BC

UNEP/CHW.10/6/Add.2/Rev.1

الأمم المتحدة

UNEP

Distr.: General
11 November 2011

Arabic
Original: English

اتفاقية بازل

مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكُّم في نقل النفايات الخطرة والتخلُّص منها عبر الحدود
الاجتماع العاشر
كارتاخينا، كولومبيا، ١٧-٢١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١١
البند ٣ (ب) '١' من جدول الأعمال
المسائل ذات الصلة بتنفيذ الاتفاقية: المسائل العلمية والتقنية: المبادئ التوجيهية التقنية

المبادئ التوجيهية التقنية

مذكرة من الأمانة

إضافة

المبادئ التوجيهية التقنية بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكوَّنة من عنصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق

اعتمد مؤتمر الأطراف، في اجتماعه العاشر، المبادئ التوجيهية التقنية بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، بصيغتها المعدّلة، على أساس المشروع الذي تتضمنه الوثيقة UNEP/CHW.10/6/Add.2، التي أعدّها فريق صغير عامل فيما بين الدورات بقيادة حكومة اليابان. ويرد نص الصيغة النهائية للمبادئ التوجيهية في مرفق هذه الوثيقة.

المرفق

المبادئ التوجيهية التقنية بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق

النسخة النهائية المنقّحة (٣١ تشرين الثاني/أكتوبر ٢٠١١)

المحتويات

صفحة

أولاً- مقدمة ٧
ألف- النطاق ٧
باء- لمحة عن الزئبق ٨
ثانياً- الأحكام ذات الصلة باتفاقية بازل والروابط الدولية ٩
ألف- اتفاقية بازل ٩
١- أحكام عامة ٩
٢- الأحكام ذات الصلة بالزئبق ١٠
باء- الروابط الدولية ١٢
١- مجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة ١٢
٢- اتفاقية روتردام ١٣
٣- بروتوكول الفلزات الثقيلة ١٣
٤- النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية ١٤
ثالثاً- توجيهات إرشادية بشأن الإدارة السليمة بيئياً ١٤
ألف- المفهوم العام ١٤
١- اتفاقية بازل ١٤
٢- منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ١٦
٣- إدارة دورة حياة الزئبق ١٦
باء- الإطار التشريعي والتنظيمي الرقابي ١٨
١- تسجيل الأطراف المولِّدة للنفايات ١٨
٢- خفض الزئبق في المنتجات والعمليات الصناعية والتخلّص منه تدريجياً.. ١٩
٣- شروط نقل النفايات عبر الحدود ٢٠
٤- التصريح اللازم لمرافق التخلّص من النفايات وتفتيشها ٢٢
جيم التحديد والجرد ٢٣
١- التحديد ٢٣
٢- قوائم الجرد ٢٨
دال- أخذ العينات والتحليل والرصد ٢٩
١- أخذ العيّنات ٣٠
٢- التحليل ٣٢
٣- الرصد ٣٣
هاء- منع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد ٣٥
١- منع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد في العمليات الصناعية..... ٣٥
٢- منع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد بشأن المنتجات المضاف إليها الزئبق ٣٨
٣ مسؤولية المنتجين الموسَّعة ٤٠

صفحة

واو- المناولة، والفصل، والجمع، والتعبئة والتغليف، ووضع البطاقات التعريفية، والنقل، والتخزين ٤١
١- المناولة ٤٢
٢- الفصل ٤٣
٣- الجمع ٤٥
٤- التعبئة والتغليف ووضع البطاقات التعريفية ٤٨
٥- النقل ٤٨
٦- التخزين ٤٩
زاي- التخلّص السليم بيئياً من النفايات ٥٢
١- عمليات الاسترداد ٥٣
٢- عمليات لا تؤدي إلى استرداد الزئبق ٦٠
حاء- خفض إطلاقات الزئبق أثناء المعالجة الحرارية للنفايات والتخلّص منها ٧١
١- خفض إطلاقات الزئبق أثناء مرحلة المعالجة الحرارية للنفايات..... ٧١
٢- خفض إطلاقات الزئبق من مواقع طمر النفايات ٧٣
طاء- علاج المواقع الملوّثة ٧٤
١- تحديد المواقع الملوّثة والتصدي لحالات الطوارئ ٧٤
٢- تدابير العلاج السليمة بيئياً ٧٥
ياء- الصحة والسلامة ٧٦
كاف- الاستجابة للطوارئ ٧٨
١-خطة الاستجابة للطوارئ ٧٨
٢-اعتبارات خاصة بشأن انسكاب عناصر الزئبق ٧٩
لام- التوعية والمشاركة ٨٠
المرفق .....
ببليوغرافيا ٨٣

المختصرات والأحرف الأوّلية المستخدمة في هذه الوثيقة

تعدين الذهب الحرفي والصغير النطاق	ASGM
الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد	ASTM
الهاليدات العضوية القابلة للامتصاص	AOX
أفضل التقنيات المتاحة	BAT
المجلس الكندي لوزراء البيئة	CCME
اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي	CEN
مركز تكنولوجيا المعادن	CETEM
المصابيح الفلوريّة المدمجة	CFLs
أحادي ميثيل الزئبق، المعروف باسمه الشائع ميثيل الزئبق	CH_3Hg^+ or $MeHg^+$
الكلور	Cl
نظام الإدارة البيئة	EMS
المعيار الأوروبي	EN
وكالة حماية البيئة	EPA
مسؤولية المنتجين الموسّعة	EPR
إدارة سليمة بيئيا	ESM
منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة	FAO
مشروع الزئبق العالمي	GMP
حمض الهيدروكلوريك	HCl
حمض الهيدروفلوريك	HF
الزئبق	Hg
ثنائي كلوريد الزئبق	$HgCl_2$
أكسيد الزئبق	HgO
كبريتيد الزئبق، الزِّنْجَفْر	HgS
كبريتات الزئبق	$HgSO_4$
حمض النيتروجين	HNO_3
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	IAEA
اتحاد النقل الجوي الدولي	IATA
منظمة الطيران المدني الدولي	ICAO
منظمة العمل الدولية	ILO
المركز المشترك بين الدول لتبادل المعلومات للتثقيف بشأن الزئبق والحدّ منه	IMERC
المنظمة البحرية الدولية	IMO
المنظمة الدولية للتوحيد القياسي	ISO
وضع علامات وجود المواد الكيميائية المعيّنة فيما يخص المعدات الكهربائية والإلكترونية	J-Moss
رابطة المعايير الصناعية اليابانية	JIS
المعايير اليابانية للاختبار القياسي للنضّ	JLT
الشرائح العارضة بالبلّورات السائلة	LCD

LED	الصمّام الثنائي الباعث للضوء
MMSD	التنمية المستدامة للتعدين والمعادن
MSW	النفايات الصلبة البلدية
NEWMOA	رابطة مسؤولي إدارة النفايات في الولايات الشمالية الشرقية
NGO	منظمة غير حكومية
NIP	خطة تنفيذ وطنية
NIMD	المعهد الوطني لأبحاث مرض ''منياماتا''
NOx	أكسيد النيتروجين
OEWG	الفريق العامل المفتوح العضوية
OECD	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
OSPAR	لجنة حماية البيئة البحرية في شمال شرقي المحيط الأطلسي
QA/QC	ضمان النوعية/مراقبة النوعية
PAC	مسحوق الفحم المنشّط
PACE	الشراكة من أجل العمل بشأن المعدات الحاسوبية
PBB	ثنائي الفينيل المتعدد البروم
PBDE	أثير ثنائي الفينيل المتعدد البروم
PCB	ثنائي الفينيل المتعدد الكلور
PM	مادة جُسيمية
POPs	الملوِّثات العضوية العصيّة التحلّل
PVC	البوليفينيل-كلوريد الدائن متعدّدة كلوريدات (الفينيل)
RoHS	تقييد استعمال مواد خطرة معيّنة في المعدّات الكهربائية والإلكترونية
SAICM	النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية
SBC	أمانة اتفاقية بازل
SETAC	جمعية علم السموم البيئي وعلم الكيمياء البيئي
SO_2	ثاني أكسيد الكبريت
SOP	الإجراءات التشغيلية الموحّدة
SPC	الإسمنت البوليمري الكبريتي
S/S	التصليد/التثبيت
TCLP	إجراءات نض الخصائص السميّة
TOC	مجموع الكربون العضوي (الكلي)
TS	التوصيف التقني
UNECE	لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
UNIDO	منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو)
VCM	كلوريد الفينيل غير المتبلمر
WEEE	نفايات المعدّات الكهربائية والإلكترونية
WHO	منظمة الصحة العالمية

أولاً - مقدمة

ألف - النطاق

١- تقدّم هذه المبادئ التوجيهية إرشادات توجيهية بشأن الإدارة السليمة بيئياً (ESM) للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وذلك عملاً بالمقررات ٨/٣٣ و٩/١٥ وا ب ١٠/٧ الصادرة عن مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكّم في نقل النفايات الخطرة والتخلّص منها عبر الحدود، والمقرر ٧/٧ الصادر عن الفريق العامل المفتوح العضوية التابع لاتفاقية بازل.

