



## برنامج الأمم المتحدة للبيئة



مؤتمر الأطراف في اتفاقية ميناماتا

بشأن الزئبق

الاجتماع الثالث

جنيف، ٢٥-٢٩ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٩

البند ٥ (د) من جدول الأعمال المؤقت\*

مسائل تعرض على مؤتمر الأطراف لكي ينظر

فيها أو يتخذ إجراء بشأنها: التوجيهات المتعلقة

بإدارة المواقع الملوثة

### التوجيهات المتعلقة بإدارة المواقع الملوثة

#### مذكرة من الأمانة

- ١- تنص الفقرة ٣ من المادة ١٢ من اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق على أن يعتمد مؤتمر الأطراف في اتفاقية ميناماتا توجيهاً بشأن إدارة المواقع الملوثة.
- ٢- وطلب مؤتمر الأطراف إلى الأمانة، في مقرره ا م-١/٢٠، أن تعد مشروع توجيهات، بالتشاور مع الخبراء المرشحين من قبل الحكومات والجهات الأخرى، وأن تقدمه إلى مؤتمر الأطراف في اجتماعه الثاني.
- ٣- ونظر مؤتمر الأطراف في مشروع التوجيهات في اجتماعه الثاني، وطلب إلى الأمانة في مقرره ا م-١/٢٠ أن تواصل تنقيح مشروع التوجيهات مع مراعاة التعليقات والمعلومات الواردة من الأطراف وأصحاب المصلحة وبالتشاور مع الخبراء المرشحين، وأن تقدم المشروع المنقح إلى مؤتمر الأطراف في اجتماعه الثالث.
- ٤- ووردت تعليقات ومعلومات من أوروغواي وسويسرا وشيلي وفرنسا وكندا واليابان، وأمانة اتفاقية حماية البيئة البحرية والمناطق الساحلية للبحر الأبيض المتوسط، والمحفل المشترك المعني بالأراضي الملوثة في أوروبا، والمجلس الدولي للتعددين والفلاتر، والشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة، والسيدة سفيتوسلافا تودوروفا، الأستاذة بجامعة سيراكيوز. ونُشر مشروع التوجيهات المنقح على الموقع الشبكي للاتفاقية في ١٧ أيار/مايو ٢٠١٩ لتقديم التعليقات عليه حتى ٢١ حزيران/يونيه ٢٠١٩. ووردت تعليقات أخرى من الأرجنتين، وإسبانيا، وجمهورية إيران الإسلامية، وشيلي، والصين، وفرنسا، وكندا، والولايات المتحدة الأمريكية، واليابان، والمجلس الدولي للتعددين

والفلزات، والشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة، والسيدة تودوروفا. ثم عقدت الأمانة في ١ تموز/يوليه ٢٠١٩ اجتماعاً عن طريق التداول عن بعد للخبراء المرشحين، وأعدت المشروع المنقح مرة أخرى الوارد في المرفق الثاني للوثيقة UNEP/MC/COP.3/8.

٥- واتفق الخبراء المرشحون في مؤتمرهم المعقود بالتداول عن بعد على أن بعض المعلومات تقنية إلى درجة لا تسمح بإدراجها في التوجيهات، ولكن ينبغي أن تتاح للأطراف لدعم تنفيذ المادة ١٢. وترد هذه المعلومات في مرفق الوثيقة UNEP/MC/COP.3/INF/13.

### الإجراء الذي اتخذه مؤتمر الأطراف

٦- نظر مؤتمر الأطراف في مشروع التوجيهات الوارد في المرفق الثاني للوثيقة UNEP/MC/COP.3/8 واعتمده بعد إدخال بعض التعديلات. وترد التوجيهات التي اعتمدت في مرفق هذه المذكرة.

## التوجيهات المتعلقة بإدارة المواقع الملوثة

## ألف - مقدمة

## ١ - معلومات أساسية

١- تتضمن اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق أحكاماً تتعلق بالمواقع الملوثة، بما في ذلك تحديد تلك المواقع وتقييمها واعتماد مؤتمر الأطراف للتوجيهات المتعلقة بإدارة المواقع الملوثة. وتقدم هذه الوثيقة توجيهات بشأن العناصر الرئيسية لتحديد المواقع الملوثة وإدارتها، لكي تستخدم كمرجع من الأطراف التي تود أن تتخذ إجراءات لإدارة هذه المواقع. وهي موجهة إلى مجموعة من المستخدمين المحتملين، تشمل المسؤولين الحكوميين والممارسين، وتقدم توجيهات بشأن إدارة المواقع، بدءاً من تحديدها وبجتها بالتفصيل وصولاً إلى عملية اتخاذ القرارات اللازمة لإدارتها، وإصلاحها عند الاقتضاء. وتهدف التوجيهات إلى توفير مشورة عامة للأطراف بعبارة غير إلزامية، مع مراعاة تنوع الاعتبارات الوطنية لدى الأطراف بما في ذلك الظروف الاجتماعية والاقتصادية والقيود التي تواجهها. وتحيط الوثيقة علماً بأفضل الممارسات البيئية وأفضل التقنيات المتاحة. ويمكن للذين يخططون للإدارة المفصلة لموقع معين الاطلاع على معلومات تقنية إضافية في المراجع الواردة في نهاية التوجيهات.

٢- وأعدت التوجيهات وفقاً للمادة ١٢ من الاتفاقية. ويعرض الشكل ١ نموذجاً لشجرة القرارات لإدارة المواقع الملوثة. وكل خطوة في نموذج شجرة القرارات مبينة تفصيلاً في القسم المشار إليه من التوجيهات.

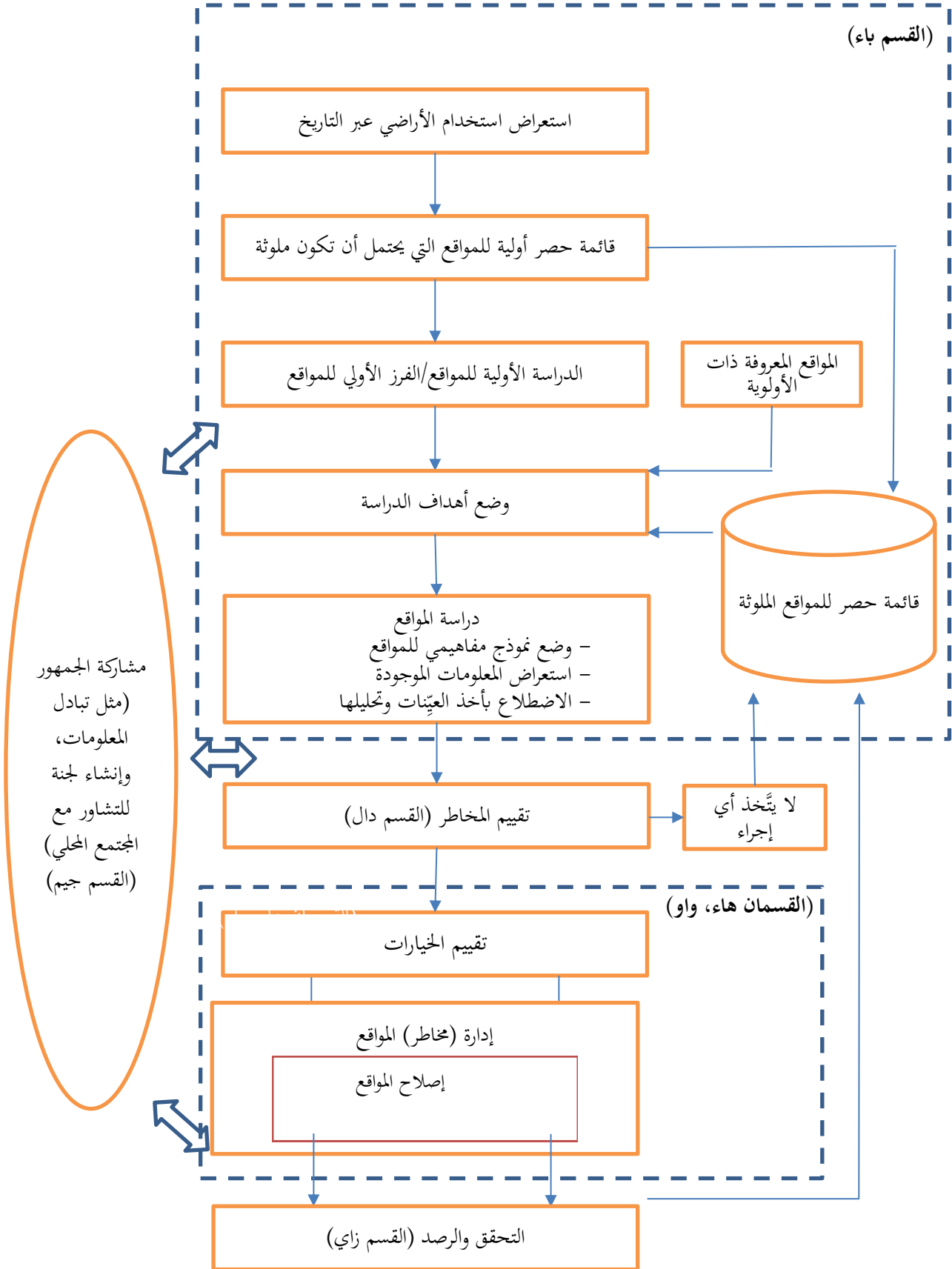
٣- ولا تضع التوجيهات متطلبات إلزامية ولا تحاول أن تضيف إلى التزامات الطرف بموجب المادة ١٢ أو تنقص منها. ويُعترف بأنه، لأسباب تقنية أو اقتصادية أو قانونية، قد لا تكون بعض التدابير الموصوفة في هذه التوجيهات متاحة لجميع الأطراف. وتأخذ القوانين والقواعد التنظيمية واجبة التطبيق ذات الصلة بالأنشطة المنفذة للمواقع الملوثة الأسبقية على هذه التوجيهات.

٤- ولا يرد في نص الاتفاقية تعريف محدد لمصطلح "موقع ملوث". وقد تتبع البلدان التعاريف الخاصة بها الواردة في تشريعاتها. وفي هذه التوجيهات يشير مصطلح "الموقع الملوث" إلى موقع يثبت فيه وجود الزئبق أو مركبات الزئبق الناجمة عن الأنشطة البشرية وذلك بمستوى (أو مستويات) يعتبر طرف ما أنها تشكل خطراً كبيراً على صحة البشر أو البيئة.

الشكل ١

## إطار وشجرة قرارات أولية لإدارة المواقع الملوثة

(القسم باء)



## المخاطر على صحة الإنسان وعلى البيئة

٥- الزئبق عنصر كيميائي يوجد بصورة طبيعية في الهواء والماء والتربة. وتختلف مستوياته الأساسية الطبيعية من مكان إلى آخر، وتتوقف على الجيولوجيا المحلية. ويُنتج الزئبق ويُطلق في البيئة من النشاط البركاني ومن تحات الصخور ونتيجة للنشاط البشري. وتشمل المصادر البشرية الرئيسية لانبعاثات وإطلاقات الزئبق تعدين الزئبق الأولي، وعمليات تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق، وحرق الفحم الحجري، والعمليات الصناعية، وملاغم الأسنان، وحرق النفايات.

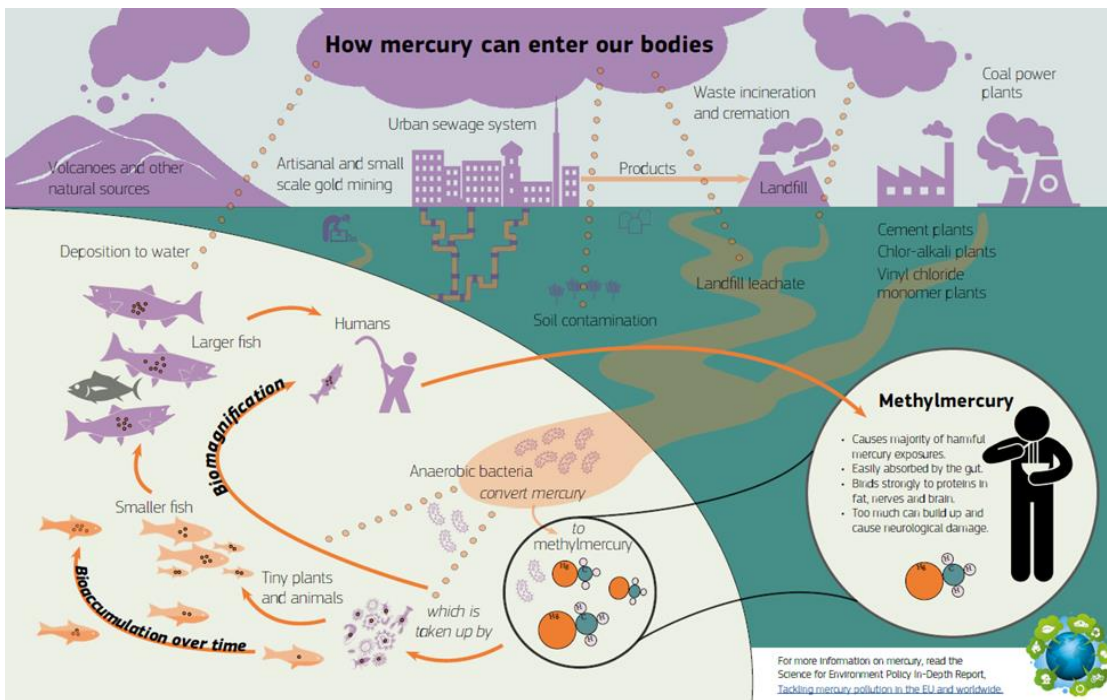
٦- وعلى النحو المبين في الشكل ٢، فبمجرد إطلاق الزئبق في الطبيعة، يمكن أن ينتقل لمسافات طويلة وأن يبقى في البيئة، متنقلاً بين الهواء والماء والرواسب والتربة والكائنات الحية، إلى أن يترسب في النهاية في الرواسب البحرية العميقة أو في التربة المعدنية. ويوجد الزئبق في أشكال مختلفة: عنصر الزئبق الأولي (الزئبق المعدني) ومركبات الزئبق العضوية وغير العضوية. ويتباين السلوك البيئي والخصائص السمية لمركبات الزئبق المختلفة.

٧- وفي أماكن العمل التي يُستخدم فيها الزئبق، يمكن أن يتعرض الناس لخطر استنشاق بخار الزئبق أو ملامسته جلدياً نتيجة لممارسات العمل العادية (في البيئات الصناعية أو الطبية أو بيئات طب الأسنان أو تعدين الذهب الحرقي أو الضيق النطاق) أو من حالات الانسكاب. ولأن بخار عنصر الزئبق الأولي المستنشق قد يخترق الجهاز العصبي المركزي ويلحق الضرر به تدريجياً، يعتبر بخار عنصر الزئبق الأولي أحد أكثر أشكال الزئبق سمية.

