environmental Health Perspectives* 109, no. 8, 2001, p. 779-84, <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1240404&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.

"Cultural Uses of Mercury," UNEP Mercury Awareness Raising Package, cited above.

"Mercury: Poison in Our Neighbourhood," Toxics Link, 2006, <http://www.toxicslink.org/mediapr-view.php?pressrelnum=30>.

Calder Mercury Fountain, Atlas Obscura, <http://atlasobscura.com/place/calder-mercury-fountain-fundacio-joan-miro>.

"School Health Alert About Mercury in Necklaces," Oregon State Government Research & Education Services, 2009, <http://www.oregon.gov/DHS/ph/res/mercalert.shtml#look>.

Mercury Legacy Products: Jewelry, NEWMOA, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/novelty.cfm>

"The Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

"Mercury Use in Artisanal and Small-Scale Gold Mining," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/default.htm.

* The overall chemical for the electrolysis of brine is $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2$.

"Compliance with Chlor-Alkali Mercury Regulations, 1986-1989: Status Report," Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=E7E0E329-1&offset=4&toc=show>.

Dufault, R., LeBlanc, B., Schnoll, R., Cornett, C., Schweitzer, L., Wallinga, D., et al. (2009). Mercury from chlor-alkali plants: Measured concentrations in food product sugar. *Environmental Health*, 8, 2.

"Study Finds High-Fructose Corn Syrup Contains Mercury," *Washington Post*, January 28, 2009, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/01/26/AR20090126012601831.html>.

John S. Kinsey, "Characterization of Mercury Emissions at a Chlor-Alkali Plant," U.S. EPA, 2002.

"Seventh Annual Report to EPA for the Year 2003," The Chlorine Institute, July 2004, <http://www.epa.gov/reg5oair/mercury/7thcl2report.pdf>.

"Chlor-Alkali Industry 2008 Mercury Use and Emissions in the United States," The Chlorine Institute, August 2009, <http://www.epa.gov/reg5oair/mercury/12thcl2report.pdf>.

* The Toxics Release Inventory is a publicly available online database established by the U.S. EPA. Many industrial facilities in the U.S. are required to report to the EPA their releases of toxic chemicals to various environmental media, their off-site transfers of toxic wastes, and other waste-management activities. The EPA compiles the responses and makes them available to the public online.

Carmen-Mihaela Neculita et al., "Mercury Speciation in Highly Contaminated Soils from Chlor-Alkali Plants Using Chemical Extractions," *Journal of Environmental Quality*, 2005, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15647556>.

"Storage of Mercury: Euro Chlor View," Euro Chlor, cited above.

"Caustic Soda Production," Olin Chlor Alkali Products, 2009, <http://www.olinchloralkali.com/Library/Literature/OverviewOfProcess.aspx>.

"Number of Plants and Capacity of Mercury Electrolysis Units in U.S.A./Canada, Europe, Russia, India and Brazil/Argentina/Uruguay," submitted by the World Chlorine Council to UNEP, http://www.chem.unep.ch/mercury/partnerships/Documents_Partnerships/All_comments_Euro_Chlor.pdf.

"Children's Exposure to Elemental Mercury: A National Review of Exposure Events," the U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, February 2009, <http://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/MercuryRTCFinal2013345.pdf#page=31>.

"Catalyst and Method of Making Polyurethane Materials," World Intellectual Property Organization, 2005, <http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?IA=GB2004005368&DISPLAY=DESC>.

"Mercury Substitution Priority Working List," Nordic Council of Ministers, 2007, <http://www.basel.int/techmatters/mercury/comments/240707hsweden-2.pdf>.

Barry R. Leopold, "Use and Release of Mercury in the United States," for U.S. EPA, 2002, <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r02104/600r02104prel.pdf>.

"The Renaissance of Coal-Based Chemicals: Acetylene, Coal-to-Liquids, Acetic Acid," Tecnon OrbiChem Seminar at APIC, 2006, <http://www.tecnon.co.uk/gen/uploads/syezuu55kgu0ok55epcqomifl2052006115942.pdf>.

"NRDC Submission to UNEP in Response to March 2006 Request for Information on Mercury Supply, Demand, and Trade," http://www.chem.unep.ch/mercury/Trade-information_gov_stakeholders.htm.