٢- وفي الفقرة ١ من المادة ٢ (''التعاريف'') من اتفاقية بازل، تعرّف الاتفاقية النفايات بأنها ''مواد أو أشياء يجري التخلّص منها أو يُعتزم التخلّص منها أو مطلوب التخلّص منها بناءً على أحكام القانون الوطني''. والنفايات التالية مشمولة بهذه المبادئ التوجيهية (انظر الجدول ٢ للاطلاع على مزيد من الأمثلة):

(أ) ألف: النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق (مثلاً عناصر الزئبق المستردّة من نفايات تحتوي على الزئبق، ونفايات ملوَّثة بالزئبق، ومخزونات فائضة من عناصر الزئبق معيّنة باعتبارها نفايات)؛

(ب) باء: النفايات المحتوية على الزئبق (مثلاً نفايات منتجات مضاف إليها الزئبق)؛

(ج) باء-١: من المنتجات المضاف إليها الزئبق التي تطلِق بسهولة الزئبقَ في البيئة عند تكسُّرها (مثلاً مقاييس درجة الحرارة بالزئبق (الترمومترات)، المصابيح الفلوريّة)؛

(د) باء-٢: من المنتجات المضاف إليها الزئبق غير نفايات الفئة باء-١ (مثلاً البطاريات)؛

(هـ) باء-٣: المثبَّتة أو المصلَّدة المحتوية على الزئبق التي تُنتجَ من تثبيت أو تصليد النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق؛

(و) (جيم) النفايات الملوّثة بالزئبق (مثلاً المخلّفات المولَّدة من عمليات التعدين، أو العمليات الصناعية، أو عمليات معالجة النفايات).

٣- وتركّز هذه المبادئ التوجيهية على النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق المصنَّفة في فئات النفايات الخطرة.

باء - لمحة عن الزئبق[١]

٤- يُستعمل الزئبق، أو بالأحرى لا يزال يُستعمل، على نطاق واسع في منتجات متنوّعة مثل الأجهزة الطبية (مقاييس الحرارة، ومقاييس ضغط الدم)، والمفاتيح الكهربائية والمُرحِّلات (التوصيلات)، ومقاييس الضغط الجوي (البارومترات)، وبُصيلات المصابيح الفلورية، والبطاريات، وحشوات الأسنان، وكذلك في الإنتاج الصناعي مثل الوحدات الصناعية لإنتاج المواد الكلورية-القلوية، وإنتاج كلوريد الفينيل غير المتبلمر (VCM)، وإنتاج الأسيتيل ديهايد، والصناعة التحويلية للمنتجات المضاف إليها الزئبق. وقد يكون الزئبق أيضاً منتجاً ثانوياً من عمليات تنقية أو إنتاج المواد الخام، ومنها مثلاً عمليات تعدين الفلزّات غير الحديدية وتعدين النفط والغاز. ولكنَّ من المسلَّم به أن الزئبق يُعدّ من الملوّثات الخطِرة العالَمية. ويمكن أن يكون سبب انبعاثات وإطلاقات الزئبق بفعل الإنسان (أي بشرية المنشأ)، كما يمكن أن تصدر أيضاً من مصادر طبيعية. وحالما يُطلَق الزئبق في البيئة، فإنه يظلّ مستعصياً بثبات في الغلاف الجوي (بخار الزئبق)، والتربة (الزئبق الأيوني)، والطور المائي (ميثيل الزئبق (MeHg أو أحادي ميثيل الزئبق (CH_3Hg^+)). وإن بعض الزئبق الموجود في البيئة يصل في النهاية إلى السلسلة الغذائية بسبب التراكم الأحيائي والتضخُّم الأحيائي، ثم يبتلعه البشر في نهاية المطاف أيضاً.

٥- ومن ثمّ فإن مناولة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، أو جمع هذه النفايات أو نقلها أو التخلّص منها على نحو غير سليم، يمكن أن يؤدي إلى تسرّب إطلاقات من الزئبق، كما يمكن أن يؤدي إلى ذلك استخدامُ بعض تكنولوجيات التخلّص من النفايات.

٦- وإن حالة ميناماتا في اليابان، حيث جرى تصريف مياه نفايات تحتوي على زئبق في خليج ميناماتا (نقلاً عن وزارة البيئة في اليابان، ٢٠٠٢)، وحالة إغراق نفايات تحتوي على زئبق على نحو غير قانوني في كمبوديا في عام ١٩٩٨ (هوندا وآخرون، ٢٠٠٦؛ والمعهد الوطني لأبحاث مرض ميناماتا (NIMD)، ١٩٩٩)، وحالة شركة ''ثور كميكلز'' في جنوب أفريقيا (لامبرخت ١٩٨٩)، إنما هي أمثلة قليلة على حالات لم تتم فيها إدارة التخلّص من النفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة به بطريقة سليمة بيئياً.

---

(١) هنالك مزيد من المعلومات عن الزئبق وخواصه الكيميائية، ومصادره، وسلوكه في البيئة، ومخاطره على الصحة البشرية، وتلويثه، متاح من عدة مصادر (انظر الثبت المرجعي الوارد أدناه):

- بشأن الخواص الكيميائية: Japan Public Health Association 2001, Steffen 2007, WHO 2003, Spiegel 2006, ILO 2000 and 2001, Oliveira 1998, Tajima 1970؛
- بشأن مصادر الانبعاثات البشرية المنشأ: UNEP 2008a, The Zero Mercury Working Group 2009؛
- بشأن السلوك في البيئة: Japan Public Health Association 2001, Wood 1974؛
- بشأن المخاطر على الصحة البشرية: Ozonoff 2006, Sanbom 2006, Sakamoto 2005, WHO 1990, Kanai 2003, Kerper 1992, Mottet 1985; Sakamoto 2004, Oikawa 1983, Richardson 2003, Richardson and Allan 1996, Gay 1979, Boom 2003, Hylander 2005, Bull 2006, WHO 1972, 1990, 1991, 2003, Japan Public Health Association 2001, Canadian Centre for Occupational Health and Safety 1998, Asano 2000; UNEP and WHO 2008؛
- بشأن التلوّث بالزئبق: Ministry of the Environment, Japan 1997, 2002, Amin-Zaki 1978, Bakir 1973, Damluji 1972, UNEP 2002, Lambrecht 1989, Department of Environmental Affairs and Tourism 1997, 2007, GroundWork 2005, The School of Natural Resources and Environment, University of Michigan 2000, Butler 1997.