٨- ولكن أكثر أشكال التعرض المباشر شيوعاً بالنسبة لعامة السكان هو من خلال استهلاك الأسماك والمأكولات البحرية الملوثة بميثيل الزئبق، الذي يمثل أحد أكثر أشكال الزئبق سمية. ويتراكم ميثيل الزئبق ويتضخم أحياناً، ويزداد تركيزه مع صعوده نحو قمة السلسلة الغذائية، بحيث توجد أعلى مستوياته في الأنواع الأحيائية المفترسة، مثل أسماك التونة والمارلن وأبو سيف والقروش والثدييات البحرية والبشر. ويمكن أن تكون له آثار وخيمة على النظم البيئية، بما في ذلك تأثيرات إنجابية على الطيور والثدييات المفترسة. ويشكل التعرض الحاد أو المزمن للزئبق ومركباته بمستويات عالية خطراً كبيراً على صحة الإنسان وعلى البيئة. وتشمل عواقبه بالنسبة لصحة الإنسان الآثار على الدماغ والقلب والكليتين والرئتين والجهاز المناعي للأفراد من جميع الأعمار. ولدى ميثيل الزئبق قابلية للارتباط بالأنسجة الدهنية ويمكنه عبور الحائل الدموي الدماغية والحاجز المشيمي. ولذلك يمكن أن يلحق ارتفاع مستويات تركيز ميثيل الزئبق في مجرى الدم لدى الأجنة وصغار الأطفال ضرراً بالجهاز العصبي النامي.

الشكل ٢  
مصادر ومسارات التعرض للزئبق

ENGLISH			ARABIC
1	How mercury can enter our bodies	1	كيف يمكن أن يدخل الزئبق إلى أجسامنا
2	Volcanoes and other natural sources	2	البراكين وغيرها من المصادر الطبيعية
3	Artisanal and small scale gold mining	3	تعددين الذهب الحرفي والضيق النطاق
4	Urban sewage system	4	نظم الصرف الصحي في المناطق الحضرية
5	Products	5	المنتجات
6	Waste incineration and cremation	6	إحراق وترميد النفايات
6a	Landfill	6a	مدافن النفايات
7	Coal power plants	7	محطات توليد الكهرباء العاملة بالفحم
8	Deposition to water	8	الترسب في الماء
9	Larger fish	9	الأسماك الكبيرة
10	Humans	10	البشر
11	Soil contamination	11	تلوث التربة
12	Landfill leachate	12	الرشح من مدافن النفايات
13	Cement plants Chlor-alkali plants Vinyl chloride monomer plants	13	مصانع الإسمنت معامل الكلور والقلويات معامل مونومر كلوريد الفينيل
14	Bioaccumulation over time	14	التراكم الأحيائي مع مرور الوقت
15	Smaller fish	15	الأسماك الصغيرة
16	Biomagnification	16	التضخيم الأحيائي
17	Anaerobic bacteria convert mercury	17	تحول الزئبق بفعل البكتيريا اللاهوائية
18	Tiny plants and animals	18	النباتات والحيوانات الصغرى
19	which is taken up by	19	التي تلتقط من قبل
20	To methylmercury	20	إلى ميثيل الزئبق



ENGLISH		ARABIC	
21	<p>Methylmercury</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Causes majority of harmful mercury exposures.</li> <li>• Easily absorbed by the gut.</li> <li>• Binds strongly to proteins in fat, nerves and brain.</li> <li>• Too much can build up and cause neurological damage.</li> </ul>	21	<p>ميثيل الزئبق</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يسبب أغلب حالات الضرر الناتج عن التعرض للزئبق.</li> <li>• تمتصه الأمعاء بسهولة.</li> <li>• يرتبط بقوة بالبروتينات في الدهون والأعصاب والدماغ.</li> <li>• الكميات الكبيرة منه يمكن أن تتراكم وتسبب الأضرار العصبية.</li> </ul>
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Science for Environment Policy, 2017</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Science for Environment Policy, 2017</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• For more information on mercury, read the Science for Environment In-Depth Report, Tracking mercury pollution in the EU and worldwide</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• للاطلاع على مزيد من المعلومات عن الزئبق، اقرأ التقرير: Science for Environment In-Depth Report, Tracking mercury pollution in the EU and worldwide</li> </ul>

### ٣- استخدام الزئبق في العالم

٩- الزئبق معدن يتميز بخصائص فريدة أدت إلى تعدد استخداماته. فهو سائل في درجات الحرارة العادية، ويستخدم في المفاتيح والمرحلات الكهربائية، وكذلك في أجهزة القياس، حيث يتيح التحديد الدقيق للتغيرات في درجة الحرارة. ويستخدم في عدد من العمليات الصناعية. وتؤدي قابلية الزئبق لتكوين الملاجم مع المعادن الأخرى إلى استخدامه في عمليات ومنتجات مثل منتجات تعدين الذهب الحربي والضيق النطاق ومنتجات طب الأسنان.

١٠- ويستمر عالمياً إنتاج مجموعة واسعة من المنتجات التي تحتوي على الزئبق، بما في ذلك البطاريات والمصابيح الكهربائية وأجهزة القياس (مثل مقاييس الحرارة) ومستحضرات التجميل ومبيدات الآفات. وتحتوي هذه المنتجات بوجه عام على مستويات أو كميات منخفضة من الزئبق؛ غير أن سوء التعامل مع كميات كبيرة من هذه المواد كمنتجات أو نفايات يمكن أن يفضي إلى إطلاقات في البيئة. ولا يزال ملغم الزئبق يستخدم على نطاق واسع في طب الأسنان، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى إطلاقات كبيرة للزئبق في المياه المستعملة من عيادات طب الأسنان وفي الهواء من محارق الجثث.

١١- ولا تزال العمليات الصناعية التي تستخدم الزئبق إما كعامل محفز أو كجزء من دائرة كهربائية قيد الاستخدام على الصعيد العالمي. وتشمل هذه العمليات إنتاج الكلور والقلويات، حيث تُستخدم أحياناً كميات كبيرة جداً من الزئبق في الموقع، مما يؤدي إلى نشوء مرافق قد تكون شديدة التلوث بالزئبق. ويستخدم الزئبق كذلك في إنتاج الأسيتالدهيد. وتشمل العمليات الصناعية الأخرى التي قد يستخدم فيها الزئبق إنتاج مونومر كلوريد الفينيل (للاستخدام في كلوريد البوليفينيل)، وميثلات أو إيثيلات الصوديوم أو البوتاسيوم، وإنتاج البوليوريثان. ويمكن أن ينتج عن أي من عمليات التصنيع هذه تلويث موقع الإنتاج نتيجة للعملية نفسها أو من خلال الانسكابات الناتجة عن سوء التعامل أو الحوادث أو سوء إدارة نفايات الزئبق الناتجة عن العملية.

١٢- ويستخدم الزئبق على نطاق واسع في عمليات تعدين الذهب الحربي والضيق النطاق، حيث يمزج مع الخام المحتوي على الذهب. ويلتحم الزئبق بالذهب مشكلاً ملغماً يُسخَّن بعد ذلك لإطلاق الزئبق على شكل بخار، تاركاً وراءه الذهب. ويعني الطابع غير النظامي للعديد من عمليات تعدين الذهب الضيق النطاق أن الضوابط المفروضة على استخدام الزئبق وإطلاقه قليلة، إن وجدت، الأمر الذي يؤدي في كثير من الأحيان إلى ارتفاع مستويات تعرض العمال وتلوث المواقع. وبالإضافة إلى ذلك، قد تتعرض أسر بأكملها أو مجموعات بأسرها من الناس لبخار الزئبق في المنزل أو المستودع الذي تجري فيه المعالجة أو حولهما.

١٣- ويجدر بالذكر أن إطلاقات الزئبق لا تقتصر على الإطلاقات الناتجة عن الاستخدام المتعمد للزئبق. وقد يؤدي سوء إدارة النفايات والمياه المستعملة، بما فيها تلك الناتجة عن تدابير مكافحة التلوث، إلى إطلاق الزئبق وتلويث التربة والماء. ويمكن أن تؤدي أنشطة التعدين ذات النطاق الصناعي التي يكون فيها الخام محتوياً على نسبة عالية من الزئبق أو التي يجري فيها استخراج النفط والغاز إلى إطلاقات الزئبق في الأراضي والمياه.

### ٤- انبعاثات الزئبق وإطلاقاته من المواقع الملوثة

١٤- تشكل المواقع الملوثة خطراً بطريقتين: يمكن أن يكون الموقع الملوث نفسه (مثل موقع منشأة أو موقع انسكاب محلي) مصدراً لتعرض أي شخص يدخل الموقع، ويمكن أن يكون الموقع مصدراً لإطلاق الزئبق إلى البيئة المحيطة. وحين ينتقل الزئبق إلى خارج الموقع، بحيث يؤدي إلى خطر غير مقبول، قد تستهدف أنشطة الإصلاح وغيرها من أنشطة إدارة المخاطر الموقع الأصلي للتلوث وكذلك الوسائط البيئية التي قد يكون الزئبق تسرب إليها (مثل المياه الجوفية والمياه السطحية والرواسب).



١٥- وتضمّن التقييم العالمي للزئبق لعام ٢٠١٣ (UNEP, 2013) تقييماً لأموور من بينها إطلاقات الزئبق إلى المياه من المصادر الثابتة لانبعاثات الزئبق، والمواقع الملوثة، ومواقع تعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق. وأشارت التقديرات إلى أن المواقع الملوثة تطلق ما بين ٨ أطنان و ٣٣ طنناً مترياً من الزئبق سنوياً إلى المياه، وما بين ٧٠ و ٩٥ طنناً مترياً من الزئبق في الهواء. وأبلغت دراسات أخرى (Kocman and others, 2013) عن مستويات أعلى من الإطلاقات في الماء، تقدر ضمن نطاق يتراوح بين ٦٧ و ١٦٥ طنناً مترياً من الزئبق في السنة. ويسلم التقييم العالمي للزئبق لعام ٢٠١٨ (UNEP, 2019) بأن المواقع الملوثة تشكل مصدراً بشرياً لا يمكن تقدير انبعاثاته بطريقة موثوقة بعد، كما يخلص إلى أنه لا توجد معرفة مفصلة بشأن عمليات الإطلاقات الثانوية الناجمة عن الزئبق الذي يطلق في البداية إلى المسارات الأرضية.

## ٥- الالتزامات بموجب اتفاقية ميناماتا بشأن الزئبق

١٦- تحدد المادة ١٢ من اتفاقية ميناماتا الالتزامات التالية فيما يتعلق بالمواقع الملوثة:

- (أ) يسعى كل طرف إلى وضع استراتيجيات مناسبة لتحديد وتقييم المواقع الملوثة بالزئبق أو مركبات الزئبق؛
- (ب) تُتخذ أي إجراءات للحد من المخاطر التي تشكّلها هذه المواقع بطريقة سليمة بيئياً تشمل، حيثما كان ذلك مناسباً، تقييماً للمخاطر بالنسبة لصحة الإنسان وللبيئة الناجمة عن الزئبق أو مركبات الزئبق التي تحتوي عليها؛
- (ج) يعتمد مؤتمر الأطراف توجيهات بشأن إدارة المواقع الملوثة يمكن أن تشمل طرائق ومناهج من أجل:

١' تحديد المواقع وخصائصها؛

٢' إشراك الجمهور؛

٣' تقييمات المخاطر على صحة الإنسان والبيئة؛

٤' خيارات لإدارة المخاطر التي تشكّلها المواقع الملوثة؛

٥' تقييم الفوائد والتكاليف؛

٦' التحقّق من صحة النتائج.

١٧- وفي المادة ١٢، تشجّع الأطراف أيضاً على التعاون على وضع استراتيجيات وتنفيذ أنشطة لتحديد المواقع الملوثة بالزئبق وتقييمها وتحديد أولوياتها وإدارتها والقيام، وفقاً للمقتضى، بتطهيرها.

١٨- وقد اعتمدت هذه التوجيهات وفقاً للفقرة ٣ من المادة ١٢ من الاتفاقية (الفقرة ١٦ ج) أعلاه، وهي منظمة حول الطرائق والتّهجّ الرئيسية المذكورة فيها، وتشير أيضاً إلى السياسات الوطنية المتبعة في عدد من البلدان.

## باء - تحديد المواقع وخصائصها

## ١ - تحديد المواقع

١٩- تُلزم الفقرة ١ من المادة ١٢ الأطراف بالسعي إلى وضع استراتيجيات مناسبة لتحديد وتقييم المواقع الملوثة بالزئبق أو مركبات الزئبق. وتعني الصيغة المستخدمة في الفقرة وضع نهج ينطوي على إجراء استعراض شامل على الصعيد الوطني لمدى خطورة مشكلة المواقع الملوثة لدى كل طرف من الأطراف. وسيعني ذلك في معظم الحالات البدء بتجميع المعلومات من أجل تحديد المرافق التي ربما تكون قد انحطت في أنشطة يحتمل أن تتسبب في إطلاقات الزئبق، عندما يكون ذلك التحديد ممكناً عملياً من النواحي القانونية والتقنية والمالية. ويمكن أن يشمل ذلك المواقع النشطة والمهجورة على السواء التي تستخدم أو كان يُستخدم فيها الزئبق أو مركبات الزئبق في العمليات أو المنتجات، وعمليات تعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق، والعمليات الصناعية الأخرى. وقد يشمل المناجم التي أقيمت في الماضي ولم تخضع للإدارة وفقاً لمعايير التعدين الحديثة. ومن شأن هذا التحديد الأولي للمواقع والتقديرات الأولية لحجم التلوث واحتمالات إطلاق الزئبق وتعرض السكان له أن يمكن البلدان من البدء في تحديد أولويات تعاملها مع المواقع الملوثة فيها وفقاً للإطار القانوني القائم، إن وُجد.

٢٠- ويمكن استخدام نهج منظم لتحديد المواقع الملوثة وفهرستها، بدءاً من إجراء استعراض وطني لاستخدام الأراضي في الماضي والحاضر ووضع قائمة أولية بالمواقع التي يحتمل أن تكون ملوثة. ويمكن عندئذ تحديد الأولويات للمواقع الواردة في القائمة وتحديد المواقع التي تحتاج إلى مزيد من التوثيق والبحث. ويمكن أن يكون هذا النهج فعالاً عند وضع خطة وطنية شاملة لمعالجة المواقع الملوثة بالزئبق. ويمكن دعم النهج المنتظم بنهج آخر من خلال تحديد فرادى المواقع الملوثة عندما يتغير استخدام الأراضي وعند تنفيذ أعمال مثل التنقيب أو التشييد. وعلى الرغم من أن تحديد فرادى المواقع الملوثة ليس بديلاً كافياً للنهج المنتظم فقد يكون مناسباً للبلدان التي لديها سياسة وطنية قائمة لإدارة المواقع الملوثة.

٢١- ويمثل استعراض الاستخدام الماضي والحاضر للأراضي عاملاً مساعداً مهماً في تحديد المواقع الملوثة المحتملة (CCME, 2016). ويمكن أن يمثل ذلك الاستعراض أول خطوة في تحديد المواقع التي تتطلب مزيداً من البحث. وإلى أن يتم إثبات التلوث من خلال البحث في كل موقع، يمكن الإشارة إلى هذه المواقع بوصفها مواقع "مشتبه" في تلوثها. وفي بعض الولايات القضائية، تدرج المواقع الملوثة المؤكدة والمشتبه في تلوثها في قاعدة بيانات على الإنترنت.