* The UNEP "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment" estimates 2005 global mercury consumption from VCM manufacturing to be 770 metric tons, a figure we cited earlier. This estimate may take into account growth in the industry from 2004. It also likely does not subtract the amount of mercury recovered by recyclers from the amount of mercury originally present in the used catalysts.

"Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

"Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, cited above.

"Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

"Coal and Climate Change Facts," Pew Center on Global Climate Change, <http://www.pewclimate.org/global-warming-basics/coalfacts.cfm>.

As a first approximation, the amount of mercury emissions released from a coal-fired power plant is related to the amount of coal it burns to generate a unit of electricity. Other things being equal, a more efficient power plant uses less coal to produce a kilowatt hour of electricity and thereby emits less mercury per unit of electricity than does a less efficient plant.

Increases in the efficiency of coal-fired power plants can be accomplished by measures such as improving or replacing burners, optimizing combustion, improving the efficiency of the

S. X. Wang et al., "Mercury Emission and Speciation of Coal-Fired Power Plants in China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.net/10/1183/2010/acp-10-1183-2010.pdf>.

Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2006,

http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/coal_utilization_byproducts/pdf/mercury_%20FGD%20white%20paper%20Final.pdf.

S. X. Wang et al., "Mercury Emission and Speciation of Coal-Fired Power Plants in China," cited above.

* Unfortunately, increased chlorine content in the flue gas can have the negative consequence of increasing the unintentional formation and environmental release of dioxins, furans, and other persistent organic pollutants (POPs), which are also serious global pollutants. The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants seeks to minimize and, where feasible, eliminate the formation and release of these POPs.

James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants," U.S. EPA, 2003, http://www.reaction-eng.com/downloads/Senior_AQIV.pdf.

Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants," cited above.

Coal Ash Facts, <http://www.coalashfacts.org/>.

Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

"Soaring Use of Coal Waste in Homes Risks Consumer Headache," Public Employees for Environmental Responsibility (PEER), 2010, http://www.peer.org/news/news_id.php?row_id=1327.

"Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, cited above.

Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

Jessica Sanderson, "Fate of Mercury in Synthetic Gypsum Used for Wallboard Production," USG Corporation, 2008,

http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/coal_utilization_byproducts/pdf/42080FinalRpt20080624.pdf

"Drywall Sampling Analysis," U.S. EPA, 2009, linked to

<http://www.pharosproject.net/index/blog/mode/detail/record/40>.

Scott S. Shock et al., "Evaluation of Potential for Mercury Volatilization from Natural and FGD Gypsum Products Using Flux-Chamber Tests," *Environmental Science & Technology*, March 2009,

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es802872n#afn3>.

"Cementing a Toxic Legacy?" Earthjustice Environmental Integrity Project, 2008,

http://www.earthjustice.org/sites/default/files/library/reports/ej_eip_kilns_web.pdf

Emily M. White, Gerald J. Keeler, and Matthew S. Landis, "Spatial Variability of Mercury Wet Deposition in Eastern Ohio: Summertime Meteorological Case Study Analysis of Local Source Influences," *Environmental Science & Technology* 43, no. 13, 2009, p. 4,946-53, doi:10.1021/es803214h, <http://dx.doi.org/10.1021/es803214h>.

B. Tooleoneil et al., "Mercury Concentration in Coal—Unraveling the Puzzle," *Fuel* 78, no. 1, 1999, p. 47-54, doi:10.1016/S0016-2361(98)00112-4, [http://dx.doi.org/10.1016/S0016-2361\(98\)00112-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-2361(98)00112-4).

James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants," cited above.

Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

"Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, cited above.

"Generation and Disposal of Petroleum Processing Waste That Contains Mercury," Mercury Technology Services, <http://hgtech.com/Publications/waste.html>.

2007 "Survey of Energy Resources," World Energy Council,

http://www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf

"Mercury Emissions from a Modified In-Situ Oil Shale Retort," Alfred T. Hodgson, et al, *Atmospheric Environment*, 1984

"Oil sands development contributes elements toxic at low concentrations to the Athabasca River and its tributaries." Erin N. Kelly and David W. Schindler, et al, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, July 2010, <http://www.pnas.org/content/107/37/16178.full?sid=800be74f-98bb-4117-a945-bb9ec73936b0>

"Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds," Portland Cement Manufacturing, U.S. EPA, 1997, <http://www.epa.gov/ttnchie1/le/mercury.pdf>.