٧- ومع أن أحكام الصك العالمي الملزِم قانوناً المرتَقب في المستقبل بشأن الزئبق يُقصد بها التقليل من العرض والطلب الخاصين بالزئبق، فإن تعاظم الاتجاه العالمي نحو التخلّص (الإلغاء) التدريجي من المنتجات المضاف إليها الزئبق والعمليات الصناعية التي يُستعمل فيها الزئبق سوف يؤدي قريباً إلى توليد كميات فائضة من الزئبق إذا ظلّت إمدادات الزئبق على المستوى الراهن. وإضافةً إلى ذلك، فإن من المتوقّع أن تشهد السنوات المقبلة ازدياداً في استعمال بعض المنتجات المضاف إليها الزئبق، مثل المصابيح الفلوريّة، التي تُستعمل للاستعاضة عن المصابيح المتوهّجة، وذلك ضمن استراتيجية بشأن مجتمعات خفيضة الكربون، وكذلك في استعمال تقنيات الضوء الخلفي في شرائح العرض الرقمي بالبلّورات السائلة (LCD). ومن ثم فإن ضمان الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق سوف يكون مسألة حاسمة الأهمية لدى معظم البلدان.

ثانياً - الأحكام ذات الصلة باتفاقية بازل والروابط الدولية

ألف - اتفاقية بازل

١ - أحكام عامة

٨- تهدف اتفاقية بازل إلى حماية الصحة البشرية والبيئة من الآثار السيئة الناتجة عن توليد النفايات الخطرة والنفايات الأخرى وإدارتها وعن حركات نقلها عبر الحدود والتخلّص منها.

٩- وفي الفقرة ٤ من المادة ٢ من اتفاقية بازل تعرِّف الاتفاقيةُ عمليةَ التخلّص من النفايات بأنها ''أيّ عملية محددة في المرفق الرابع لهذه الاتفاقية''، وتشمل عمليات تؤدي إلى إمكانية استرداد الموارد، وإعادة تدويرها، واستخلاصها واستصلاحها لاستخدامها ثانية في استخدامات مباشرة أو بديلة (العمليات "R")، وكذلك عمليات لا تؤدي إلى هذه الإمكانية (العمليات "D").

١٠- وتحدد الفقرةُ ١ من المادة ٤ (''التزامات عامة'') الإجراءات التي تقتضي من الأطراف التي تمارس حقها في حظر استيراد النفايات الخطرة أو النفايات الأخرى بغرض التخلّص منها أن تبلِّغ الأطراف الأخرى بقرارها. فتنصّ الفقرة ١ (أ) على أن: ''تبلّغ الأطراف التي تمارس حقها في حظر استيراد النفايات الخطرة أو النفايات الأخرى بغرض التخلّص منها، الأطراف الأخرى بقرارها عملاً بالمادة ١٣''. وتنصّ الفقرة ١ (ب) على أن: ''تحظر الأطراف تصدير النفايات الخطرة أو النفايات الأخرى أو لا تسمح بتصديرها إلى الأطراف التي حظرت استيراد هذه النفايات، عندما تُخطَر بذلك عملاً بالفقرة الفرعية (أ)''.

١١- وتُورد الفقراتُ من ٢ (أ) - هـ و٢ (ز) من المادة ٤ من الاتفاقية الأحكامَ الرئيسية الخاصة بالإدارة السليمة بيئياً، أيْ خفض النفايات إلى أدنى حد، وخفض حركتها عبر الحدود إلى أدنى حد، وممارسة طرائق في التخلّص من النفايات كفيلة بالتخفيف من وطأة آثارها الضارّة على الصحة البشرية وعلى البيئة:

''يتخذ كل طرف التدابير المناسبة بغية:

(أ) ضمان خفض توليد النفايات الخطرة والنفايات الأخرى داخله إلى الحد الأدنى، مع مراعاة الجوانب الاجتماعية والتكنولوجية والاقتصادية؛

(ب) ضمان إتاحة مرافق كافية للتخلّص، لأغراض الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخطرة والنفايات الأخرى، تكون موجودة داخله قدر الإمكان، أياً كان مكان التخلّص منها؛

(ج) ضمان أن يتّخذ الأشخاص المشتركون في إدارة النفايات الخطرة والنفايات الأخرى داخله الخطوات الضرورية لمنع التلوث من النفايات الخطرة والنفايات الأخرى الناجم عن تلك الإدارة، وخفض آثار ذلك التلوث على الصحة البشرية والبيئة إلى أدنى حد فيما إذا حصل مثل ذلك التلوُّث؛

(د) ضمان خفض حركة النفايات الخطرة والنفايات الأخرى عبر الحدود إلى الحد الأدنى بما يتفق مع الإدارة السليمة بيئياً والفعالة لهذه النفايات، وأن تجرى الحركة بطريقة توفر الحماية للصحة البشرية والبيئة من الآثار الضارة التي قد تنجم عن هذه الحركة؛

(هـ) عدم السماح بتصدير نفايات خطرة أو نفايات أخرى إلى دولة أو مجموعة دول تنتمي إلى منظمة تكامل اقتصادي و/أو سياسي تكون أطرافاً، ولا سيما إلى البلدان النامية التي حظرت بموجب تشريعها كل الواردات، أو إذا كان لديه سبب يدعوه إلى الاعتقاد بأن النفايات قيد النظر لن تُدار بطريقة سليمة بيئياً، طبقاً للمعايير التي تحددها الأطراف في اجتماعها الأول؛

(ز) منع استيراد النفايات الخطرة والنفايات الأخرى إذا كان لديه سبب يحمله على الاعتقاد بأن النفايات قيد النظر لن تُدار بطريقة سليمة بيئياً.''

٢ - الأحكام ذات الصلة بالزئبق

١٢- تحدّد المادة ١ من اتفاقية بازل (''نطاق الاتفاقية'') أنواع النفايات المشمولة في الاتفاقية. وتُورد الفقرة الفرعية (أ) طريقة إجرائية من خطوتين في تقرير ما إذا كانت ''النفاية'' تُعتبر ''نفاية خطرة'' تشملها الاتفاقية: الخطوة الأولى، يجب أن تنتمي النفايات إلى إحدى الفئات المذكورة في قائمة المرفق الأول من الاتفاقية (''فئات النفايات التي يتعيّن التحكُّم فيها'')؛ والخطوة الثانية، يجب أن تتميّز النفاية بواحدة على الأقل من الخواص الواردة في قائمة المرفق الثالث من الاتفاقية (''قائمة الخواص الخطرة'').

١٣- يُفترض أن النفايات المذكورة في المرفق الأول تظهر فيها واحدة أو أكثر من واحدة من الخصائص الخطرة المذكورة في قائمة المرفق الثالث. وقد تشمل هذه النفايات مواد البند H6.1 ''المواد السامّة (ذات الآثار الحادّة)''، والبند H11 ''المواد السامّة (ذات الآثار المتأخرة أو المزمنة)''، والبند H12 ''المواد السامّة للبيئة''، ما لم يتبيّن من خلال الاختبارات الوطنية أنها لا تظهر فيها تلك الخواص. وقد تكون الاختبارات الوطنية مفيدة لتحديد وجود خاصيّة خطرة معيّنة من الخواص الواردة في قائمة المرفق الثالث وذلك إلى حين تحديد الخاصيّة الخطرة تحديداً تاماً. وقد تم إعداد أوراق إرشادية بشأن بعض الخواص الخطرة، بمقتضى الاتفاقية.

١٤- وتصف القائمة ألف الواردة في المرفق الثامن من الاتفاقية النفايات التي تتميّز بخواص خطرة بمقتضى الفقرة ١ (أ) من المادة ١؛ مع أن تسمية النفايات في المرفق الثامن لا تحول دون استخدام المرفق الثالث (الخواص الخطرة) وذلك لإثبات أن نفايةً ما ليست خطرة (الفقرة (ب) من المرفق الأول). وتعدّد القائمة باء (B) من المرفق التاسع النفايات التي لن تكون نفايات مشمولة بالفقرة ١ (أ)

من المادة ١ من هذه الاتفاقية، وذلك ما لم تحتو على مواد من المرفق الأول بقدر يجعلها نفايات تتبدّى فيها خاصيّة من خواص المرفق الثالث.

١٥- وحسبما تنص عليه الفقرة ١ (ب) من المادة ١ من اتفاقية بازل، فإن ''النفايات التي لا تشملها الفقرة (أ) ولكنها تُعرّف أو تُعتبر، بموجب التشريع المحلي لطرف التصدير أو الاستيراد أو العبور، بأنها نفايات خطِرة'' تخضع أيضاً للاتفاقية.