٢٢- وهناك مجموعة من المصادر المحتملة لتلوث المواقع، تشمل ما يلي:

(أ) تخزين الزئبق؛

(ب) تصنيع منتجات مضاف إليها الزئبق؛

(ج) استخدام الزئبق في عمليات التصنيع؛

(د) أنشطة تعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق التي تستخدم الزئبق أو الركازات الأولية الغنية بالزئبق

التي يتركز فيها الزئبق؛

(هـ) التعدين الأولي للزئبق والمناجم المستخدمة في الماضي التي لا تدار وفقاً للممارسات الحديثة؛

(و) المصادر الثابتة للانبعاثات والإطلاقات؛

(ز) إدارة النفايات والتخلص منها؛

(ح) المصادر الأخرى.

٢٣- وقد لا تقتصر مصادر التلوث، مثل تصنيع المنتجات المضاف إليها الزئبق، واستخدام الزئبق في التصنيع، والمصادر الثابتة لانبعاثات الزئبق، على الأنشطة المذكورة في مرفقات اتفاقية ميناماتا، بل تشمل أيضاً أنشطة أخرى لا تخضع للرقابة بموجب الاتفاقية. وتجدر الإشارة إلى أنه قد توجد في بعض الحالات، إلى جانب الموقع الملوث الرئيسي، مواقع ملوثة ثانوية مرتبطة به يصلها التلوث من الموقع الأولي بسبب الجريان السطحي أو الرش أو الانتقال. وفي بعض الحالات، وخصوصاً عند جريان المياه إلى أراضي رطبة أو غير ذلك من النظم الإيكولوجية الحساسة، قد يتألف التلوث في الموقع الثانوي (أو المواقع الثانوية) أساساً من ميثيل الزئبق بعد التحول البكتيري، أو من أشكال أخرى من الزئبق، مثل كبريتيد الزئبق الذي قد يتكون من اتحاد الزئبق بالكبريت الموجود في التربة.

٢٤- وفي حالة تعدين الذهب الحربي والضيق النطاق، قد يكون تحديد المواقع صعباً بصفة خاصة بسبب عدد المواقع التي يحتتمل أن تكون ملوثة، والطبيعة غير النظامية (وأحياناً غير القانونية) للنشاط، وعدم وجود سجلات رسمية. وقد يلزم تحديد مجموعة من المواقع أو منطقة المواقع التي قد تكون متأثرة بالتعدين الحربي، ثم العمل ضمن تلك المنطقة لتحديد فرادى المواقع المثيرة للقلق. وقد تُفيد المعلومات التي تُجمع من أجل وضع خطة عمل وطنية وفقاً للمادة ٧ في تحديد مواقع تعدين الذهب الحربي والضيق النطاق الملوثة.

٢٥- ومن أجل وضع قائمة جرد وطنية أولية للمواقع التي يحتتمل أن تكون ملوثة، يمكن أن تجتمع الوكالات الحكومية سجلات الأنشطة الحالية والماضية أو سجلات استخدامات الأراضي، مثل تلك المذكورة أعلاه، لكي تشكل أساساً لمزيد من البحث. وفي بعض الولايات القضائية، يفرض القانون<sup>(١)</sup> على الوكالات الحكومية والأعمال التجارية ومالك الأراضي في القطاع الخاص إخطار السلطات البيئية المختصة عند حيازتهم لأراضٍ يشبه في كونها ملوثة أو يُعرف أنها ملوثة، وإلا تعرضوا لعقوبات مالية.

٢٦- وفي كثير من الحالات، يمكن تحديد المواقع التي يشبه في كونها ملوثة تحديداً مبدئياً بالوسائل التالية  
(UNEP, 2015):

(أ) السجلات التي تحدد الأنشطة الصناعية أو غيرها من الأنشطة التي سبق تنفيذها في الموقع؛

(ب) الملاحظة البصرية لظروف الموقع أو لمصادر التلوث المرتبطة به؛

(ج) الملاحظة البصرية لعمليات التصنيع أو غيرها من العمليات التي يُعرف أنها استخدمت أو أُطلقت أحد الملوثات التي تتسم بخطورة خاصة؛

(د) الآثار الضارة المرصودة لدى فئات البشر أو النباتات أو الحيوانات، والتي قد تكون ناتجة عن قربها من الموقع<sup>(٢)</sup>؛

(١) انظر على سبيل المثال قانون المواقع الملوثة لغرب أستراليا لعام ٢٠٠٣: Government of Western Australia, Western Australian Contaminated Sites Act 2003, Part 2, Division 1, sect.11 (3) المتاح على الرابط: <https://www.legislation.wa.gov.au>

(٢) تجدر الملاحظة بأن الآثار الضارة بصحة البشر كمؤشر على تلوث الموقع لا تستبان على الأرجح إلا في حالات التلوث الشديد للغاية أو بعد تحديد الموقع باعتباره ملوثاً. وينبغي أن يقوم إسناد الآثار الصحية إلى المواقع الملوثة على تقييم الموقع وعلى المعلومات المتعلقة بالتعرض.

(هـ) النتائج الفيزيائية أو التحليلية الموجودة التي تبين مستويات التلوث؛

(و) البلاغات التي تقدمها المجتمعات المحلية إلى السلطات عن الإطلاقات المشتبه في حدوثها.

## ٢- وضع قائمة الجرد

٢٧- مع إحراز التقدم في تحديد المواقع المشتبه في تلوثها والمواقع الملوثة المثبتة ضمن ولاية قضائية معينة، يصبح من الممكن وضع قائمة جرد للمواقع يمكن استخدامها لتتبع تقييم وإدارة كل موقع على حدة مع مرور الزمن. وفي هذا السياق، قد ترغب الأطراف في وضع قائمة جرد تتيح لها استخدام نهج قائم على تقييم المخاطر، بغية تحديد الأولويات بكفاءة لاستخدام الموارد لحماية المجموعات السكانية البشرية وأجزاء البيئة الخاضعة لأشد مخاطر التعرض للزئبق من أخطر المواقع. ويمكن إعطاء الأولوية لإدارة المواقع التي تشكل أكبر المخاطر، وتخصيص الموارد في وقت لاحق للمواقع التي تشكل مخاطر منخفضة.

٢٨- ويمكن أن تمثل قوائم الجرد "قاعدة بيانات حية"، بمعنى أنه يمكن إضافة المواقع الملوثة (المحتملة) عند اكتشافها (مثل المواقع الموروثة التي قد تكون قديمة جداً ولا توجد لها أي سجلات وتكتشف خلال أعمال التشييد). ويمكن أيضاً إزالة المواقع من قوائم الجرد حينما يثبت خلوها من التلوث أو استصلاحها تماماً، على الرغم من أن الأطراف قد تختار، بدلاً من ذلك، تصنيف هذه المواقع باعتبارها قد استصلحت أو باعتبارها غير ملوثة وترتكها موجودة في قاعدة البيانات تحسباً لحالة أن تتطلب التطورات العلمية إعادة التقييم في وقت لاحق. ويمكن أن تنشأ هذه الحالة، مثلاً، إذا أدخل تنقيح تنازلي كبير على الحدود المقبولة للتلوث معين، مما يجعل موقعاً مستصلحاً يعتبر "ملوثاً" مرة أخرى إذا لم يف بالمعايير الجديدة.

٢٩- ويمكن أن تكون لقوائم الجرد نظم تصنيف داخلية من أجل مساعدة السلطات على التخطيط لاستخدام الأراضي وإصدار الموافقات على إقامة المشاريع فيها ومن أجل تتبع تقييم وإدارة المواقع. وثمة مثال يستخدم في سياق السلطة القضائية لإحدى الولايات الأسترالية يستعمل التصنيفات السبعة التالية:

- (أ) موقع ملوث - يتطلب الاستصلاح؛
- (ب) موقع ملوث - استخدام مقيد؛
- (ج) موقع مستصلح من أجل الاستخدام المقيد؛
- (د) موقع يحتمل أن يكون ملوثاً - يتطلب إجراء دراسة؛
- (هـ) موقع أزيل تلوثه؛
- (و) موقع غير ملوث - استخدام غير مقيد؛
- (ز) التقرير غير مدعوم بأدلة<sup>(٣)</sup>.

٣٠- ويتمثل نهج مبتكر لتحليل قوائم الجرد في الجمع بين بيانات الجرد ونظام للمعلومات الجغرافية، من أجل توفير قاعدة بيانات متاحة للجمهور على الإنترنت تبين أماكن المواقع التي تأكد أنها ملوثة<sup>(٤)</sup>.

(٣) تسمح هذه الولاية القضائية لأي فرد من الجمهور بالإبلاغ عن أي موقع يُشتبه في أنه ملوث، باستخدام استمارة موحدة، ثم تجري دراسة للموقع.

(٤) قاعدة بيانات المواقع الملوثة لغرب أستراليا، <https://dow.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c2ecb74291ae4da2ac32c441819c6d47>

## تحديد خصائص الموقع

٣١- عند تحديد مواقع يشتبه في تلوثها، يمكن اتخاذ خطوات لمواصلة البحث بشأن المواقع التي تشكل أكبر المخاطر (بسبب عوامل مثل مكان الموقع والمسائل البيئية) من أجل تحديد مستويات تلوث كل موقع منفرد والمخاطر الرئيسية التي يشكلها.

٣٢- ويمكن من خلال البحث المتدرج تحديد المزيد من خصائص المواقع التي يشتبه في تلوثها. ويمكن أن تضع البلدان أولوياتها لتحديد خصائص المواقع استناداً إلى تاريخ استخدام الأراضي أو غير ذلك من مؤشرات التلوث. فبالبلدان التي لديها أنشطة هامة لتعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق، أو التي لديها مصانع لإنتاج الكلور والقلويات تستخدم خلايا زئبق أُخرجت من الخدمة، يمكنها مثلاً أن تعطي أولوية لهذين القطاعين. ويمكن أن يكون البحث الأولي بشأن المواقع أو الفرز الأولي للمواقع، الذي قد يشمل إجراء زيارات للمواقع واستعراض المعلومات المتاحة، أداة مفيدة لتحديد أولويات الدراسة المفصلة للمواقع<sup>(٥)</sup>.

٣٣- ويمكن أن يمثل وضع نموذج مفاهيمي للموقع خطوة أساسية في تحديد الخصائص للموقع وتقييمه<sup>(٦)</sup>. والنموذج المفاهيمي هو تمثيل مرئي ووصف سردي للعمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي حدثت في الموقع أو تحدث حالياً فيه أو قد تحدث مستقبلاً فيه. ويبين النموذج مصادر التلوث (المحتملة والمؤكد) ومسارته إلى الجهات المستقبلية (الفعالية أو المستقبلية) التي تم تحديدها. ويمكن أن تشمل العناصر المحددة ما يلي (CCME, 2016)<sup>(٧)</sup>:

(أ) لمحة عامة عن الاستخدامات التاريخية والحالية والمقررة في المستقبل للأراضي؛

(ب) وصف مفصل للموقع ومحيطه المادي، يُستخدم لوضع فرضيات بشأن إطلاق التلوث ومصيره النهائي في الموقع؛

(ج) مصادر التلوث في الموقع، والمواد الكيميائية المحتملة المثيرة للقلق، وما قد يتأثر من الوسائط (التربة، والمياه الجوفية، والمياه السطحية، والرواسب، وبخار التربة، والهواء الداخلي والخارجي، والأغذية المزروعة محلياً، والكائنات الحية)؛

(د) توزيع الملوثات وشكلها الكيميائي داخل كل من الوسائط، بما في ذلك المعلومات عن الكمية الإجمالية و/أو الانتقال (التدفق)؛

(هـ) الكيفية التي يمكن أن تنتقل بها الملوثات من المصدر (أو المصادر)، والوسائط والمسارات التي قد يحدث من خلالها الانتقال وتعرض الجهات المستقبلية البشرية أو الإيكولوجية، والمعلومات اللازمة لتفسير انتقال الملوثات، مثل الجيولوجيا والجيولوجيا المائية والهيدرولوجيا والمسارات المفضلة المحتملة؛

(٥) حددت بعض البلدان قيماً تستوجب إجراء الفحص المفصل. فحددت المملكة المتحدة مستوى قدره جزء واحد من المليون لعنصر الزئبق الأولي في التربة و ١١ جزءاً من المليون لمثيل الزئبق (Environment Agency, 2009). وحددت المبادئ التوجيهية الوطنية الأسترالية بشأن المواقع الملوثة (NEPC, 1999) ١٠ أجزاء من المليون من مثيل الزئبق و ١٥ جزءاً من المليون من عنصر الزئبق كحد يستوجب إجراء فحص للممتلكات السكنية.

(٦) معيار الإيزو (ISO 21365 (2018)). نوعية التربة - النماذج المفاهيمية للمواقع التي يحتمل أن تكون ملوثة.

(٧) استحدثت وزارة الصحة الكندية أيضاً أداة لوضع نموذج مفاهيمي للموقع بطريقة منهجية. والأداة متاحة عند الطلب من شعبة المواقع الملوثة بوزارة الصحة الكندية، من العنوان الشبكي: <https://www.canada.ca/en/health-canada/corporate/contact-us/contaminated-sites-division.html>.