"Cementing a Toxic Legacy?" Earthjustice Environmental Integrity Project, cited above.

Wikipedia entry on cement kiln, http://en.wikipedia.org/wiki/Cement_kiln.

"Taking Stock: 2003 North American Pollutant Releases and Transfers," Commission for

Environmental Cooperation, July 2006, http://www.cec.org/Storage/60/5254_TS03_Overview_en.pdf.

"EPA Sets First National Limits to Reduce Mercury and Other Toxic Emissions from Cement Plants," U.S. EPA press release, August 9, 2010,

<http://yosemite.epa.gov/opa/advpress.nsf/e77fdd4f5afd88a3852576b3005a604f/ef62ba1cb3c8079b8525777a005af9a5!OpenDocument>.

"National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from the Portland Cement Manufacturing Industry and Standards of Performance for Portland Cement Plants, U.S. EPA Final Rule, August 2010,

http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1/fr_notices/portland_cement_fr_080910.pdf.

"Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries," European Commission, May 2010, ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/clm_bref_0510.pdf

"EPA Sets First National Limits to Reduce Mercury and Other Toxic Emissions from Cement Plants," U.S. EPA press release, cited above.

"Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

W. Charles Kerfoot et al., "Local, Regional, and Global Implications of Elemental Mercury in Metal (Copper, Silver, Gold, and Zinc) Ores," *Journal of Great Lakes Research*, 2004,

http://www.bio.mtu.edu/faculty/kerfoot/jglr_hg_30_sup1_162-184.pdf.

Alexis Cain, "Mercury Releases from Industrial Ore Processing," U.S. EPA, December 6, 2005,

<http://www.epa.gov/bns/reports/stakesdec2005/mercury/Cain2.pdf>.

Guanghui Li et al., "Mercury Emission to Atmosphere from Primary Zn Production in China," *Science of the Total Environment*, September 2010, http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V78-50KVG3K-

[3& user=10& coverDate=09%2F15%2F2010& rdoc=1& fmt=high& orig=search& sort=d& docanchor=&vie w=c& acct=C000050221& version=1& urlVersion=0& userid=10&md5=685c0374da431ad9c9b8ebf3acf76710](#)
S.X. Wang et al., "Estimating Mercury Emissions from a Zinc Smelter in Relation to China's Mercury Control Policies," *Environmental Pollution*, July 2010,
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VB5-50SSKM6-1& user=10& coverDate=08%2F15%2F2010& rdoc=1& fmt=high& orig=search& sort=d& docanchor=&vie w=c& acct=C000050221& version=1& urlVersion=0& userid=10&md5=8622d6c12c9ef4a5b7ddc9995d345e9f
Michael E. Berndt, "Mercury and Mining in Minnesota," Minnesota Department of Natural Resources, 2003,
http://files.dnr.state.mn.us/lands_minerals/mercuryandmining.pdf
See <http://www.epa.gov/triexplorer/>
Data is for NAICS codes 2122 and 331. NAICS is the North American Industry Classification System, U.S. Census Bureau. Definitions of 200 NAICS codes can be found at <http://www.census.gov/eos/www/naics/>.
See definition of "Other On-site Land Disposal" at
http://yosemite1.epa.gov/oiaa/explorers_fe.nsf/Doc1/Other+Disposal?OpenDocument
Peter Maxson, "Mercury Rising: Reducing Global Emissions from Burning Mercury-Added Products," for the Mercury Policy Project, February 2009,
http://www.zeromercury.org/International_developments/FINAL_MercuryRising_Feb2009.pdf
"Summary of Research on Mercury Emissions from Municipal Landfills," NEWMOA factsheet, 2009,
<http://www.newmoa.org/prevention/mercury/landfillfactsheet.cfm>
Xinbin Feng et al., "Landfill Is an Important Atmospheric Mercury Emission Source," *Chinese Science Bulletin*, 2004, <http://www.springerlink.com/content/t1k8j12r71k091r5/>.
Z.G. Li et al., "Emissions of Air-Borne Mercury from Five Municipal Solid Waste Landfills in Guiyang and Wuhan, China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.org/10/3353/2010/acp-10-3353-2010.pdf>.
"Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.
"Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, cited above.
"Assessment Report: Excess Mercury Supply in Latin America and the Caribbean, 2010-2050," UNEP Chemicals, July 2009, http://www.chem.unep.ch/mercury/storage/main_page.htm.
"Development of Options, Analysis and Pre-Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Asia and the Pacific," UNEP, February 2010, http://www.chem.unep.ch/mercury/storage/main_page.htm.
"Background Paper for Stakeholder Panel to Address Options for Managing U.S. Non-Federal Supplies of Commodity-Grade Mercury," U.S. EPA, March 2007, <http://www.epa.gov/mercury/stocks/backgroundpaper.pdf>.
"Requirements for Facilities and Acceptance Criteria for the Disposal of Metallic Mercury," European Commission, April 2010, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf.
"Draft Annotated Outline: Developments of Options Analysis and Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Latin America and the Caribbean," UNEP, 2010,
http://www.chem.unep.ch/Mercury/storage/LAC_Docs/First%20%20Draft%20report%20feasibiity%20study%20Hg%20storage%20LAC%20project%2005-04-10%20parcial.doc
"Development of Options, Analysis and Pre-Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Asia and the Pacific," UNEP, cited above.
United Nations Environment Programme, Report of the Governing Council, Twenty-Fifth Session, Decision 25/5 Chemicals management, including mercury, <http://www.unep.org/gc/gc25/>.
"Barrow Declaration on the Occasion of the Second Ministerial Meeting of the Arctic Council," http://arctic-council.npolar.no/Meetings/Ministeral/2000/bar_decl.pdf.
"Global Mercury Assessment Report," UNEP,
<http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Final%20Assessment%20report.htm>
Proceedings of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum at Its Twenty-Fifth Session,
<http://www.unep.org/gc/gc25/Docs/Proceeding-FINAL.pdf>.
See <http://www.ipen.org/hgfree>.