١٦- وترد في الجدول -١ النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق المذكورة في قائمة المرفقين الأول والثامن من اتفاقية بازل.

الجدول-١ النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق المذكورة في قائمتي المرفقين الأول والثامن من اتفاقية بازل

بنود مُدخلة بإحالة مباشرة إلى الزئبق	
Y29	النفايات التي من مكوّناتها: **الزئبق؛ مركّبات الزئبق**
A1010	النفايات الفلزية والنفايات التي تتكون من أي خليط من أي من المواد التالية: ... - **الزئبق** ... ولكن ما عدا النفايات المذكورة تحديداً في القائمة باء (B).
A1030	النفايات التي من مكوّناتها أو من ملوّثاتها أي من المواد التالية: ... - **الزئبق؛ مركّبات الزئبق** ...
A1180	النفايات الناجمة عن عمليات التجميع الكهربائية والإلكترونية أو الخردة[٢] المحتوية على عناصر من المراكم والبطاريات الأخرى المدرجة في القائمة ألف، والمفاتيح ذات الموصلات الزئبقية، وزجاج الأنابيب المركبة عن طريق أشعة الكاثود وغيره من أنواع الزجاج المنشط ومكثفات ثنائي الفينيل متعدد الكلورة، أو الملوثة بالعناصر المدرجة في المرفق الأول (مثل الكادميوم، الزئبق، الرصاص، وثنائي الفينيل متعدد الكلورة) بالقدر الذي يجعلها تكتسب أي خاصية من الخصائص الواردة في المرفق الثالث (لاحظ القيد ذا الصلة باء ١١١٠ من القائمة باء)[٣]

(٢) لا يشمل هذا المدخل تجميعات الخردة من توليد القدرة الكهربائية.

(٣) مركّبات مادة ثنائي الفينيل المتعدّد الكلور (PCB) تكون بدرجة تركّز تبلغ ٥٠ ملغم/كغم أو أكثر.

مُدخلات أخرى ذات صلة بالنفايات التي قد تكون محتوية على الزئبق أو ملوّثه به	
A1170	نفايات البطاريات غير المصنفة باستثناء المزائج من البطاريات الواردة في القائمة باء فقط. نفايات البطاريات غير المحددة في القائمة باء المحتوية على العناصر المحددة في المرفق الأول بالقدر الذي يجعلها نفايات خطرة
A2030	نفايات العوامل الحفازة ولكن باستثناء تلك النفايات المحددة في القائمة باء
A2060	الرماد المتطاير من محطات توليد الكهرباء العاملة بحرق الفحم، المحتوي على مواد مُدرجة في المرفق الأول بدرجات تركّز كافية لظهور خواص واردة في قائمة المرفق الثالث (يُلاحظ المدخل ذو الصلة B2050 المدرج في القائمة باء (B))
A3170	النفايات الناشئة من إنتاج الهيدروكربونات المُهلجنة الدهنية (مثل الكلورومثيان، ثنائي كلوروالإثيان، كلوريد الفينيل، كلوريد الفينيليدين، كلوريد الأليل، الإبيكلور هيدرين)
A4010	النفايات المتخلّفة من إنتاج وتحضير واستعمال المنتجات الصيدلانية، ولكن ما عدا النفايات المحدّدة في القائمة باء
A4020	النفايات السريرية وما يتعلق بها من نفايات، وهي النفايات الناتجة عن الممارسات الطبية والممارسات في مجال التمريض، وطب الأسنان، والطب البيطري أو ما شابه ذلك من ممارسات، والنفايات المولدة في المستشفيات أو غيرها من مرافق أثناء عمليات الكشف على المرضى أو علاجهم، أو المشاريع البحثية
A4030	النفايات الناشئة عن إنتاج وتركيب واستخدام المبيدات الأحيائية والمستحضرات الصيدلانية الخاصة بالنبات، بما في ذلك نفايات مبيدات الآفات ومبيدات الحشائش غير المطابقة للمواصفات أو التي انتهت صلاحيتها أو التي لا تناسب الاستخدام المقصود منها أصلاً
A4080	النفايات ذات الطبيعة المتفجّرة (ولكن ما عدا النفايات المحددة في القائمة باء (B))
A4160	الكربون المنشّط المستهلَك غير المدرج في القائمة باء (B) (يُلاحظ البند B2060 ذو الصلة المدرج في القائمة باء)

باء - الروابط الدولية

١ - مجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة

١٧- أنشأ مجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة (برنامج البيئة)، في قراره ٥/٢٥ ثالثاً، لجنة تفاوض دولية من أجل إعداد صك عالمي ملزِم قانونياً بشأن الزئبق. وقد بدأت اللجنة عملها في حزيران/يونيه ٢٠١٠، ومن المزمع أن تستكمله في مطلع العام ٢٠١٣. وتشتمل الولاية التي يتضمّنها الصك جملة مهام ومنها ما يلي:

(أ) خفض إمدادات الزئبق وتعزيز القدرة على تخزينه على نحو سليم بيئياً؛

(ب) خفض الطلب على الزئبق في المنتجات والعمليات؛

(ج) خفض التجارة الدولية في الزئبق؛

(د) خفض انبعاثات الزئبق في الغلاف الجوي؛

(هـ) التصدّي للنفايات الملوّثة بالزئبق ومعالجة المواقع الملوّثة؛

(و) تحديد ترتيبات لبناء القدرات والمساعدة التقنية والمالية.

١٨- وفي القرار نفسه، طُلب إلى المدير التنفيذي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة أن يعمد إلى التنسيق حسب الاقتضاء مع الحكومات والمنظمات الحكومية الدولية وأصحاب المصلحة والشراكة العالمية للزئبق، في مواصلة العمل الحالي وتعزيزه في عدة مجالات. ويقدّم فرع المواد الكيميائية، التابع لشعبة التكنولوجيا والصناعة والاقتصاد في برنامج الأمم المتحدة للبيئة، إلى الأمانة الخدمات اللازمة للمفاوضات بشأن الزئبق، وقد حدّدت منذ الآن الشراكةُ العالمية بشأن الزئبق سبعَ أولويات عمل (أو مجالات للشراكة).[٤]

٢ - اتفاقية روتردام

١٩- يتضمّن المرفقُ الثالث من اتفاقية روتردام المتعلقة بتطبيق إجراءات الموافقة المسبّقة عن علم على مواد كيميائية ومبيدات آفات معيّنة خطرة متداولة في التجارة الدولية، في قائمته، ''مركّبات الزئبق، بما فيها مركّبات الزئبق غير العضوية ومركّبات الزئبق الألكيل والألكيلوكسيالكيل ومركّبات زئبق آريل''. ويورد المرفقُ الثالث قائمة المواد الكيميائية الخاضعة لإجراء الموافقة المسبّقة عن علم، إلى جانب ما يقترن بذلك من الوثائق التوجيهية للقرارات ذات الصلة وأي معلومات إضافية. ويشمل المرفق الثالث المواد الكيميائية التي تمّ حظرها أو تقييدها بشدّة لأسباب خاصة بالصحة أو البيئة.