- (و) المعلومات عن المناخ والأحوال الجوية التي قد تؤثر على توزيع التلوث وانتقاله؛
- (ز) عند الاقتضاء، المعلومات المتعلقة بنفاذ بخار التربة إلى المباني، بما في ذلك سمات تشييد المباني (مثل الحجم، والعمر، وعمق الأساسات ونوعها، ووجود صدوع في الأساسات، ونقاط الدخول إلى المرافق) وتصميم وتشغيل وسائل تدفئة المباني وتهويتها وتكييف هوائها، والممرات إلى المرافق الواقعة تحت سطح الأرض؛
- (ح) معلومات عن الجهات المستقبلية البشرية والإيكولوجية وأنماط النشاط في الموقع أو في المناطق المتأثرة بالموقع.
- ٣٤- وتجدر الإشارة إلى أنه لا يلزم بالضرورة تناول جميع العناصر المذكورة أعلاه. وتتطلب العناصر الأخيرة على وجه الخصوص أن يتوفر قدر معين من الخبرة لدى الفني الذي يقوم بالمسح، ولدى السلطة المسؤولة عن تحديد مدى فعالية المسح. ويتوقف استخدام النموذج المفاهيمي للموقع على ظروف كل طرف وعلى حالة الموقع. ويمكن أيضاً استخدام أساليب بديلة.
- ٣٥- وينبغي تحديد أهداف البحث، التي قد تشمل بصفة عامة ما يلي:
- (أ) تحديد خصائص أنواع الملوثات الموجودة في الموقع؛
- (ب) تكوين فهم لجيولوجيا وهيدرولوجيا الموقع؛
- (ج) تحديد مدى انتشار التلوث وتوزيعه (الرأسي والأفقي)؛
- (د) تحديد خصائص الانتقال الفعلي للملوثات وتحديد التحولات المحتملة؛
- (هـ) الحصول على البيانات من أجل تحديد وتقييم الآثار السلبية المحتملة على الصحة العامة والبيئة.
- ٣٦- وعند الانتهاء من تحديد أهداف البحث، ينبغي وضع خطة لأخذ العينات والتحليل. ويجب أن تنبع هذه الخطة من المعلومات المتاحة عن الموقع ومن أهداف البحث. ويجب أن تتضمن خطة أخذ العينات والتحليل العناصر التالية:
- (أ) استعراض البيانات الموجودة، بما في ذلك تحديد المصادر الحقيقية والمحتملة، الأولية والثانوية على حد سواء؛
- (ب) المهام التي تسبق التعبئة، بما في ذلك إعداد خطة للصحة والسلامة، وتحديد مواقع المرافق والمباني التي يمكن أن تؤثر في الدراسات التفصيلية أو تتأثر بها (يراد من هذه الخطوة كفاءة ألا تُلحق أنشطة أخذ العينات والتحليل ضرراً بصحة وسلامة العمال والمارة وغيرهم)؛
- (ج) الوسائط التي تؤخذ منها العينات، وأنواع البيانات، وأدوات البحث، بما في ذلك القرارات المتعلقة بالوسائط التي ستؤخذ منها العينات (التربة، والرواسب، والمياه الجوفية، وبخار التربة، والهواء، والكائنات الحية، والمياه السطحية، وغيرها)؛
- (د) تصميم عملية أخذ العينات؛
- (هـ) أساليب أخذ العينات والتحليل، وخطة لضمان الجودة.
- ٣٧- وينبغي تصميم عمليات أخذ العينات بحيث تعمل على بلوغ أهداف التقييم، أي تحديد الملوثات المثيرة للقلق الموجودة في الموقع، ومعرفة توزعها فيه، وتحديد البؤر الساخنة التي يمكن أن تؤدي إلى مخاطر غير مقبولة على

الصحة البشرية أو على البيئة. وتوضع استراتيجية لأخذ العينات على أساس المعلومات التي يتم جمعها، وتأخذ في الاعتبار النموذج المفاهيمي للموقع من أجل تحديد نمط عملية أخذ العينات (كثافة نقاط أخذ العينات وعددها وتوزيعها)، ونوع عملية أخذ العينات (على مرحلة واحدة أو على مراحل)، ونوع العينات (مفردة أو مركبة)، وعمق أخذ العينات والمسافات بين أماكن أخذ العينات، والملوثات المهمة (الزئبق وميثيل الزئبق و/أو مركبات الزئبق الأخرى). وعند تحديد خطة أخذ العينات، ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار اعتبارات عملية من قبيل اللوجستيات، ونقل العينات والحفاظ عليها، وتوفير المعدات، والتكاليف.

٣٨- ولدى بعض البلدان أساليب موحدة لأخذ العينات والتحليل فيما يخص وسائط بيئية أخرى<sup>(٨)</sup>. وتقدم المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس أيضاً المعايير التالية لأخذ عينات التربة وجودة المياه:

(أ) المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، المعيار ISO 18400-104، نوعية التربة - أخذ العينات - الجزء ١٠٤: الاستراتيجيات؛

(ب) المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، المعيار ISO 18400-202، نوعية التربة - أخذ العينات - الجزء ٢٠٢: الدراسات الأولية؛

(ج) المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، المعيار ISO 18400-204، نوعية التربة - أخذ العينات - الجزء ٢٠٤: توجيهات بشأن أخذ عينات غازات التربة؛

(د) المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، المعيار ISO 5667-11 - نوعية المياه - أخذ العينات - الجزء ١١: إرشادات بشأن أخذ عينات المياه الجوفية.

٣٩- وفي حالة إجراء رصد أحيائي بشري، يفيد بروتوكول منظمة الصحة العالمية للدراسات الاستقصائية، وإجراءات التشغيل الموحدة لتلك المنظمة للرصد الأحيائي البشري من أجل تقييم التعرض للزئبق قبل الولادة (WHO, 2018a and 2018b).

## جيم- إشراك الجمهور

٤٠- عند معالجة المواقع الملوثة، يمكن للأطراف أن تنظر، عندما يكون ذلك ممكناً، في استراتيجيات لتعزيز مشاركة الجمهور، ولا سيما بشأن القضايا الحساسة من قبيل وجود مواقع ملوثة قريبة، وذلك من أجل كفاءة النجاح في إدارة القضايا والمواقع. وكثيراً ما تتولى تنسيق عمليات إشراك الجمهور المؤسسات الحكومية القائمة على الصعيد المحلي أو الإقليمي أو الوطني التي أسندت إليها مسؤولية إدارة المواقع الملوثة. وهناك مصطلحات كثيرة تصف مفهوم "إشراك الجمهور"، منها "مشاركة الجمهور"، و"مشاركة المجتمع"، و"انخراط المجتمع"، و"التواصل مع المجتمع"، و"انخراط الجهات صاحبة المصلحة"، و"إشراك أصحاب المصلحة" (National Environmental Justice Advisory Council, 2013). وتقضي التشريعات في ولايات قضائية معينة بوجود التشاور مع الجمهور. وينصب التركيز في إشراك الجمهور على ضمان إعلام الجهات، من الأشخاص أو الجماعات، التي قد تتأثر بإجراء ما أو قد تكون معنية أو مهتمة به، وعلى أن يُنظر في آراء تلك الجهات خلال عملية اتخاذ

(٨) انظر على سبيل المثال، وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة، United States Environmental Protection Agency، Method 1669 "Sampling Ambient Water for Trace Metals at EPA Water Quality Criteria Levels"; Method 1630 "Methyl Mercury in Water by Distillation, Aqueous Ethylation, Purge and Trap, and Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry"; Method 1631 "Mercury in Water by Oxidation, Purge and Trap, and Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry"; and Method 7473 "Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation and Atomic Absorption Spectrophotometry"

القرارات. ولذا فمن المهم النظر في إشراك الجمهور في وقت مبكر من عملية تحديد الموقع الملوثة أو تقييمه بالتفصيل. وتشجع الأطراف على النظر في وضع استراتيجية الاتصالات التي توصل المعلومات ذات الصلة. ويمكن أن تكون للمعارف المحلية أهمية كبيرة في تحديد المواقع الملوثة المحتملة واتخاذ القرار بشأن استراتيجية أخذ عينات التربة.

٤١ - وقد تختلف المنهجيات المناسبة لإشراك الجمهور، حسب المرحلة من العملية (تحديد المواقع والدراسة والاستصلاح والعناية اللاحقة وما إلى ذلك). وتشجع الأطراف على النظر في نشر نتائج عملية مشاوره الجمهور والقرارات المتخذة بشأن الأنشطة المستقبلية بطريقة مماثلة للطريقة التي نُشرت بها المعلومات الأولية في بداية عملية المشاركة.

٤٢ - ومن المهم التواصل الفعال إلى جانب إنشاء عملية ثنائية الاتجاه لنقل المعلومات وتلقيها، من أجل زيادة الفهم لدى أصحاب المصلحة. وينبغي نشر المعلومات العلمية، في حالة توفرها، بأكثر الوسائل فعالية للمجتمع المحلي المعني، بغية تضيق الفجوة بين المخاطر الحقيقية والمتصورة.

٤٣ - وتستهدف التوعية المجتمعية مستويات مختلفة. ويمكن أن يعتبر من أصحاب المصلحة ملاك الأراضي والسكان المقيمين قرب الموقع أو فيه، والمجتمعات المحلية المتأثرة بالتلوث من المواقع، وكذلك الصناعات الأخرى الموجودة في المنطقة التي يمكن أن تتأثر بالتلوث. ومدبرو المواقع والعمال المشتغلون في المواقع العاملة حالياً هم أصحاب مصلحة أيضاً؛ ولكن ينبغي ملاحظة أنه إذا كان تلوث الموقع ناتجاً عن سوء تعامل مع نفايات الزئبق أو منتجاته، مثلاً، فينبغي معالجة مسألة مصدر التلوث قبل اتخاذ أي إجراء آخر.

٤٤ - وينبغي تقديم نوعية الإسهامات على كميته، كما ينبغي أن تركز المشاركة على الحصول على المعلومات من المجتمع المحلي بمثل تركيزها على تزويد المجتمع المحلي بالمعلومات. ومن المهم أن تجري عملية مشاركة المجتمع المحلي طوال أنشطة البحث بشأن الموقع وإدارته و/أو معالجته، لأن مرحلة الإدارة قد تنطوي على مخاطر أكبر كثيراً على المجتمعات المحلية المجاورة. فعلى سبيل المثال، قد يؤدي التنقيب عن المواد الملوثة والمعالجة في الموقع إلى إطلاق الغبار والأبخرة والروائح. وإذا توفرت الخبرات من أفراد المجتمع المحلي فهي قد تسهم في تحديد المسائل التي يتعين تقييمها. وقد يسهم قادة المجتمع المحلي بشكل كبير في ضمان تنفيذ النشاطات المخطط لها بالنظر إلى تأثيرهم الأكبر على أصحاب المصلحة. ويمكن أن تتمثل إحدى آليات المشاركة المفيدة في إنشاء لجنة تشاور مجتمعي يتاح من خلالها تبادل المعلومات التقنية والعملية والقائمة على الخبرة الشخصية بين السلطات ومقاولي الموقع والمجتمع المحلي، من أجل كفالة التوصل إلى فهم مشترك للأنشطة التي يقترح القيام بها في الموقع الملوثة. وقد تمثل هذه اللجنة أيضاً منتدى مفيداً للنظر في برامج الرصد (للأبخرة والغبار وغيرهما) التي يمكن الأخذ بها في الموقع وحوله، بغية الاستجابة لشواغل المجتمع المحلي أثناء مرحلة الإدارة.

٤٥ - ويمكن أن تبدأ عملية إشراك الجمهور بمد المجتمع المحلي بالمعلومات. وقد تتضمن المعلومات المقدمة في هذه المرحلة معلومات أساسية عن الموقع، بما في ذلك استخداماته السابقة وطبيعة التلوث المشتبه فيها. ويمكن أن يكون هذا عاملاً أساسياً في تأمين تعاون المجتمع المحلي وامتناله، لا سيما مع اتخاذ التدابير الأولية التي قد يلزم اتخاذها (مثل تركيب سياج لمنع الدخول إلى المناطق الملوثة، وتغطية التربة الملوثة)، وكذلك مع تنفيذ أنشطة استصلاح الموقع. وقد يؤدي استمرار النشاط في الموقع إلى جعل هذه المشاركة أكثر صعوبة. وقد يكون من المفيد إدراج بيان عن الكيفية التي يُطلب أن يساهم بها المجتمع المحلي، لأن ذلك يساعد على تحديد توقعات مشتركة للعمل. ومن الممكن وضع جدول زمني أولي للأنشطة، بما في ذلك أي مواعيد نهائية لتقديم التقارير أو إعدادها.



ويمكن توفير المعلومات الأولية بتوزيع المواد المطبوعة (كالنشرات) في المجتمع المحلي مباشرة، وتنفيذ حلقات العمل أو من خلال النشر في الصحف المحلية أو المجتمعية أو على مواقع الإنترنت ذات الصلة. ويمكن استخدام الصفحات الشبكية والمحطات الإذاعية والتلفزيونية المحلية لنشر المعلومات والتعريف بالأنشطة الرئيسية.

٤٦ - ويستصوب صياغة خطة مبدئية تحدد السبل التي يراد إشراك الجمهور بها، بما في ذلك جدول زمني لأنشطة المشاركة المقترحة. وفي الحالات التي تُلمس فيها المساهمات، ينبغي تقديم معلومات عن الكيفية التي ستُجمع بها المساهمات وعن كيفية استخدامها. وينبغي أن تشمل أنشطة إشراك الجمهور الاجتماعات العامة، التي يمكن عقدها في مواقع مركزية في المجتمع المحلي، أو في الموقع المتضرر في بعض الحالات. ويمكن أن تتخذ الاجتماعات العامة أشكالاً مختلفة، وقد تُثبت أنواع مختلفة من الاجتماعات فائدتها في مراحل العمل المختلفة.

## دال - تقييمات المخاطر على صحة الإنسان والبيئة

٤٧ - سيساعد تقييم المخاطر على الإجابة على الأسئلة التالية:

(أ) هل يشكل الموقع خطراً على السكان و/أو الكائنات الحية؟

(ب) ما هو حجم الخطر؟

(ج) هل يمكن إدارة خطر الموقع على نحو ملائم دون استصلاح الموقع (على المدى القريب أو خلال فترة أطول) أو هل ينبغي استصلاح الموقع لتقليل الخطر (على المدى القريب أو خلال فترة أطول)؟

(د) إذا لم يستصلح الموقع، فهل يمكن أن يزداد الخطر و/أو ينتشر؟

٤٨ - وتقييم المخاطر هو عملية لتقدير حجم الآثار الضارة للتلوث على صحة الإنسان والبيئة واحتمال حدوثها. وبناء على ذلك، فهو أداة يمكن أن تساعد على تحديد ما إذا كانت التدابير البيئية قد تكون فعالة في الموقع الملوث، وإذا كان الأمر كذلك، فما هو نوع تلك التدابير.

٤٩ - ويمكن استخدام تقييم المخاطر للمساعدة على تحديد أهداف استصلاح الموقع أو إدارته، مثل: (أ) بلوغ الحدود القصى المقبولة التي تقرها التشريعات الوطنية أو المحلية أو السلطات المعنية، أو (ب) بلوغ الحدود المعيّنة القائمة على المخاطر والمقررة للموقع على أساس التقييم. ومن أجل دعم اتخاذ القرارات القائم على المخاطرة والمبرر والإدارة المستدامة للمخاطر<sup>(٩)</sup> يمكن استخدام تقييم خاص بالموقع يعتمد على نموذج مفاهيمي محدد جيداً للموقع (أي الروابط المتبادلة بين المصدر والمسارات والمستقبلات) ويراعي الظروف المحلية للموقع والقيم الكامنة باعتباره أداة أولية للبت في الحاجة إلى إجراءات لإدارة المخاطر.

٥٠ - ويجري تقييم المخاطر عموماً على أربع مراحل محددة بوضوح وذات أهداف معيّنة من أجل التعرف على الأخطار والجرعات والعلاقات بين المخاطر، ولقياس حجم التعرض من أجل تحديد مستوى المخاطر وتأثيرها التقديري على المستقبلات المتعرضة:

(أ) تحديد النطاق وخصائصه (على سبيل المثال، مدى التلوث، والقرب من المجموعات السكانية، وعمق المسافة الفاصلة عن المياه الجوفية، والقرب من المياه السطحية أو الموائل الحساسة): يمكن أن يستهدف تقييم مخاطر الآثار على صحة البشر والحيوانات البرية والأحياء المائية، والناجمة عن عنصر الزئبق الأولي، ومركبات

(٩) تعني الإدارة المستدامة للمخاطر إلغاء المخاطر غير المقبولة و/أو التحكم فيها على نحو آمن وحسن التوقيت، مع توخي المردود الأمثل للقيمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية للعمل (ISO18504:2017).