تمت الترجمة إلى العربية والمراجعة بمعرفة
اللجنة العلمية بمؤسسة يوم المستشفيات للتنمية والتأهيل

العنوان

٣ شارع حلوان – بجوار مساكن أبو الريش ص.ب: ١١٥٦٣ القصر العيني

الرمز البريدي : ١١٤٤١ القاهرة

تليفون : ٢٥٣٢٨١٣٧ - ٢٣٦٨٢٨٢٧ فاكس : ٢٣٦٥٠٤٢٩

E-mail: dayhospl@internetegypt.com

infectioncontrol@ie-eg.com

www.dayhospl.org

كما تمت الطباعة على نفقة المركز الإقليمي العربي

للجمعيات الأهلية في مجال البيئة والكيمائيات

IPEN HUB for Middle - East Arab Rigion



www.ipen.org/hgfree

حملة المنظمة الدولية للحد من الملوثات العضوية الثابتة (الأيبين - IPEN) للدعوة لبيئة خالية من الزئبق

نتيجة للطلب المتزايد للمعرفة عن المخاطر المترتبة عن التلوث بالزئبق وتأثيره الضار على صحة الإنسان والبيئة دعت منظمة (الأيبين - IPEN) لدعم وتشجيع جميع المبادرات والجهود الوطنية الخاصة بالمنظمات الغير حكومية ومنظمات المجتمع المدني في جميع أنحاء ا

- رفع الوعي العام عن الأضرار التي تنتج عن الزئبق و التعرض له
- تنظيم حملات هادفة وموجهة لاستبعاد ومراقبة أفضل لمصادر تلوث الزئبق والتعرض له
- تشجيع بدائل آمنة لتحل محل الاستخدامات الحالية للزئبق
- بناء مساندة بين ممثلي الحكومة الزعماء السياسيين و قيادات الرأي العام من أجل تبني و تنفيذ سياسات و قوانين للتحكم في الزئبق .
- بناء دعم سياسي و مجتمعي عام للموافقة على اعتماد معاهدة دولية قوية شاملة



نعمل سويا من أجل مستقبل خال من السموم

ipen@ipen.org . www.ipen.org



مؤسسة يوم المستشفيات للتنمية والتأهيل