٣ - بروتوكول الفلزات الثقيلة

٢٠- الهدف المنشود من بروتوكول اتفاقية عام ١٩٧٩ بشأن تلوّث الهواء البعيد المدى عبر الحدود الخاص بالفلزات الثقيلة هو التحكّم الرقابي بانبعاثات الفلزات الثقيلة في الغلاف الجوي، بما في ذلك انبعاثات الزئبق، التي هي عرضة للانتقال البعيد المدى عبر الحدود في الغلاف الجوي، والمرجّح أن يكون لها آثار خطيرة الشأن في الصحة البشرية وفي البيئة. وتُطالَب الأطراف فيه بالعمل على خفض انبعاثات الفلزّات الثقيلة المستهدَفة إلى ما دون مستوياتها في عام ١٩٩٠ (أو أي عام بديل بين عامي ١٩٨٥ و١٩٩٥)، وذلك بتطبيق أفضل التقنيات المتاحة بشأن المصادر الثابتة، وفرض حدود على قيم الانبعاثات بخصوص بعض المصادر الثابتة الجديدة المعيّنة، وكذلك تطبيق أفضل التقنيات المتاحة وحدود القيم بخصوص بعض المصادر الثابتة المعيّنة الموجودة حالياً. وتُطالَب الأطراف أيضاً بإعداد وصون قوائم جرد بشأن مخزونات الفلزات الثقيلة المشمولة. ويورد المرفق السابع من البروتوكول تحديداً في الملوّثات الكهربائية المحتوية على الزئبق والبطاريات المحتوية على الزئبق لكي تُطبّق عليها التدابير الموصى بها بشأن إدارة المنتجات، والتي تشمل برامج الاستبدال، والتقليل إلى أدنى حد، ووضع البطاقات التعريفية، والحوافز الاقتصادية، والاتفاقات الطوعية، وإعادة دورة الاستخدام.

---

(٤) للاطلاع على مزيد من المعلومات:
.www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/GlobalMercuryPartnership/tabid/1253/Default.aspx

٤ - النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية

٢١- يشتمل النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية (SAICM) ثلاثة نصوص أساسية، هي: إعلان دبي، واستراتيجية جامعة للسياسات، وخطة عمل عالمية. ويُعنى بالزئبق تحديداً في خطة العمل العالمية في إطار مجال العمل رقم ١٤: ''الزئبق والمواد الكيميائية الأخرى المثيرة للانشغال العالمي؛ والمواد الكيميائية التي تُنتجَ أو تُستخدَم بكميات كبيرة؛ والمواد الكيميائية ذات الاستخدامات الواسعة الانتشار؛ والمواد الكيميائية الأخرى محلّ الاهتمام على الصعيد الوطني''، مع ذكر أنشطة محدّدة من أجل العناية بالتقليل من المخاطر، والحاجة إلى مزيد من العمل، ومراجعة المعلومات العلمية. وقد وُضع برنامج للإسراع في بدء تنفيذ أهداف النهج الاستراتيجي من أجل دعم المرحلة الأوّلية التي تمكّن من بناء القدرات والأنشطة التنفيذية في البلدان النامية وأقل البلدان نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال (UNEP 2006a).

ثالثاً - توجيهات إرشادية بشأن الإدارة السليمة بيئياً

ألف - المفهوم العام

٢٢- مفهوم الإدارة السليمة بيئياً (ESM) واسع المدلول بالنسبة إلى السياسات العامة. والأحكام الخاصة بالإدارة السليمة بيئياً، حسبما تُطبَّق على النفايات التي تتكوّن من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوَّثة بالزئبق (وعلى نحو أوسع نطاقاً على النفايات الخطرة عموماً)، المشمولة باتفاقية بازل، وعناصر الأداء الرئيسية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD)، تقدّم توجيهاً دولياً يدعم الجهود المعنية بالإدارة السليمة بيئياً الجارية في مختلف البلدان وفي بعض القطاعات الصناعية. ومما يجدر التنويه به أن الجهود الدولية التي تُبذل برعاية جهات عدّة، ومنها الشراكة العالمية بشأن الزئبق التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (برنامج البيئة)، وفي إطار عملية لجنة التفاوض الحكومية الدولية، تسير على نحو متواصل. وفي غضون هذا الوقت، من المهم الاستفادة من هذه المبادئ التوجيهية من أجل تعزيز وتنفيذ الإدارة السليمة بيئياً لهذه النفايات.

١ - اتفاقية بازل

٢٣- تعرّف اتفاقيةُ بازل في الفقرة ٨ من مادتها ٢، الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخطرة أو النفايات الأخرى بأنها اتخاذ جميع الخطوات العملية لضمان إدارة النفايات الخطرة والنفايات الأخرى بطريقة تحمي الصحة البشرية والبيئة من الآثار المعاكسة التي قد تنتج عن هذه النفايات.

٢٤- تتطلّب الاتفاقية في الفقرة ٢ (ب) من المادة ٤، أن يتّخذ كل طرف التدابير المناسبة بغية ''ضمان إتاحة مرافق كافية للتخلّص، لأغراض الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخطرة والنفايات الأخرى، تكون موجودة داخله قدر الإمكان، أياً كان مكان التخلّص منها''؛ في حين تتطلّب من كل طرف، في الفقرة ٢ (ج)، ''ضمان أن يتخذ الأشخاص المشتركون في إدارة النفايات الخطرة والنفايات الأخرى داخله الخطوات الضرورية لمنع التلوّث من النفايات الخطرة والنفايات الأخرى الناجم عن تلك الإدارة، وخفض آثار ذلك التلوّث على الصحة البشرية والبيئة إلى أدنى حد فيما إذا حصل مثل ذلك التلوّث''.

٢٥- وتتطلّب الاتفاقية في الفقرة ٨ من المادة ٤، أنه ''على كل طرف أن يشترط إدارة النفايات الخطرة أو النفايات الأخرى التي ستُصدَّر بطريقة سليمة بيئياً في دولة الاستيراد أو أي مكان آخر. وتقرّر الأطراف في اجتماعها الأول المبادئ التوجيهية التقنية للإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخاضعة لهذه الاتفاقية''. والقصد من هذه المبادئ التوجيهية أن تقدّم تعريفاً أكثر دقة بشأن الإدارة السليمة بيئياً في سياق النفايات التي تتكوّن من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة الزئبق، بما في ذلك طرق المعالجة والتخلص المناسبة بالنسبة لمجاري النفايات تلك.

٢٦- وتم عرض عدّة مبادئ رئيسية بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفايات بتفصيل في الوثيقة التوجيهية لعام ١٩٩٤ بشأن إعداد مبادئ توجيهية تقنية للإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخاضعة لاتفاقية بازل، (منشور أمانة اتفاقية بازل ١٩٩٤ (SBC 1994)). وهي توصي بشروط قانونية ومؤسسية وتقنية (معايير الإدارة السليمة بيئياً)، ومنها ما يلي:

(أ) وجود بنية تحتية للتنظيم الرقابي وإنفاذ القوانين لضمان الامتثال للوائح التنظيمية المطبّقة؛

(ب) يجب أن تكون المواقع والمرافق مرخَّصة وأن تكون ذات مستوى معياري واف بالغرض من حيث التكنولوجيا ووسائل مكافحة التلوّث من أجل التعامل مع النفايات الخطرة بالطريقة المقترحة، على أن تأخذ في اعتبارها خصوصاً مستوى التكنولوجيا ووسائل مكافحة التلوّث في البلد المصدر؛

(ج) يجب أن يُطلب، حسبما يكون مناسباً، من مشغِّلي المواقع والمرافق التي تجري فيها إدارة النفايات الخطرة القيام برصد آثار هذه الأنشطة؛

(د) يجب اتخاذ الإجراء المناسب عندما تعطي عملية الرصد مؤشّرات بأن إدارة النفايات الخطرة ينتج عنها انطلاق نفايات بدرجة غير مقبولة؛

(هـ) يجب أن يكون الأفراد المشتركون في عملية إدارة النفايات الخطرة على دراية بهذا الأمر، وأن يكونوا مدرَّبين تدريباً كافياً في مجال القدرات الخاصة بهذه العملية.