الزئبق غير العضوية، وميثيل الزئبق، وكذلك الملوثات الأخرى. وغالباً ما تكون الأولوية للصحة البشرية. ويثبت في نطاق تقييم المخاطر وفقاً لاحتياجات الموقع المحددة؛

(ب) تحليل مستوى المخاطر والسُممية: أخطار الزئبق ومركباته مسلّم بها جيداً، وهناك معلومات علمية واسعة النطاق متاحة عن آثار التعرض للزئبق (WHO, 2017). وقد تشمل الآثار البيئية للتعرض للزئبق، وخصوصاً لدى المفترسات العليا المعرضة للتسمم الغذائي الشديد، تراجع القدرة الإنجابية وضعف القدرة على الصيد؛

(ج) تحليل التعرض: الهدف هو تقدير معدل الاتصال بين الملوثات المحددة والبشر أو البيئة. ويستند التحليل إلى وصف سيناريوهات التعرض الفعلية والمحتملة، فضلاً عن تحديد خصائص التلوث ومداه. وقد ينطوي ذلك على إجراء قياسات للتعرض، مثل فحص إمدادات المياه، والأغذية المزروعة محلياً، والأغذية البحرية، وشعر جلدة الرأس والبول عند البشر. ويمكن تحديد الآثار الإيكولوجية المحتملة من خلال قياس مستويات الزئبق في الترسبات والأسماك وغيرها من الكائنات الحية؛

(د) تحليل المخاطر: تُدمج نتائج المراحل السابقة من أجل إجراء تقدير موضوعي لاحتمال وقوع آثار سلبية على العناصر المحمية في ظل ظروف الموقع المحددة.

٥١ - وقد تؤدي المواقع الملوثة إلى ازدياد مستويات تركيز الزئبق محلياً، مما قد يشكل مخاطر على الإنسان والبيئة على حد سواء. ويمكن أن يؤدي شرب المياه الجوفية أو السطحية الملوثة، وكذلك تناول الأسماك والمأكولات البحرية التي تعيش في مياه سطحية ملوثة، إلى تعرض طويل الأمد للتلوث. وكذلك قد تُمتص الملوثات في المحاصيل الغذائية المزروعة في المواقع الملوثة أو بالقرب منها. ويمكن أن تشكل التربة الملوثة بالزئبق أبخرة تحت سطح الأرض (تسمى أيضاً بخار التربة)، وهذه تنتقل بعد ذلك إلى المباني القائمة فوقها لتصبح مصدراً مهماً من المصادر التي ينبغي النظر فيها للتعرض عن طريق استنشاق الهواء داخل المباني (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999). ويمكن أن ينجم عن المواقع الملوثة رشح أو جريان سطحي للزئبق، مما قد يلوث المياه الجوفية أو السطحية، ويفضي إلى التعرض المحتمل للزئبق غير العضوي عن طريق مياه الشرب. ولذلك ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار كذلك إمكانية تلويث الموقع للمياه الجوفية أو السطحية أو الترسبات. وفي الظروف اللاهوائية، يمكن أن يتحد الزئبق مع الميثيل في البيئة بفعل البكتيريا، وخصوصاً في الترسبات أو غيرها من الأوساط البيئية المناسبة. وعندئذ قد ينفذ ميثيل الزئبق إلى السلسلة الغذائية، الأمر الذي يفضي إلى تعرض غذائي كبير للأحياء المفترسة، ومن بينها الإنسان. وهذا مصدر قلق على الخصوص فيما يتعلق باستهلاك الأسماك. وقد وضعت عدة ولايات قضائية برامج لرصد الأسماك وأصدرت توجيهات بشأن استهلاك السمك<sup>(١٠)</sup>، لا سيما حول المصادر الثابتة لانبعاثات الزئبق المعروفة أو المشتبه فيها أو المعروفة تاريخياً.

٥٢ - وتتعلق المخاطر المرتبطة بموقع معين بمستوى التلوث وباحتمال التعرض معاً. فالموقع الشديد التلوث المعزول عن المراكز السكنية، أو الذي لا ينطوي على احتمال كبير للرشح، يشكل خطراً أدنى بكثير من الخطر الذي يشكله موقع أقل تلوثاً لكنه يقع في منطقة حضرية، أو موقع يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمناطق اتحاد الزئبق بالميثيل (الأراضي الرطبة والتربة اللاهوائية والترسبات والمياه) أو يؤدي إلى تسربات كبيرة إلى المياه الجوفية. ولهذا ستختلف أهداف التنظيف الخاصة بالمواقع من موقع إلى آخر حسب اختلاف مستويات التعرض الفعلية أو المتوقعة.

(١٠) انظر على سبيل المثال، الولايات المتحدة (https://www.fda.gov/food/metals/mercury-concentrations-fish-fda-). وكندا (https://www.fda.gov/food/consumers/advice-about-eating-fish-), وبرنامج المراقبة (monitoring-program-1990-2010 and https://www.fda.gov/food/consumers/advice-about-eating-fish-), وكندا (http://ec.gc.ca/mercure-mercury/default.asp?lang=En&n=DCBE5083-97AD-4C62-8862)، وهيئة الصحة بغيانا الفرنسية (http://gps.gf/doc/catalogue/301/mercure-dans-les-poissons-et-grossesse-fleuves-de-guyane/).

ويقتضي تقييم التعرض أن تؤخذ في الاعتبار مستويات الزئبق أو مركباته في الموقع، وانتقال الزئبق إلى خارج الموقع، وكذلك مدى القرب من السكان المحليين. ويمكن أن تكون هذه المعلومات قد جُمعت أثناء عملية تحديد الموقع وتحديد خصائصه، أو قد تتطلب عملية أخذ عينات إضافية. ويمكن الاطلاع على النماذج المتاحة للانتقال والتعرض متاحة من أجل تقييم المخاطر، ولا بد من استمرار عمليات أخذ العينات مع مرور الزمن للتأكد من أن حالة الموقع لا تتدهور.

## هـ- خيارات لإدارة الأخطار التي تشكلها المواقع الملوثة

٥٣- بعد الانتهاء من تقييم موقع ملوث، تتخذ القرارات بشأن أنسب وسائل إدارة المخاطر التي يطرحها الموقع المعني. ويمكن اتخاذ هذه القرارات على المستوى الوطني أو الإقليمي أو المحلي، أو، في ظروف معينة، من قد يتخذها في ظروف معينة مالكو الأراضي أو الكيانات الأخرى. وينبغي الاتفاق على الهدف من إدارة المخاطر قبل اتخاذ أي إجراء، وينبغي أن يكون الهدف متوافقاً مع هدف اتفاقية ميناماتا المتمثل في حماية الصحة البشرية والبيئة من الإطلاقات والانبعاثات ذات المنشأ البشري من الزئبق ومركباته. ويمكن أن تحدد الشروط الخاصة بإدارة المواقع الملوثة في التشريعات والسياسات الوطنية أو المحلية.

٥٤- وهناك طريقتان رئيسيتان من أجل المعالجة التقنية للتلوث الناجم عن الأنشطة الصناعية أو الأنشطة البشرية الأخرى السابقة، وهما: احتواء/عزل المواد الملوثة، تعطيل المواد الملوثة والتنظيف أو إزالة المواد الملوثة من الموقع سواء كان ذلك في المكان نفسه أو خارجه. ويرجح أن تلزم إدارة الموقع كخطوة أولية بعد تحديد الموقع ومعرفة مسارات الإطلاق/التعرض المحتملة، سواء نفذ الاستصلاح أم لم ينفذ.

## ١- إدارة المواقع

٥٥- تشمل إدارة الموقع الإجراءات المتخذة للحد من تعرض الإنسان والبيئة لما يوجد في الموقع من الزئبق أو مركباته. وقد يلزم أن تؤخذ بعين الاعتبار المصادر الرئيسية والثانوية للتلوث الذي يصل إلى المياه الجوفية أو السطحية.

٥٦- وفي المناطق المكتظة بالسكان، تمثل الأراضي أحد الموارد الشحيحة والقيمة للغاية. وقد يجتذب أحد المواقع الملوثة غير المستخدمة أو المستعادة الناس من أجل استخدامه لأغراض السكن أو لأنشطة المزارع أو للأمرين معاً. وقد تود الأطراف تقييد استخدام مثل هذا الموقع وفرض قواعد على تخطيطه المكاني وفقاً للمخاطر القائمة فيه. ويتطلب البت في استخدام مثل هذه الأرض تقييماً ومراقبة متعمقين من أجل التأكد من عدم وجود أي مخاطر متبقية على صحة الإنسان والبيئة. ويمكن أن تشمل الإجراءات المتخذة تقييد الوصول إلى الموقع، بغية الحد من التعرض المباشر (من خلال التسييج وعلامات التحذير) أو وضع قيود على أي أنشطة قد تؤدي إلى تنشيط التلوث في الموقع. وإذا كان مصدر إمدادات المياه ملوثاً فقد يلزم إيجاد مصدر بديل لإمدادات المياه أو القيام بمعالجة المياه. فإذا لم يكن هناك خطر مباشر على البيئة أو على المجتمع المحلي فقد يعتبر مناسباً ترك المواد الملوثة دون علاج إلى حين الانتهاء من معالجة المواقع ذات الأولوية الأعلى. وقد يكون من الممكن عزل التلوث في الموقع في مرفق احتواء إلى حين معالجته لاحقاً. وينبغي في مثل هذه الظروف رصد تلوث الموقع دورياً لضمان عدم انتقال الزئبق إلى خارج الموقع أو نشوء احتمال بتأثيره على البيئة خارج حدود الموقع. ومن المرجح أن تقلد العينات المأخوذة من التربة أفضل مؤشر لمستوى التلوث، غير أن الرصد يمكن أن يشمل أيضاً قياس مستويات غاز التربة ومستويات الزئبق الجوي حول الموقع. وإذا اتضح خلال عملية التقييم الأولي للموقع تلوث المياه السطحية أو الجوفية، فيمكن النظر أيضاً في أخذ عينات من المياه بصفة منتظمة كجزء من خطة الإدارة. وينبغي أيضاً الحرص على إبقاء المعلومات عن نوعية التربة والمعلومات الأخرى عن حالة الموقع متاحة بسهولة لمن سيستخدمون الموقع في المستقبل.

## ٢- استصلاح المواقع

٥٧- يمثل استصلاح المواقع طريقة أخرى لتقليل المخاطر المرتبطة بالمواقع الملوثة. ويشمل الاستصلاح الإجراءات المتخذة لإزالة الملوثات أو مسارات التعرض لها أو ضبط تلك الملوثات أو المسارات أو احتوائها أو التقليل منها. ويهدف الاستصلاح إلى جعل الموقع مقبولاً وآمناً لاستخداماته الحالية وكذلك زيادة إمكانيات الاستخدامات المستقبلية إلى أقصى حد ممكن. وينبغي عند تحديد أهداف الاستصلاح إيلاء الاعتبار للمستوى الأساسي للزئبق. ويتطلب اتخاذ قرار الإصلاح النظر في عدد من العوامل، بما في ذلك النتيجة المنشودة، ومستوى التلوث، والتعرض المحتمل الناتج عن التلوث، وجدوى خيارات المعالجة، واعتبارات التكاليف مقابل المنافع، والآثار الضارة المحتملة من اتخاذ أي إجراءات (كالتلوث البيئي المرتبط بتحريك التربة الملوثة)، وتوفر التكنولوجيا ذات الصلة، والموارد المالية المتاحة للإصلاح. وينبغي أيضاً، عند اتخاذ التدابير الاستصلاحية، إيلاء الاعتبار الواجب لضرورة تنفيذ هذه الأنشطة على نحو وقائي ومستدام.

٥٨- ويتوافر عدد من نهج وأنواع تكنولوجيا الاستصلاح، تتفاوت فعاليتها وتكلفتها. وينبغي أن يؤخذ في الاعتبار في اختيار طريقة الاستصلاح الاستخدام المعلن للموقع والمخاطر المرتبطة بهذا الاستخدام. وقد يؤثر أيضاً وجود ملوثات أخرى، وكذلك عوامل من قبيل النفاذية والمواد العضوية والمحتوى الطيني، على اختيار طريقة الاستصلاح. وكثيراً ما تتطلب استراتيجية الاستصلاح الجمع بين عدد من تقنيات الاستصلاح من أجل التصدي للمشكلة بطريقة صحيحة. ومن الضروري تقييم كل من خيارات الإصلاح على حدة والمقارنة بينها لتحديد الحل الأكثر فعالية<sup>(١١)</sup>.

## ٣- معالجة التربة

٥٩- قد يكون من الأفضل، إن أمكن، تنفيذ المعالجة في الموقع، من أجل إزالة الملوث أو التقليل إلى حد مقبول من المخاطر المرتبطة به. وينبغي أن تتم هذه المعالجة، إلى الحد الممكن عملياً، دون آثار ضارة بالبيئة أو العمال أو المجتمع المحلي المجاور للموقع أو ضارة لعامة الناس.

٦٠- وقد يكون احتواء المنطقة الملوثة بالزئبق في الموقع خياراً قابلاً للتطبيق في ظروف معينة. ويمكن استخدام الحواجز المادية لمنع تحرك الزئبق عبر التربة أو إلى الهواء. وقد يقتضي ذلك حفر خنادق عميقة في التربة حول التلوث وملء تلك الخنادق بالملاط (مثل البنتونيت و/أو الإسمنت وخلائط التربة). وقد يشمل أيضاً حقن التربة في الموقع بمواد تثبيت كيميائية، باستخدام مثاقب مصممة خصيصاً لذلك. وتجدر ملاحظة أن هذه الإجراءات لا تقلل من كتلة الزئبق الموجودة، وأنها تنطوي على إمكانية إطلاق المواد الملوثة أثناء العملية (Merly and Hube, 2014). ومن الممكن أن تشكل الضوابط المؤسسية، مثل فرض القيود على سندات الملكية أو إدراج إشعارات في سجلات الأراضي، عوامل مكملة فعالة للتدابير المتخذة للوقاية من تحرك الزئبق.

٦١- وإذا كانت معالجة التربة الملوثة في الموقع لإزالة التلوث غير ممكنة فهناك خيار آخر يتمثل في استخراج التربة الملوثة وإزالتها من الموقع لمعالجتها خارجه. ويمكن إرسالها عندئذ إلى موقع معتمد أو مرفق تخزين معتمد

(١١) يعرض المنشور NICOLE (٢٠١٥) العديد من دراسات الحالات الفردية، وموجزاً لهُج الاستصلاح المطبقة على المواقع

المتأثرة بالزئبق. وهناك أيضاً مواقع على الإنترنت تقدم التوجيه بشأن اختيار تقنيات الاستصلاح. انظر Agence de

l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie and Bureau de recherches géologiques et minières, an interactive tool for preselection of remediation techniques (<http://www.selecdepol.fr/>)

والتوجيهات الصادرة عن حكومة كندا: Government of Canada, Guidance and Orientation for the Selection of

Technologies (<http://gost.tpsgc-pwgsc.gc.ca/>)

للمعالجة لاحقاً، مع الحرص المناسب على منع حدوث تلوث بيئي نتيجة لنقل التربة. فإذا اعتمد هذا الخيار، سيتعين على الطرف المعني أن يتحقق من قدرة أي مرفق مستقبل على إدارة النفايات وفقاً للأنظمة البيئية المنطبقة لدى الطرف. وعلاوة على ذلك فإن التربة التي تتجاوز العتبة المحددة للنفايات الملوثة بالزئبق ينبغي أن تعالج وفقاً لأحكام الإدارة السليمة بيئياً لنفايات الزئبق عملاً بالمادة ١١ من الاتفاقية. وتهدف معالجة التربة المستخرجة خارج الموقع إلى إزالة الملوث أو تقليل المخاطر المرتبطة به إلى مستوى مقبول. وعند الإمكان، تعاد التربة المعالجة إلى الموقع أو ترسل إلى موقع آخر. وقد تحتوي بقايا التربة المعالجة على تركيزات عالية من الزئبق، وسيتعين أن تدار باعتبارها نفايات للزئبق.