٢٧- كما إن الإدارة السليمة بيئياً هي موضوع إعلان بازل لعام ١٩٩٩ بشأن الإدارة السليمة بيئياً، الذي ينصّ على العديد من الأنشطة التي ينبغي القيام بها في هذا السياق، ومنها:

(أ) منع توليد النفايات الخطرة، والنفايات الأخرى الخاضعة لاتفاقية بازل، والتقليل منها إلى أدنى حد وإعادة تدويرها واستردادها والتخلّص منها، وذلك مع الحرص على مراعاة دواعي القلق الاجتماعية والتكنولوجية والاقتصادية؛

(ب) النشاط في ترويج واستخدام تكنولوجيات أنظف بغية منع توليد النفايات الخطرة والنفايات الأخرى الخاضعة لاتفاقية بازل وكذلك التقليل منها إلى أدنى حد؛

(ج) مواصلة الحد من حركة نقل النفايات الخطرة، والنفايات الأخرى الخاضعة لاتفاقية بازل، عبر الحدود، مع الحرص على ضرورة الإدارة الفعالة، وعلى مبادئ الاكتفاء الذاتي والقرب في الجِوار، والمتطلّبات ذات الأولوية في الاسترداد وإعادة التدوير؛

(د) منع الاتجار غير القانوني ورصده؛

(هـ) تحسين بناء القدرات المؤسسية والتقنية وتطويرها والترويج لهما، وكذلك نقل التكنولوجيات السليمة بيئياً، وبخاصة لصالح البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال؛

(و) مواصلة تطوير المراكز الإقليمية ودون الإقليمية للتدريب ونقل التكنولوجيا؛

(ز) تعزيز تبادل المعلومات والتثقيف والتوعية في جميع قطاعات المجتمع؛

(ح) التعاون والشراكة على كل المستويات بين البلدان والسلطات العمومية والمنظمات الدولية وقطاع الصناعة والمنظمات غير الحكومية والمؤسسات الجامعية؛

(ط) استحداث آليات للامتثال للاتفاقية ولرصد تنفيذ الاتفاقية وتعديلاتها بفعالية.

٢٨- وقد تم صوغ توصيات خاصة بمعايير الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخطرة بشأن المعدات الحاسوبية وذلك في إطار الشراكة من أجل العمل بشأن المعدات الحاسوبية، وهي الشراكة التابعة لاتفاقية بازل (PACE).

٢ - منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي

٢٩- أقرَّت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي توصية بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفايات تضم بنوداً عدّة ومن بينها عناصر أداء رئيسية للمبادئ التوجيهية الخاصة بالإدارة السليمة بيئياً والمطبّقة على مرافق استرداد النفايات، بما في ذلك عناصر الأداء التي تسبق التجميع والنقل والمعالجة والتخزين؛ وكذلك عناصر الأداء التي تستتبع التخزين والنقل والمعالجة و/أو التخلص من المخلّفات المصاحبة (منشور المنظمة، ٢٠٠٤ (OECD 2004))، وعناصر الأداء الرئيسية هي:

(أ) ينبغي أن يكون للمرفق نظام مطبَّق للإدارة السليمة بيئياً (EMS)؛

(ب) ينبغي أن يتخذ المرفق التدابير الكافية لحماية الصحة والسلامة المهنيتين والبيئيتين؛

(ج) ينبغي أن يكون لدى المرفق برنامج واف للرصد والتسجيل والإبلاغ؛

(د) ينبغي أن يكون لدى المرفق برنامج تدريب مناسب وكاف لأفراده؛

(هـ) ينبغي أن يكون للمرفق خطة وافية للطوارئ؛

(و) ينبغي أن يكون لدى المرفق خطة وافية للإغلاق والعناية اللاحقة.

٣٠- ويمكن العثور على مزيد من المعلومات في الدليل التوجيهي لتنفيذ توصيات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفايات (OECD 2007).

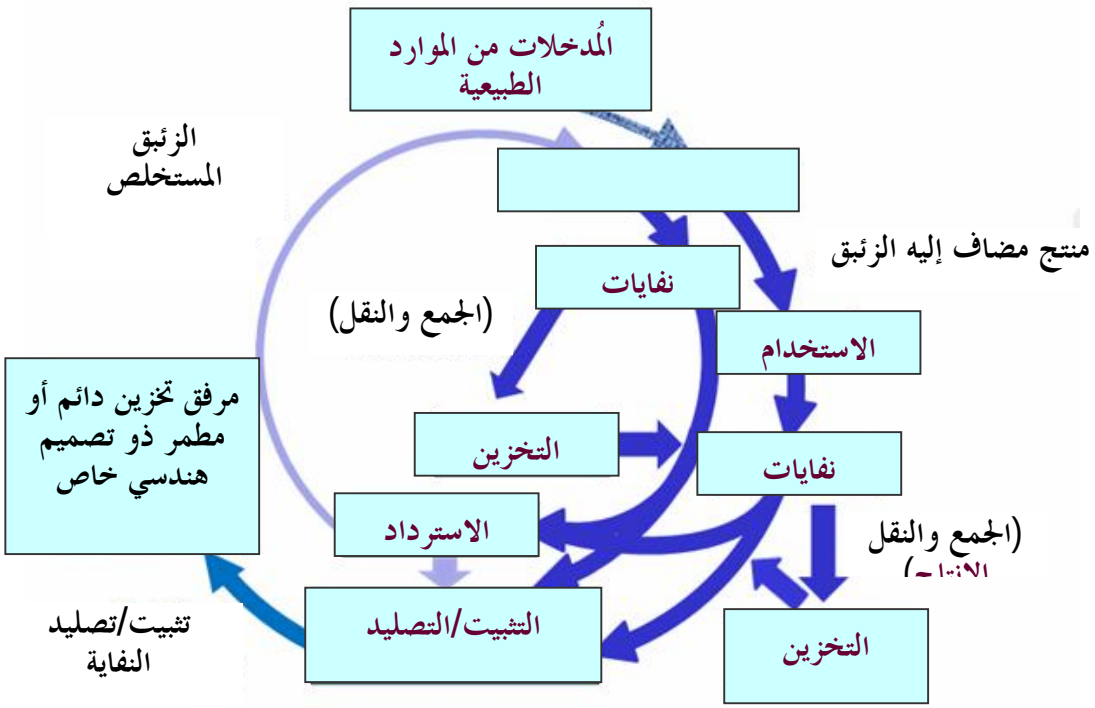
٣ - إدارة دورة حياة الزئبق

٣١- يقدّم مفهوم إدارة دورة الحياة منظوراً هاماً بخصوص الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق. وتوفّر إدارة دورة الحياة إطاراً لتحليل وإدارة أداء السلع والخدمات من حيث القابلية للاستدامة بحسب الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. وقد أخذت أوساط الأعمال العالمية باستخدام هذا المفهوم من أجل خفض الكربون في منتجاتها، على سبيل المثال، والبصمة الكربونية في المواد والمياه، ومن أجل تحسين الأداء

الاجتماعي والاقتصادي في ما تعرضه من منتجات وخدمات، وذلك لضمان سلسلة قيمة أكثر استدامة (منشور برنامج الأمم المتحدة للبيئة وجمعية علم السموم البيئي وعلم الكيمياء البيئي UNEP وSETAC، 2009). وعندما يطبّق مفهوم إدارة دورة الحياة على الزئبق، ينبغي العناية بتحليل الأداء خلال المراحل التالية: إنتاج المنتجات المضاف إليها الزئبق، أو إنتاج غير ذلك من المنتجات باستخدام الزئبق؛ وأغراض استعمال المنتجات؛ وجمع النفايات ونقلها؛ والتخلّص من النفايات.

٣٢- وفي سياق إدارة دورة الحياة، من المهم تحديد الأولويات في العمل على خفض نسبة الزئبق المستخدم في المنتجات والعمليات الصناعية الرامية إلى خفض محتوى الزئبق في النفايات المراد التخلّص منها وفي النفايات المولَّدة في مسار العمليات الصناعية. وعند استعمال المنتجات المضاف إليها الزئبق، ينبغي توخّي العناية الخاصة في عدم إطلاق الزئبق في البيئة. ومن ثم فإن النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق أو النفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق ينبغي معالجتها من أجل استرداد الزئبق منها أو التقليل منه إلى أدنى حد على نحو سليم بيئياً. ثم ينبغي التخلّص من الزئبق المسترد بعد إجراء عمليتي التثبيت/التصليد في موقعٍ للتخزين الدائم أو في موقع لدفن النفايات والقمامة منشأ بتصميم هندسي خاص بهذا الغرض؛ أو اللجوء بدلاً من ذلك إلى استخدام ذلك الزئبق كمُدخَل للمنتجات التي لا توجد أو لا تتوافر لها بدائل خالية من الزئبق، أو في الأحوال التي قد تستغرق فيها الاستعاضة عن المنتجات المضاف إليها الزئبق وقتاً طويلاً؛ ومن شأن ذلك أن يساعد على خفض مقدار الزئبق المطلَق من التربة الأرضية. ومن الجائز أيضاً تخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق أو النفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وذلك على سبيل المثال من أجل معالجتها على نحو إضافي إلى حين توافر المرافق اللازمة أو لغرض تصديرها إلى بلدان أخرى للتخلّص منها (انظر الشكل- ١).

''التقليل إلى أدنى حد من إطلاق الزئبق في البيئة في كل مرحلة''



* هذا الشكل لا يشمل مسار دفن النفايات الملوّثة بالزئبق.

الشكل - ١ المفهوم الأساسي لإدارة الزئبق

٣٣- ومن ثم فإن إدارة النفايات تشمل فصل مصادر النفايات وجمعها ونقلها وتخزينها والتخلّص منها (مثلاً، الاسترداد والتصليد والتثبيت والتخزين الدائم). وعندما تخطط حكومة ما جمع النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق أو النفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، فلا بدّ لها من أن تخطط للخطوة اللاحقة في إدارة النفايات، كالتخزين والتخلّص.

باء - الإطار التشريعي والتنظيمي الرقابي

٣٤- ينبغي للأطراف في اتفاقية بازل تمحيص الضوابط الرقابية والمعايير والإجراءات الوطنية لكي تضمن تنفيذ التزاماتها بمقتضى الاتفاقية تنفيذاً تاماً، بما في ذلك ما يخصّ منها بحركة النفايات عبر الحدود والإدارة السليمة بيئياً للنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق.

٣٥- وينبغي للتشريعات التنفيذية أن تمنح الحكومات الصلاحية لكي تسنّ قواعد ولوائح تنظيمية محددة، ولكي تقوم بالتفتيش وإنفاذ القوانين وإقرار عقوبات على الانتهاكات. كما ينبغي لهذه التشريعات الخاصة بالنفايات الخطرة، أن تعرّف أيضاً ما هي النفاية الخطرة. وينبغي أن تُدرَج في التعريف النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق. ويمكن أن تعرّف التشريعاتُ الإدارةَ السليمة بيئياً، وأن تتطلّب التقيّد بمبادئ الإدارة السليمة بيئياً، التي تضمن قبول البلدان بأحكام الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، بما في ذلك التخلّص السليم بيئياً من هذه النفايات. وتُبحث أدناه المكوّنات أو المعالم المحدّدة لإطار عمل للتنظيم الرقابي التي من شأنها أن تفي بمتطلبات اتفاقية بازل والاتفاقات الدولية الأخرى.[٥]

١ - تسجيل الأطراف المولِّدة للنفايات

٣٦- من النهوج اللازم اتّباعها لتوفير الرقابة التامة على النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق هناك نهج يشتمل على إنشاء إطار عمل تنظيمي رقابي من أجل تسجيل الأطراف المولِّدة لهذا النوع من النفايات. وينبغي أن يشمل السجل من هذا النحو مولّدات واسعة النطاق، مثل محطات الطاقة، والمؤسسات الصناعية (مثلاً الوحدات الصناعية للقلويّات الكلورية التي تستخدم تكنولوجيا الخلايا الزئبقية)، ومرافق إنتاج كلوريد الفينيل غير المتبلمر "VCM" التي تستخدم المواد الحفّازة الزئبقية أو عمليات الصهر)، والمستشفيات، والمصحّات الطبية، وعيادات أطباء الأسنان والمعالجة السنيّة، ومعاهد البحوث، وجامعي النفايات، إلخ. ومن شأن وجود سجل لتسجيل مولّدات النفايات أن يتيح الإمكانية لتوضيح المصادر الأصلية للنفايات وأنواعها وأحجامها (أو كمية المنتجات المضاف إليها الزئبق المستعملة).

٣٧- أما المعلومات اللازمة عن الأطراف المولِّدة لهذا النوع من النفايات فهي: اسم الشخص المسؤول وعنوانه، ونوع منشآت الأعمال، ومقدار النفايات المولَّدة، وصنف النفاية، ومخطط جمع

(٥) يمكن العثور على توجيهات أخرى بشأن الأُطر التنظيمية الرقابية لاتفاقية بازل في الوثائق التالية: تشريع وطني نموذجي بشأن إدارة النفايات الخطرة والنفايات الأخرى وكذلك بشأن التحكم في حركة نقل النفايات الخطرة والنفايات الأخرى والتخلص منها عبر الحدود (UNEP 1995)، اتفاقية بازل: دليل التنفيذ (SBC 1995a) واتفاقية بازل: توجيه بشأن نظام المكافحة (SBC 1998).

النفايات، وكيفية تسليم هذه النفايات أخيراً إلى جامعي النفايات أو كيفية التخلّص منها. وينبغي لمنشآت توليد النفايات أن تحدِّث هذه المعلومات وتحيلها بانتظام إلى الجهة المعنية في القطاع العام (الحكومة المركزية أو المحلية). وإضافة إلى ذلك، ينبغي إعداد برامج لجرد مخزونات النفايات تستند إلى مقادير وأنواع النفايات المبلَّغ عنها.

٣٨- وكذلك ينبغي لمنشآت توليد النفايات أن تقوم بالواجب المفروض عليها في اجتناب أي تسرّب للزئبق في البيئة إلى حين أن يتم تسليم النفايات إلى القائمين بجمعها أو أن يتم تسليمها إلى مرفق للتخلّص منها. وينبغي لها أن تمتثل بصرامة لأطر العمل القانونية الوطنية أو المحلية الخاصة بإدارة هذه النفايات، وأن تكون ملزمة باستصلاح أو تعويض ما قد يقع من ضرر بيئي أو صحي.

٢ - خفض الزئبق في المنتجات والعمليات الصناعية والتخلّص منه تدريجياً

٣٩- إن خفض الزئبق في المنتجات والعمليات الصناعية والتخلّص منه تدريجياً يُعدّ من أكثر الطرائق فعّالية في الحدّ من إطلاقات الزئبق في البيئة.

٤٠- وينبغي للأطراف أن تضع وتنفّذ إطارَ عملٍ تشريعياً أو تنظيمياً رقابياً من أجل تطبيق برنامج للتخلّص التدريجي من الزئبق. وإن وجود إطار عمل تنظيمي رقابي فعّال يدعم التنظيم الصحيح لالتزامات مسؤولية المنتجين الموسّعة (EPR) (حسبما ترد مناقشتها في الفصل ثالثاً - هاء -٣)، والتي تعتمد على المسؤوليات المشتركة فيما بين أصحاب المصلحة. ويشتمل واحد من النهوج التي تُتَّبع في تأمين وجود إطار عمل تشريعي أو تنظيمي رقابي من أجل تطبيق برنامج للتخلّص التدريجي من الزئبق على إقرار موعد قطعيّ محدّد لحظر استعمال الزئبق في المنتجات والعمليات الصناعية (ما عدا فيما يخص المنتجات والعمليات التي لا تتوافر من أجلها بدائل أو إعفاءات مجدية تقنياً أو عملياً). وبعد ذلك التاريخ، ينبغي حظر استعمال الزئبق، كما ينبغي إقرار مخططات لجمع ومعالجة النفايات بمقتضى مسؤولية المنتجين الموسّعة، تستند إلى مفهوم الإدارة السليمة بيئياً، وذلك بالتعاون مع جميع أصحاب المصلحة. وهذا النهج يشجّع كِبار مستعملي ومنتجي الزئبق والمنتجات المحتوية على الزئبق على الامتثال للمقتضيات التي تستدعي المباشرة في تطبيق برنامج للتخلّص التدريجي من الزئبق. وفي بعض الحالات المعيّنة، قد يكون من المفيد تكميل برنامج التخلّص التدريجي بحظرٍ على تصدير النفايات.