٦٢- وفي بعض الحالات، يمكن أن تجرى أعمال الحفر وغيرها من الأنشطة التي تحرك التربة في الموقع داخل هياكل مؤقتة محكمة الإغلاق لا تسمح بمرور الهواء، وذلك باستخدام مرشحات الكربون وضغط الهواء السليبي. ويخفف هذا الترتيب من مخاطر إطلاق الأبخرة والجسيمات التي يمكن أن تلحق الضرر بالمجتمعات المحلية والبيئة. ويمكن لهذه الهياكل أيضاً أن تحل محل برامج رصد الهواء المحيط ذات التكلفة العالية، لأنها توفر قدرأً أكبر من الثقة بشأن مستويات تعرض العمال والسكان المحليين.

٦٣- وتشمل الأساليب التي أثبتت نجاحها في معالجة التربة الملوثة بالزئبق التصليد والتثبيت وغسل التربة واستخراج الأحماض والمعالجة الحرارية والتزجيج (US EPA, 2007)، وكذلك التقنيات الحركية الكهربائية والامتزاز الحراري في الموقع. ويتقرر الخيار الأنسب بناء على مستوى الزئبق والملوثات الأخرى وتوزيعها وحجم المنطقة الملوثة. ولذلك يتعين اختيار طريقة المعالجة المناسبة استناداً إلى خصائص الموقع، مع مراعاة التكنولوجيا المتاحة محلياً ووطنياً.

٦٤- وتنطوي عملية التصليد على خلط التربة الملوثة أو النفايات بمادة تساعد على التماسك، من أجل إنشاء ملاط أو عجينة أو حالة أخرى شبه سائلة تتخذ شكلاً صلباً مع مرور الوقت (US EPA, 2007). ويمكن التصليد/التثبيت في الموقع أو خارجه على حد سواء. وقد استخدمت هذه التقنية للتنظيف، وهي متاحة تجارياً في بعض البلدان (US EPA, 2007). وهناك عدة عوامل تؤثر على أداء وكلفة تقنية المعالجة هذه، بما في ذلك الرقم الهيدروجيني (pH) للمادة المعالجة، ووجود المركبات العضوية، وحجم الجسيمات، والمحتوى من الرطوبة، وحالة أكسدة الزئبق الموجود. وتشمل أمثلة المركبات المساعدة على التماسك إسمنت بورتلاند، وإسمنت بوليمر الكبريت، والكبريتيد، والفوسفات، وغبار أفران الإسمنت، وراتنجات البوليستر، ومركبات البولي سيلوكسان. وتختلف هذه المركبات من حيث فعاليتها في الارتباط بالزئبق. ويمكن أن يؤدي خلط الزئبق مع الكبريت إلى تثبيت الزئبق على شكل كبريتيد الزئبق، مما يقلل من قابلية رشحه وتطايره، غير أن كبريتيد الزئبق يمكن أن يتحول من جديد إلى زئبق أولي في ظل ظروف معينة. ويمكن إجراء عملية التثبيت بالبوليمر، حيث تتم كبسلة دقيقة لكبريتيد الزئبق في مصفوفة كبريت بوليميرية، تشكل كتلاً صلبة (UNEP, 2015). وتقلل هذه العملية ذات المرحلتين من المخاطر البيئية الناجمة عن الزئبق، ولكنها تقلل أيضاً من إمكانيات استخراج الزئبق في مرحلة لاحقة.

٦٥- ويمكن استخدام غسل التربة واستخراج الأحماض للتعامل مع التربة الملوثة المستخرجة من الموقع والتي تعالج منفصلة. وغسل التربة، كما يدل اسمه، هو عملية تغسل فيها التربة لإزالة الملوثات. ويُستخدم غسل التربة واستخراج الأحماض أساساً في معالجة أنواع التربة ذات المحتوى الطيني المنخفض نسبياً، والتي يمكن فصلها إلى الأجزاء التي تتكون منها. ويكون أيضاً أقل فعالية في التربة ذات المحتوى العضوي المرتفع. وكذلك يتأثر أداء هذه العملية وتكاليفها بمدى تجانس التربة، وحسب حجم الجسيمات، والرقم الهيدروجيني، والمحتوى من الرطوبة.

٦٦- وتُستخدم المعالجة الحرارية لمعالجة النفايات الصناعية والطبية المحتوية على الزئبق، غير أنها بوجه عام غير مناسبة للتربة ذات المحتوى الطيني أو العضوي العالي. والزئبق لا يمكن تدميره، وينبغي أن يكون الهدف من أي شكل من أشكال المعالجة الحرارية هو فصل الزئبق عن المواد الرابطة الأخرى (مثل التربة والرواسب) بحيث يمكن إدارته كنفائات خطيرة بأحجام أقل كثيراً على شكل زئبق مركّز، ويمكن إزالة تلوث المادة الرابطة نفسها. وتتأثر فعالية المعالجة وكلفتها بعوامل من بينها شكل الزئبق الموجود وحجم الجسيمات والمحتوى من الرطوبة. والمعالجة الحرارية عملية تُستخدم فيها الحرارة لجعل الزئبق يتطاير، لكي يُجمع بعد ذلك من الغازات المنبعثة. وتنقذ هذه العملية عادة خارج الموقع. ويتعين على المعالجة الحرارية أن تضمن التحكم في الزئبق الذي يتبخّر نتيجة لها. ويمكن تطبيق النضح الحراري إما بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة. وينطوي النضح المباشر على تعريض المادة المراد معالجتها للحرارة مباشرة، ولا يوصى باستخدامه في حالة التربة والترسبات التي تحتوي على الزئبق، لأن حجم الأبخرة الملوثة أعلى بكثير بالمقارنة بالنضح الحراري غير المباشر، بسبب الاتصال المباشر بالغازات الناتجة من احتراق وقود التسخين (الغاز، النفط)، وهذا يؤدي إلى ارتفاع كبير في تكاليف المواد الحفازة وآليات مكافحة تلوث الهواء، بسبب زيادة حجم الأبخرة التي يجب أن تعالج. وينطوي النضح غير المباشر على تعريض الجدار الخارجي للحجرة للحرارة لتمر عبره إلى المادة المراد معالجتها. ويتسم النضح الحراري غير المباشر بميزة فصل الغازات المتصاعدة من المادة المعالجة عن الغازات المستخدمة للإحراق، بما يقلل كثيراً من حجم الغازات الملوثة التي تلزم تصفيتها. ويمكن أن تعالج الغازات التي تتصاعد من المادة المعالجة، لكي يُسترجع منها الزئبق بوسائل من بينها على سبيل المثال عمليات التكتيف (Environment Agency, 2012). ويمكن استخدام المعالجة بالحرارة العالية في أفران التقطير عند درجات حرارة تتراوح بين ٤٢٥ و ٥٤٠ درجة مئوية للتربة الملوثة ذات التركيز العالي من الزئبق (US EPA, 2007). ولا يُعتبر الإحراق قابلاً للتطبيق على الأحجام الكبيرة من المواد الملوثة بالزئبق، بسبب الاحتمالات العالية لحدوث انبعاثات الزئبق وإطلاقاته (Merly and Hube, 2014).

٦٧- وتستخدم التقنيات الحركية الكهربائية تياراً منخفض الشدة في التربة الملوثة. وتنطوي هذه التقنية عادة على أربع عمليات: النزوح الكهربائي (وهو نقل الأنواع الكيميائية الحاملة لشحنة كهربائية بالوسائل العابرة للمسام)، والتناضح الكهربائي (أي انتقال السائل العابر للمسام)، والحث الكهربائي (حركة الجزيئات الحاملة لشحنة كهربائية)، والتحليل الكهربائي (التفاعل الكيميائي الناتج عن تيار كهربائي). ورغم قدرة هذه التقنيات على استخراج المعادن من التربة الملوثة فإن كفاءتها تتوقف على عوامل كثيرة. وقد يصعب استخدام العمليات الحركية الكهربائية بسبب ضعف قابلية الزئبق للدوبان في معظم أنواع التربة الطبيعية، وقد يعيق العملية وجود الزئبق الأولي (Feng and others, 2015).

#### ٤- أنواع تكنولوجيا معالجة المياه

٦٨- يمكن تقييم المواقع الملوثة من أجل تحديد مدى احتمال تلوث المياه الجوفية أو السطحية. وقد يساعد على ذلك تقييم الظروف الهيدروجيولوجية. فإذا ثبت وجود الزئبق في مياه متصلة بالموقع الملوث، توجد عدة خيارات ممكنة لحل المشكلة، من بينها الاحتواء والمعالجة. وتشمل تقنيات المعالجة الترسيب/الترسيب المصاحب، والامتزاز، والترشيح الغشائي (US EPA, 2007).

٦٩- ومن الشائع استخدام الترسيب/الترسيب المصاحب للمعالجة، لكنه يتطلب وجود منشأة لمعالجة المياه المستعملة وعمال تشغيل مهرة. وتتأثر فعاليتها بالرقم الهيدروجيني ووجود ملوثات أخرى. وتُستخدم في هذه العملية مواد كيميائية مضافة تحول الملوثات الذائبة إلى مادة صلبة غير قابلة للدوبان (ترسب بعد ذلك)، أو تُكوّن كتلاً

صلبة غير قابلة للذوبان تلتصق بها الملوثات الذائبة عن طريق الامتزاز. وبعد ذلك يرشَّح السائل أو يُصَفَّى لإزالة المواد الصلبة منه.

٧٠- ويشيع استخدام الامتزاز (الذي يستخدم فيه الفحم المنشَّط، في كثير من الأحيان) بشكل أكبر للنظم الأصغر حجماً حيثما يكون الزئبق هو الملوث الوحيد الموجود. وتركّز هذه التقنية الزئبق على سطح مادة ماصة، مما يقلل من تركيزه في طور السائل السائب. وفي العادة توضع وسائط الامتزاز داخل أسطوانة يمرّ الماء الملوث عبرها. ويتعين بعد ذلك إعادة تنشيط وسائط الامتزاز من أجل إعادة استخدامها، أو التخلص منها بطريقة مناسبة. ويحتمل أن تتأثر فعالية هذه العملية أكثر من غيرها من الأساليب بوجود ملوثات أخرى غير الزئبق.

٧١- والترشيح الغشائي هو عملية بالغة الفعالية، تُزال فيها الملوثات عن السائل بتمريره خلال غشاء نصف مُنفذ. ولكن هذه العملية تتأثر بوجود ملوثات أخرى في الماء، فالأجسام الصلبة العائمة والمركبات العضوية وغير ذلك من الملوثات تقلل من فعالية الغشاء أو تعطله تماماً.

## ٥- أنواع تكنولوجيا معالجة المياه الجوفية

٧٢- بالنسبة للمياه الجوفية، يمكن النظر في أنواع تكنولوجيا المعالجة في الموقع. وتشمل الخصائص الهامة التي ينبغي أخذها في الحسبان عند اختيار تكنولوجيا الاستصلاح للمياه الجوفية الرقم الهيدروجيني، ووجود ملوثات أخرى، وبارامترات مثل درجة الحرارة والمحتوى الكلوريدي (Merly and Hube, 2014).

٧٣- وتشمل تكنولوجيا الاستصلاح الخاصة بالمياه الجوفية الملوثة بالزئبق تكنولوجيا الضخ والمعالجة وتكنولوجيا الجدران المنفذة التفاعلية (Merly and Hube, 2014).

٧٤- وتركز تكنولوجيا الاستصلاح الناشئة الخاصة بالمياه الجوفية الملوثة بالزئبق على زيادة قدرات وسائط الامتزاز والترشيح من أجل الاستصلاح الكامل النطاق للمواقع الملوثة بالزئبق. ويمكن أيضاً النظر في استخدام الضخ والنزع إذا تحسنت كفاءة معالجة الغازات الخارجة الشديدة التلوث. ويجري حالياً البحث والتطوير بشأن الاستصلاح الأحيائي، والتكنولوجيا النانوية، وتطوير المواد الماصة (مواد الامتزاز العضوية، ومواد الامتزاز التي تتيح امتزاز الزئبق العضوي وغير العضوي على حد سواء)، وتطوير عمليات التخثير/التلييد (Merly and Hube, 2014).

## ٦- تكنولوجيا معالجة الترسبات

٧٥- إذا كانت الترسبات الموجودة في القاع ملوثة بالزئبق فقد يكون من المناسب استخدام الإزالة بالحفر، أو التغطية، أو التحكم في إطلاق ميثيل الزئبق، على سبيل المثال بإضافة النترات (Todorova and others, 2009). وتقترح وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة توجيهات عامة بشأن استصلاح الرواسب<sup>(١٢)</sup>. وينبغي تقييم احتمال إطلاق الزئبق من الرواسب نتيجة لتحريكها، واتخاذ التدابير التخفيفية لضمان تقليل التسربات إلى أدنى حد ممكن وكذلك ضمان أنها لا تؤدي إلى مستوى تعرض غير مقبول لدى الكائنات المستقبلية المائية.

٧٦- وفي حالة الحفر، يمكن أن تكون أنواع التكنولوجيا التي ثبتت فعاليتها للتربة مفيدة لاستخدامها للترسبات. ومن العوامل التي تعوق الفعالية وجود المياه والمواد العضوية، والمحتوى الملحي العالي في حالة الترسبات البحرية.

(١٢) يمكن الاطلاع على توجيهات عامة بشأن تقييم واستصلاح الترسبات الملوثة، بما فيها تلك الملوثة بالزئبق، على الرابط: <https://www.epa.gov/superfund/superfund-contaminated-sediments-guidance-and-technical-support>.

## خيارات إدارة المخاطر التي تخص مواقع تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق التي يستخدم فيها الزئبق

٧٧- تمثل المواقع الملوثة بالزئبق الناتج عن أنشطة تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق مواقع تصعب إدارتها واستصلاحها، لأن العديد منها قد يؤوي مستوطنات مأهولة، الأمر الذي يحد من خيارات الإدارة والاستصلاح. وبعض مواقع تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق المنشأة حديثاً لا تُقطن إلا لفترة قصيرة بسبب ظاهرة "التهافت على الذهب"، ثم تُهجر عند نضوب كتلة الخام. وقد تُقطن مواقع أخرى لأمد طويل من جانب مجموعات تعمل في كتلة الخام منذ أجيال باعتبار ذلك مكملاً اقتصادياً للزراعة أو غيرها من المهن. وفي بعض الحالات، يُقتسم استخدام الزئبق في تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق بين موقع المنجم والمستوطنات الدائمة القريبة، حيث تقوم المطاحن التي تعمل بالكُرات وغيرها من المعدات باستخراج الذهب من الخام المرَكز. وفي هذه الحالات، يمكن أن يحدث التلوث بالزئبق في موقع المنجم وفي المستوطنات المرتبطة به على حد سواء، بما في ذلك المناطق السكنية الواقعة على بعض البعد من المنجم.

٧٨- ويمكن أن تتبّع في تحديد مواقع تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق الملوثة بالزئبق نفس عمليات التحديد الأولي للمواقع والتحديد المفصل للمواقع وتحديد خصائص المواقع التي تتبع في حالة أي موقع آخر ملوث بالزئبق، ولكن تنشأ تعقيدات إضافية عندما يكون الموقع نشطاً ومأهولاً وفي حالة من حالات التلوث الدينامية (أي حالات حدوث تلوث جديد باستمرار في أماكن جديدة داخل المنطقة المعنية). وهذه الحالة تختلف عن حالة المواقع غير المأهولة، التي تكون فيها البؤر الساخنة مستقرة نسبياً ويمكن تحديد خصائص الموقع دون توقع نشوء تلوث في أماكن جديدة ضمن الموقع.

٧٩- ويمكن أن يرشح الزئبق من المواقع التاريخية لإنتاج الذهب على نطاق ضيق ومواقع تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق العاملة حالياً إلى الأجسام المائية، مثل الأنهار والبحيرات وأحواض تربية الأسماك، ثم يعيد الاندماج ليشكل مستجمعات من الزئبق الأولي على قاع النهر أو البحيرة، فيشكل مصدراً للتلوث الطويل الأمد. ويمكن الكشف عن هذا الشكل من أشكال تكوين مستجمعات الزئبق باستخدام تكنولوجيا المسح بالمسبار الصوتي، وإزالتها باستخدام وحدة سحب فراغي محمولة على سيارة ومجهزة بمرشحات كربونية لمنع إطلاقات البخار. ويتيح صهريج الاحتجاز إزالة مستجمعات الزئبق بطريقة سليمة بيئياً، ويمكن مواصلة معالجة هذه المستجمعات في مرافق تقطير فراغي خارج الموقع واستعادتها من أجل تثبيتها.

٨٠- وبسبب التعقيد الناشئ بسبب تداخل أنشطة تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق، والتلوث، والاستيطان الدائم أو المؤقت للموقع، تصبح مشاركة الجمهور وتوعيته في المجتمعات المحلية المتضررة أمراً ضرورياً. ويقدم القسم جيم من هذه التوجيهات معلومات عن استحداث عملية لمشاركة الجمهور من أجل استصلاح المواقع الملوثة وإدارتها، ولكن قد يلزم النظر في اتخاذ تدابير إضافية عند التعامل مع المجتمعات المحلية التي تضطلع بأنشطة تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق. فقد يوجد في مواقع تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق مزيج من العمال المؤقتين والدائمين. وتُعتبر أنشطة تعدين الذهب الحرقي والضيق النطاق غير قانونية في بعض الأماكن، الأمر الذي قد يشكل عائقاً أمام المشاركة الفعالة. وقبل تنفيذ أي محاولة لوضع برنامج للمشاركة ينبغي النظر بعناية في ملامح المجتمع المحلي المعرض للمخاطر، وينبغي تحديد الممثلين المحتملين لعمال المناجم غير النظاميين والمستوطنات المحلية والعمال في مجال الرعاية الصحية، من أجل المساعدة على وضع عملية المشاركة. وينبغي أن تتم كل هذه الأنشطة في سياق خطة العمل الوطنية للطرف بموجب المادة ٧ من اتفاقية ميناماتا وأن تكون متسقة مع تلك الخطة.



٨١- وبما أن نشاط تعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق قد يكون النشاط الاقتصادي الوحيد في بعض الأماكن فقد يتعين وضع خطة عمل محلية مع الممثلين المحليين من أجل توفير المعلومات لعمال المناجم ودعمهم أثناء التحول السريع عن استخدام الزئبق، وتحديد البؤر الساخنة الملوثة وعزلها، وتنفيذ تدابير المراقبة والتدخل الصحية، وإدارة المواقع أو استصلاحها. والنهج المفضل هو تخفيض أو إلغاء استخدام الزئبق في عمليات تعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق، لأن منع التلوث أرخص عادة من الاستصلاح. وباستخدام هذا النهج الشامل، بدعم من المجتمع المحلي، يمكن الحد من المشاكل المرتبطة بالتلوث الدينامي بالزئبق، أو حتى إزالتها، الأمر الذي يتيح إدارة تلوث المواقع بفعالية. ويمكن أيضاً أن تشتمل خطة العمل المحلية التي يدعمها المسؤولون الحكوميون بالتعاون مع المجتمعات المحلية المتضررة على سيناريوهات لتوفير سبل كسب العيش البديلة لعمال المناجم، الأمر الذي يحد من معارضة المجتمع المحلي للقضاء على استخدام الزئبق ومن احتمال استمرار التلوث.

٨٢- ومن الممكن أن تراعي التدابير التقنية الرامية إلى إدارة واستصلاح المواقع الملوثة لتعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق أن تلك المواقع قد توجد في مناطق نائية يصعب الوصول إليها. فإذا كان هدف خطة الإدارة هو معالجة الوسائط الملوثة لإزالة الزئبق منها، فسيتمتع عندئذ نقل المعدات إلى الموقع المتضرر أو نقل التربة والترسبات إلى مرافق المعالجة القائمة. وسيوضح في معظم الحالات أن السيناريو الثاني باهظ التكاليف. ولذلك قد يلزم تكيف الأساليب والتقنيات القياسية لتطهير التربة والترسبات والحماة المستندة إلى تكنولوجيا العلاج خارج الموقع (في المواقع الصناعية عادة) لتيح جلب أنواع التكنولوجيا التركيبية التي تتسم بحجم أصغر وقابلية النقل والسلامة البيئية إلى الموقع الملوث من أجل معالجة المواد الملوثة. وقد يكون ذلك أمراً لا مفر منه في حالة المياه الملوثة.

٨٣- وفي الحالات التي يمكن فيها الكشف عن مستجمعات الزئبق الناتجة عن أنشطة تعدين الذهب الحرفي والضيق النطاق، الموجودة في قيعان الأنهار أو البحيرات أو الخزانات، باستخدام نظام استشعار عن بعد من قبيل المساح الصوتي، طوّرت تكنولوجيا لإزالة هذه المستجمعات دون التحريك الكبير للترسبات الذي يمكن أن يحدث عند استخدام تكنولوجيا تجريف الترسبات.

٨٤- ويجب اتخاذ احتياطات عند إعادة تطوير المناطق الملوثة السابقة، لأن بعض تدابير إعادة التأهيل قد يزيد حراك الزئبق (Laperche and Touzé, 2014).

## واو- تقييم الفوائد والتكاليف

٨٥- يمكن أن تتفاوت التكاليف المحتملة والفوائد المتوقعة لتحديد وتقييم وإدارة و/أو استصلاح المواقع الملوثة تفاوتاً واسعاً. وسينطوي كل موقع على منافع وتكاليف مباشرة وغير مباشرة، فضلاً عن التكاليف والفوائد غير النقدية. وهذه العوامل، إلى جانب توافر التمويل وعدد المواقع التي قد توجد على الصعيد الوطني، ستكون مدخلات رئيسية لتحديد الأولويات الوطنية. وقد يكون من الصعب المقارنة بين مواقع شديدة الاختلاف، ولكن سيتحتم على الأطراف أن تحدد المواقع التي سيبدأ العمل أولاً بشأنها.

٨٦- ويترتب على كل الأنشطة المرتبطة بتحديد وتقييم المواقع الملوثة مستوى ما من التكاليف. وقد تشمل هذه التكاليف الوقت الذي يقضيه العاملون في أعمال مثل التقييمات المكتتبية من أجل التحديد الأولي للمواقع الملوثة المحتملة، والزيارات الاستكشافية لتفتيش المواقع المحتملة، وتجميع العينات لتحديد مستويات التلوث. وستترتب أيضاً تكاليف على تحليل العينات، سواء أُجري عن طريق مختبر حكومي أو جامعي أو عن طريق شركة خاصة تعمل في مجال التحليل. وقد تنطوي المشاورات العامة أيضاً على تكاليف مرتبطة بوقت الموظفين أو بالتعاقد مع خبير استشاري أو شركة متخصصة.

٨٧- وستترتب على إدارة المواقع الملوثة أو استصلاحها تكاليف، سيكون بعضها نفقات لمرة واحدة (التكاليف الرأسمالية) وبعضها تكاليف جارية، مثل تكاليف التشغيل والصيانة والرصد. وستختلف التكاليف الفعلية باختلاف المواقع، وستعتمد على توافر التكنولوجيا المناسبة وتكلفتها على المستوى الوطني، وعلى التكاليف المحلية للمواد المستهلكة واليد العاملة.

٨٨- ويستتبع كثير من التقنيات المتاحة تكاليف رأسمالية أولية وتكاليف أخرى جارية للصيانة والتشغيل والرصد. وتنشر بعض البلدان التكاليف المرتبطة بتقنيات الاستصلاح، لكنها ستكون إرشادية حصراً، لأن بعض التكاليف يتوقف على البلد المعني (US EPA, 2007; ADEME and BRGM, 2013). ويمكن أن تحدد الأطراف أولوياتها الوطنية من أجل ضمان استعمال الأموال المتاحة استعمالاً فعالاً. ويمكن أن يستند تحديد الأولويات إلى ترتيب المواقع بحساب نقاطها على أساس نظام يتفق عليه على المستوى الوطني، من أجل تحديد أعلى الأولويات. وعلى هذا أن النظام أن يسعى إلى تحقيق توازن بين التكاليف التقديرية للإدارة أو الاستصلاح من ناحية والمنافع النقدية وغير النقدية التي يتوقع أن تنجم عن إدارة الموقع بفعالية من الناحية الأخرى. وتتوافر معلومات مفصلة بشأن إمكانية تطبيق بعض أنواع التكنولوجيا المتاحة والمخاطر الممكنة المرتبطة بها، في حين تتوفر معلومات أكثر محدودية عن التكنولوجيا الأخرى الأقل نضجاً.

٨٩- وقد تترتب أيضاً تكاليف على الآثار الناجمة عن تعرض السكان المحليين والبيئة المحلية للزئبق، وبعض هذه التكاليف مباشر (مثل الرصد الصحي أو العناية الصحية بالأشخاص الذين يعانون من آثار ضارة على الصحة)، وبعضها الآخر غير مباشر (مثل فقدان الدخل المرتبط بالسمك الملوث الذي لا يمكن صيده ولا بيعه، أو فقدان الأراضي الزراعية). وتهدف إدارة المواقع أو استصلاحها إلى التخفيف من هذه التكاليف في المستقبل. وقد تظهر التكاليف المرتبطة بتأثير الموقع الملوث على البيئة المحلية على المدى القصير أو الطويل، ولكن ينبغي النظر إلى الفوائد الناتجة عن الإدارة الناجحة للموقع الملوث من منظور طويل المدى للغاية. وقد تشمل التكاليف قصيرة الأجل الآثار المرتبطة بأعمال الاستصلاح، بينما يمكن أن تشمل التكاليف طويلة الأجل حدوث انخفاض في قيمة الأراضي الواقعة حول الموقع ووضع قيود على الإنتاج الزراعي أو على غيره من استخدامات الأراضي. أما تكاليف العواقب غير السوقية التي تقع على المجتمعات المتضررة، مثل الأمراض وتلف الدماغ وفقدان الموارد الطبيعية أو المياه النظيفة، فقد تكون أعلى بكثير. وينبغي إدراج هذه التكاليف في أي تقييم اقتصادي. وقد استُحدثت أساليب جديدة لتقدير التكاليف الاقتصادية المرتبطة بالخسائر الإنتاجية الناجمة عن آثار الزئبق الإدراكية والمتعلقة بالنمو الواقعة على فئات معينة من السكان (Trasande and others, 2016)، ويمكن إدراج هذه التكاليف في التحليل الطويل المدى لنسبة التكاليف إلى الفوائد فيما يتعلق بإدارة المواقع واستصلاحها.

٩٠- ولا تعني إدارة الموقع أنه لم يعد له تأثير على البيئة أو صحة الإنسان. فتقييد الوصول إلى الموقع الملوث بالزئبق قد يقلل من تعرض الإنسان والحيوان تعرضاً مباشراً، لكنه لا يمنع بالضرورة تلوث المياه الجوفية أو انتقال الغبار الملوث إلى خارج الموقع أو تلوث الغلاف الجوي بأبخرة الزئبق. وتستتبع كل هذه الآثار تكاليف، ويجب أخذها في الاعتبار عند إجراء أي تقييم.

٩١- وينبغي أن يأخذ تقييم فوائد إدارة المواقع أو استصلاحها في الاعتبار القيم الثقافية والاجتماعية بقدر الإمكان. ففي العديد من ثقافات الشعوب الأصلية، تتسم المعالم الطبيعية، مثل الأنهار والبحيرات والتضاريس الأرضية (والحيوانات التي تسكنها)، بمستويات عالية من القيمة الثقافية والدينية والاجتماعية لا تتضمنها عمليات المقارنة الاقتصادية بين التكاليف والفوائد. ومع ذلك فإن عدم القدرة على الاضطلاع بالأنشطة الثقافية بسبب التلوث يمكن أن تكون له تكلفة عالية للغاية على المجتمعات المحلية، تؤدي إلى تدهور التماسك الاجتماعي ووقوع آثار صحية جسيمة. فينبغي أن يتضمن تحديد الأولويات الوطنية المنظورات الاجتماعية والثقافية كلما أمكن ذلك.

٩٢- وينبغي أيضاً أن تأخذ حسابات التكاليف والفوائد في الاعتبار القيمة الإيكولوجية لاستصلاح النظم الإيكولوجية الملوثة وإنتاجيتها، فضلاً عن القيمة الاقتصادية. فعلى سبيل المثال، قد تكون للموقع الملوثة المستصلح خصائص تدعم أنواع الكائنات الحية النادرة والمهددة بالانقراض، أو قد يشكل مستجمعاً لمياه منابع المجاري المائية الرئيسية.

### خيارات التمويل لأغراض دراسة المواقع الملوثة وإدارتها

٩٣- تستخدم الولايات القضائية في شتى أنحاء العالم العديد من التوليفات المختلفة من خيارات التمويل لتغطية تكاليف دراسة المواقع وإدارتها. وقد أشارت بعض البلدان إلى أن لديها فنيين متفرغين لإجراء هذه الأبحاث داخل الوكالات الحكومية، في حين تختار بلدان أخرى التعاقد مع أخصائيين استشاريين أو استخدام مزيج من الموظفين والخبراء الاستشاريين يعملون معاً. وقد يصعب إيجاد الموارد اللازمة لتمويل هذا العمل، ولكن يوجد عدد من الخيارات المتعلقة بكل من القطاعين الخاص والعام.

٩٤- وينبغي أن يراعى في تمويل استصلاح المواقع الملوثة وإدارتها مبدأ "تغريم الملوثة"، كلما كان ذلك ممكناً. وقد يتطلب ذلك وجود إطار قانوني وتنظيمي يضع على عاتق الجهات المسؤولة عن التلوث عبء الإنفاق على تقييم المواقع وإدارتها واستصلاحها ومعالجة المياه المستعملة والتخلص منها. وفي حال عدم وجود إطار قانوني قائم، سيتعين على الأطراف اتباع نهج تناول كل حالة على حدة. وفي بعض الحالات، قد تتولى مستويات حكومية مختلفة المسؤولية عن إطار تمويل المواقع الملوثة.

٩٥- ويتضمن العديد من النماذج الوطنية لمبدأ "تغريم الملوثة" الخاصة بالمواقع الملوثة أحكاماً مماثلة لأحكام "المواقع اليتيمة" في نموذج الاتحاد الأوروبي. والمواقع اليتيمة هي المواقع التي لم يعد ملوثوها موجودين، أو لا يمكن تحديدهم، أو لا توجد لديهم أموال كافية لتغطية تكاليف التقييم والاستصلاح. وفي بعض الولايات القضائية، يتضمن الإطار القانوني أو الإداري لتحديد المسؤولية عن تكاليف إدارة المواقع واستصلاحها أيضاً أحكاماً بشأن "مالك الأرض البريء"، تُعفي مالك الأرض الذي لم يتسبب في التلوث وليست له معرفة به من المساهمة في تكاليف التنظيف. ويتضمن نظام قانون الاستجابة البيئية الشاملة والتعويض والمسؤولية ("Superfund")<sup>(١٣)</sup> في الولايات المتحدة والإطار القانوني لغربي أستراليا هذا المفهوم<sup>(١٤)</sup>. وفي بعض الولايات القضائية يمكن تحميل مالك الأرض أو أي شخص آخر يحتل العقار مسؤولية تكاليف التقييم والاستصلاح المرتبطة بالتلوث الذي تسبب فيه شخص آخر. ويمكن أن يطلع المكتب أو الوزارة المسؤولة عن معاملات الأراضي على سجل المواقع الملوثة، عند الاقتضاء، لتيسير تنفيذ مبدأ تغريم الملوثة.

### زاي- التحقق من صحة النتائج

٩٦- من المهم أن يتسنى التحقق من فعالية الإجراءات التي تتخذ للإدارة والاستصلاح في بلوغ الأهداف المقررة لإدارة المخاطر والتخفيف منها في الموقع. وينبغي وضع وسائل التحقق أثناء عملية التخطيط الأولي، كما ينبغي أن تُدرج في المشروع الإجمالي الموارد اللازمة للقيام بالأعمال الضرورية، مثل الرصد. ويمكن استخدام تقنيات القياس الميدانية لهذا الغرض من أجل تخفيض التكاليف المرتبطة بتحديد الزئبق (على سبيل المثال باستخدام الأجهزة المحمولة لتقنية الفلورة بالأشعة السينية).

(١٣) <https://www.epa.gov/enforcement/landowner-liability-protections>

(١٤) قانون المواقع الملوثة لغربي أستراليا للعام ٢٠٠٣ (Contaminated Sites) (2003). Government of Western Australia. (Act 2003 Section 27 (2) (a)).

٩٧- وستختلف أهداف برنامج الرصد باختلاف الأعمال التي يقع عليها الاختيار لإدارة الموقع. ويمكن قياس النجاح بمدى انخفاض مستويات الزئبق في الموقع، أو انخفاض كميات الزئبق المتسربة من الموقع إلى البيئة، أو درجة تعرض السكان المحيطين بالموقع، أو عودة الموقع نفسه إلى استخدام من الاستخدامات المناسبة. فإذا ظهر ما يدل على أن الإجراءات المتخذة لإدارة الموقع لا تلي أهداف المشروع الإجمالي، فقد يلزم اتخاذ المزيد من الإجراءات. كما قد يلزم في بعض الحالات تكرار دورة الإدارة، من تخطيط وتنفيذ وتقييم واتخاذ قرارات وإعادة تنظيم.

٩٨- ومن أشكال التحقق الشائعة التحقق بأخذ عينات من الموقع. فمثلاً إذا حُفر في بؤرة ساخنة للزئبق، يجب أن ألا تزيد مستويات الزئبق في العينات المأخوذة من جدران موقع الحفر وقاعه على المستويات المحددة كأهداف للاستصلاح من حيث تركيز الزئبق في التربة. ويمكن قياس تراكيز الزئبق في المياه السطحية والجوفية وفي الغلاف الجوي ومستوياته في الكائنات الحية، من أجل تقييم ما إن كانت أهداف الإدارة و/أو المعالجة قد تحققت.

٩٩- وفي إطار التقييم الشامل للإجراءات الأولية المتخذة لإدارة الموقع الملوثة، يمكن النظر في اتخاذ إجراءات أخرى، مثل الاستصلاح، لا سيما إذا كانت التطورات التكنولوجية تجعل ذلك أكثر قابلية للتطبيق مما كان عليه عند إجراء التقييم الأولي للموقع. وينبغي أن يشمل برنامج الرصد على الرصد الملائم المستمر لمستويات الزئبق في جميع الوسائط التي تثير القلق، حتى بعد اكتمال أنشطة الاستصلاح، وذلك لضمان نجاح الاستصلاح وعدم وجود مصادر إضافية للتلوث لم تحدّد أثناء تحديد خصائص الموقع.

## حاء- التعاون على وضع الاستراتيجيات وتنفيذ الأنشطة التي تهدف إلى تحديد المواقع الملوثة وتقييمها وترتيب أولوياتها وإدارتها، ومعالجتها عند الاقتضاء

١٠٠- يشجّع نص الاتفاقية على التعاون بين الأطراف، وذلك على وجه التحديد في المادة ١٢ المتعلقة بالمواقع الملوثة وكذلك ضمن أحكام المادة ١٤ بشأن بناء القدرات والمساعدة التقنية ونقل التكنولوجيا. ويمكن أن يشمل التعاون، على سبيل المثال، أنشطة تبادل المعلومات، واستكشاف فرص التقييم المشترك للمواقع، وتنسيق خطط الاتصال فيما يتعلق بالمواقع.

١٠١- وقد تنشأ فرص لتبادل المعلومات أثناء عملية تحديد المواقع الملوثة، التي قد تتيح أيضاً إمكانية التقييم المشترك للمواقع. وقد يكون ذلك مناسباً بوجه خاص عندما يوجد مثلاً عدد من المواقع في منطقة فرعية كانت تملكها أو تديرها سابقاً نفس الشركة أو كانت تجري فيها أنشطة متماثلة (كعمليات تعدين الذهب الحربي أو الضيق النطاق أو تعدين الزئبق الأولي أو عمليات إنتاج الكلور والقلويات).

١٠٢- ومن شأن الأنشطة التعاونية التي تجري أثناء تقييم المواقع الملوثة أن تحقق وفورات في التكاليف وزيادة في الفعالية، وخصوصاً حين تتمكن الأطراف من تقاسم تكاليف أخذ العينات وتحليلها. وقد يكون مجدياً مثلاً أن يتولى أحد الأطراف مهمة أخذ العينات ثم يقوم بتحليلها طرف آخر لديه قدرات مختبرية أكبر.

١٠٣- ومن حيث ترتيب أولويات المواقع الملوثة، يمكن للأطراف أن تتخذ قراراتها استناداً إلى أولوياتها الوطنية، غير أن اتباع نهج تعاوني قائم على تقاسم المعلومات والنظر المشترك في الأولويات قد يثبت فائدته، لا سيما في الحالات التي يحتمل فيها أن يكون التلوث قد انتشر عبر الحدود الوطنية. وبإمكان الطرف الأكثر تضرراً من التلوث أن يسهم بمعلومات مفيدة في ترتيب الأولويات. وعلاوة على ذلك، قد ترغب الأطراف في التعاون عند وجود عدد من المواقع الملوثة على مقربة من بعضها البعض. وقد يلزم أن تتعاون الأطراف من أجل تقييد الوصول إلى مواقع معيّنة. وفي الحالات التي يُخطط فيها لتنفيذ أنشطة استصلاح فقد يتسنى وضع خطط مشتركة لمعالجة المواد الملوثة، وقد يتيح ذلك جني فوائد الحجم الأكبر أو إجراء المعالجة في مرافق متخصصة.

١٠٤ - وهناك عدد من الشبكات التنظيمية العريقة فيما يتعلق بإدارة الأراضي الملوثة. فعلى الصعيد العالمي، أنشئت في عام ١٩٩٣ اللجنة الدولية المعنية بالأراضي الملوثة. وفي الاتحاد الأوروبي، تتعاون الدول الأعضاء والمفوضية الأوروبية منذ عام ١٩٩٤ في المنتدى المشترك المعني بالأراضي الملوثة، وشرعت في مبادرتين للإجراءات المنسقة بشأن تقييم المخاطر وإدارة المخاطر<sup>(١٥)</sup>. وأسفرت المبادرتان عن إصدار وثائق توجيهية بشأن الإدارة المستدامة للأراضي الملوثة، وهي وثائق متاحة مجاناً للتنزيل من الموقعين <http://www.iccl.ch/> و <https://www.commonforum.eu/>.

---

CLARINET–Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies (١٥)  
([https://www.commonforum.eu/references\\_clarinet.asp](https://www.commonforum.eu/references_clarinet.asp)), and CARACAS – Concerted Action for Risk Assessment  
for Contaminated Sites in Europe ([https://www.commonforum.eu/references\\_caracas.asp](https://www.commonforum.eu/references_caracas.asp))

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) and Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) (2013). *Comparaison des techniques par COÛTS*. Available at [http://www.selecdepol.fr/sites/default/files/medias/Donnees%20comparatives/Comparaison\\_des\\_tech\\_niques\\_par\\_COUTS.pdf](http://www.selecdepol.fr/sites/default/files/medias/Donnees%20comparatives/Comparaison_des_tech_niques_par_COUTS.pdf). (in French only)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1999). Toxic Substances Portal - Mercury: Public Health Statement for Mercury (<https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=112&tid=24>) and Mercury Quick Facts: Health Effects of Mercury Exposure ([https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/11-229617-E-508\\_HealthEffects.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/11-229617-E-508_HealthEffects.pdf)).

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) (2016). *Guidance Manual for Environmental Site Characterization in Support of Environmental and Human Health Risk Assessment*. Available at [https://www.ccme.ca/en/resources/contaminated\\_site\\_management/assessment.html](https://www.ccme.ca/en/resources/contaminated_site_management/assessment.html).

Environment Agency (2009). *Soil Guideline Values for Mercury in Soil Science Report SC050021 / Mercury SGV. Technical note*. Environment Agency, Rio House, Almondsbury, Bristol BS32 4UD.

Environment Agency (2012). *How to comply with your environmental permit: additional guidance for treating waste by thermal desorption*. Available at [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/300893/geho0512bwir-e-e.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/300893/geho0512bwir-e-e.pdf).

Feng, H., and others (2015). "In situ remediation technologies for mercury-contaminated soil." *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 22, no. 11, pp. 8124–8147. Available at [https://www.researchgate.net/publication/274729292\\_In\\_situ\\_remediation\\_technologies\\_for\\_mercury-contaminated\\_soil](https://www.researchgate.net/publication/274729292_In_situ_remediation_technologies_for_mercury-contaminated_soil).

Kocman, D., and others (2013). "Contribution of contaminated sites to the global mercury budget", *Environmental Research*, vol. 125 (Aug. 2013), pp.160–170. Available at <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.362.1877&rep=rep1&type=pdf>.

Laperche, V., and Touzé, S. (2014). *Restauration de l'état des masses d'eau de surface contaminée par le mercure – État de l'art des méthodes existantes et adaptabilité dans le contexte guyanais*. Rapport final. BRGM/RP-64032-FR. Available at [http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRGUYA/Infodoc/ged/viewportalpublished.ashx?eid=IFD\\_FICJO\\_INT\\_0016486&search=restauration](http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRGUYA/Infodoc/ged/viewportalpublished.ashx?eid=IFD_FICJO_INT_0016486&search=restauration) (in French only).

Matthews, D., and others (2013). "Whole-lake nitrate addition for control of methylmercury in mercury-contaminated Onondaga Lake, NY", *Environmental Research*, vol. 125 (Aug. 2013), pp. 52–60.

Merly, C., and Hube, D. (2014). *Remediation of Mercury-contaminated Sites*. Project No. SN-03/08. Available at <https://docplayer.net/18898131-Remediation-of-mercury-contaminated-sites.html>.

National Environmental Justice Advisory Council (2013). *Model Guidelines for Public Participation*. Available at <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-02/documents/recommendations-model-guide-pp-2013.pdf>.

National Environmental Protection Council (NEPC) (1999). *Guideline on Investigation Levels for Soil and Groundwater; NEPM Schedule B (1)*. Available at <http://www.nepc.gov.au/system/files/resources/93ae0e77-e697-e494-656f-afaaf9fb4277/files/schedule-b1-guideline-investigation-levels-soil-and-groundwater-sep10.pdf>.

Network for Industrially Contaminated Land Management in Europe (NICOLE) (2015). *Risk-based Management of Mercury Impacted Sites*. Available at <http://www.nicole.org/uploadedfiles/WGM%202015-06-10%20NICOLE%20Risk%20based%20Management%20of%20Mercury%20Impacted%20Sites.pdf>.

Todorova, S., and others (2009). "Evidence for regulation of monomethyl mercury by nitrate in a seasonally stratified, eutrophic lake", *Environmental Science and Technology*, vol. 43, no. 17 (September 2009), pp. 6572–6578. Available at <https://experts.syr.edu/en/publications/evidence-for-regulation-of-monomethyl-mercury-by-nitrate-in-a-sea>.

Trasande, L., and others (2016). "Economic implications of mercury exposure in the context of the global mercury treaty: hair mercury levels and estimated lost economic productivity in selected developing countries." *Journal of Environmental Management*, vol. 183 (Sept. 2016), pp. 229–235. Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27594689>.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2013). *Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport*. Geneva, UNEP Chemicals Branch. Available at <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7984>.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2015). *Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with mercury or mercury compounds*. UNEP/CHW.12/5/Add.8/Rev.1. Available at <http://www.basel.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP12/tabid/4248/mctl/ViewDetails/EventModID/8051/EventID/542/xmid/13027/Default.aspx>.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2019). *Global Mercury Assessment 2018*. Geneva, UNEP Chemicals Branch. Available at <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27579/GMA2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

United States Environment Protection Agency (US EPA) (2007). *Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water*. Washington. Available at <https://clu-in.org/download/remed/542r07003.pdf>.

World Health Organization (WHO) (2017). “Mercury and health” (website). Available at <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/>.

World Health Organization (WHO) (2018a). *Assessment of prenatal exposure to mercury: standard operating procedures*. Available at [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/mercury/en/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury/en/).

World Health Organization (WHO) (2018b). *Assessment of prenatal exposure to mercury: human biomonitoring survey - the first survey protocol*. Available at [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/mercury/en/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury/en/).

---