٤١- وواحد من الأمثلة على إطار عمل للإنتاج القائم على التخلص التدريجي التوجيه الإداري 2002/95/EC الصادر عن البرلمان الأوروبي وعن مجلس أوروبا في ٢٧ كانون الثاني/يناير ٢٠٠٣ بشأن تقييد استعمال بعض المواد الخطرة المعيّنة في المعدات الكهربائية والإلكترونية، وهو معروف أيضاً باسم (التوجيه الخاص بالمواد الخطرة "RoHS Directive")، الذي يقيّد استعمال طائفة من المواد، ومنها الزئبق، في المعدات الكهربائية والإلكترونية. ولكن يُسمح باستثناءات مؤقتة بشأن استعمال هذه المواد بخصوص عدّة منتجات لا يتوافر لها حالياً بدائل مجدية (مثلاً بعض أنواع المصابيح التي تحتوي على الزئبق). ومن ثم فإن أكثر المعدات الكهربائية والإلكترونية التي تحتوي على الزئبق جرى التخلّص منها تدريجياً في أسواق الاتحاد الأوروبي منذ بدء سريان التوجيه الإداري في ١ تموز/يوليه ٢٠٠٦.

٤٢- ومثال آخر من الاتحاد الأوروبي هو التوجيه الإداري 2006/66/EC الصادر عن البرلمان الأوروبي ومجلس أوروبا في ٦ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٦ بشأن البطاريات والمراكِم ونفاياتها، الذي حلّ

محل التوجيه الإداري 91/157/EEC، وهو يحظر تسويق كل أنواع البطاريات، سواء أكانت مدمّجة في الأجهزة أم لا، التي تحتوي على أكثر من ٠،٠٠٥ في المائة من الزئبق بحسب مقدار الوزن، رهناً ببعض الاستثناءات (إذ لا يُطبّق هذا الحظر على بطاريات الخلايا الزرّية، التي قد يكون فيها حتى الآن محتوى من الزئبق لا يزيد عن ٢ في المائة بحسب مقدار الوزن).

٤٣- كما فرضت النرويج حظراً عاماً على استعمال الزئبق في المنتجات وذلك لضمان عدم استعمال الزئبق في المنتجات في الأحوال التي توجد فيها بدائل له.[٦] وبات يُحظرّ صنع المواد أو المستحضرات التي تحتوي على الزئبق أو مركّبات الزئبق، وكذلك استيرادها أو تصديرها أو بيعها أو استعمالها، وكذلك أيضاً صنع المنتجات المضاف إليها الزئبق الصلبة المعالجة صناعياً أو مركّبات الزئبق، أو استيرادها أو تصديرها أو بيعها في الأسواق. ومن شأن ذلك أن يقلّل من عدد المنتجات المضاف إليها الزئبق في الأسواق، إضافة إلى التقليل من تصريف الانبعاثات من المنتجات التي لم يتم التخلّص منها على أي نحو باعتبارها من النفايات الخطرة.

٣ - شروط نقل النفايات عبر الحدود

٤٤- بمقتضى اتفاقية بازل، تُعدّ النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق نفايات خطرة.

٤٥- إذا كان لدى طرفٍ في الاتفاقية تشريع وطني يحظر استيراد النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وأبلغ الأطراف الأخرى عن المعلومات اللازمة وفقاً للفقرة ١ (أ) من المادة ٤ من الاتفاقية، فإن تلك الأطراف الأخرى لا يمكنها تصدير تلك النفايات إلى ذلك الطرف.

٤٦- يجب إبقاء نقل النفايات الخطرة والنفايات الأخرى عبر الحدود عند أدنى حد اتّساقاً مع الإدارة السليمة بيئياً المتّبعة بشأنها، ويجب أن يتم القيام بذلك بأسلوب يحمي الصحة البشرية والبيئة من أيّ من الآثار الضارة التي قد تتأتى من جرّاء تلك الحركات. ولا يُسمح بنقل هذه النفايات عبر الحدود إلاّ بموجب الشروط التالية:

(أ) إذا تمّت بشروط لا تعرّض الصحة البشرية والبيئة للخطر؛

(ب) إذا تمت إدارة الصادرات على نحو سليم بيئياً في بلد الاستيراد أو في أي مكان آخر؛

---

(٦) غير أن هنالك إعفاءات خاصة بشأن ما يلي:

- الاستعمال المحدود (حدود التركيز منصوص عليها) في التعبئة والتغليف، والبطاريات، وبعض المكوّنات في المركبات وفي بعض المعدات الكهربائية والإلكترونية، وفقاً للوائح التنظيمية الصادرة عن الاتحاد الأوروبي المنفّذة في النرويج.
- المواد/المستحضرات والمنتجات المعالَجة الصلبة، حيث يقل محتوى الزئبق أو مركّبات الزئبق عن ٠،٠٠١٪ بحسب مقدار الوزن.
- مادة الثيميروسال كعامل حافظ في اللقاحات.

اللوائح التنظيمية لا تُطبّق على استعمال المنتجات لأغراض التحليل والبحث. غير أن الحظر يُطبّق على موازين الحرارة الزئبقية التي تُستعمل لأغراض التحليل والبحث.

(ج) إذا لم يكن لدى بلد التصدير القدرات التقنية والمرافق الضرورية للتخلص من النفايات المعنية بطريقة سليمة بيئياً وفعّالة؛

(د) إذا كان ثمة احتياج إلى النفايات المعنية على اعتبار أنها مادة خام من أجل صناعات إعادة التدوير أو الاسترداد في بلد الاستيراد؛

(هـ) إذا كانت حركات النقل عبر الحدود المعنية تتم وفقاً لمعايير أخرى مقرّرة من قبل الأطراف.

٤٧- تخضع أي حركات نقل نفايات خطرة ونفايات أخرى عبر الحدود لشرط توجيه إشعار مكتوب إلى السلطات المختصة لدى جميع البلدان المعنية بالحركة (بلد التصدير وبلد الاستيراد، وإذا اقتضت الحالة، بلد العبور). وينبغي أن يتضمّن الإشعار الإعلانات والمعلومات المطلوبة في الاتفاقية، ويجب أن يُكتب بلغة مقبولة لدى دولة الاستيراد. ويلزم أيضاً، قبل القيام بأي حركات نقل نفايات خطرة وأي نفايات أخرى، تقديم موافقة مكتوبة مسبّقة من البلد المستورد والبلد المصدر، وإذا كان مناسباً، من بلدان العبور أيضاً، إضافة إلى تأكيد يثبت وجودَ عقد يحدّد أسلوب الإدارة السليمة بيئياً للنفايات، يُبرم بين المصدِّر ومالك مرفق التخلّص من النفايات. وتحظر الأطراف تصدير النفايات الخطرة والنفايات الأخرى إذا كان بلد الاستيراد يمنع استيراد تلك النفايات. وتقتضي الاتفاقية أيضاً إرفاق معلومات عن أيّ إرسالية نقل في وثيقة حركة تبيّن مسارها من موضع بدء حركة النقل عبر الحدود إلى موضع التخلّص من النفايات. وتعديل الحظر في اتفاقية بازل (المقرر ١/٣ الصادر عن الاجتماع الثالث لمؤتمر الأطراف في الاتفاقية)، في حال تنفيذه، سيحظر تصدير النفايات الخطرة سواء لغرض التخلّص منها أو لغرض إعادة تدويرها، من البلدان المشمولة في المرفق السابع (البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والاتحاد الأوروبي وليختنشتاين) إلى البلدان غير المشمولة في المرفق السابع (أي البلدان النامية). ويعتمد بعض البلدان أشكال حظر مماثلة.

٤٨- وينبغي تعبئة وتغليف النفايات الخطرة والنفايات الأخرى الخاضعة للنقل عبر الحدود، ووضع البطاقات التعريفية عليها ونقلها وفقاً للقواعد والمعايير الدولية (لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا ٢٠٠٧) (UNECE) 2007).

٤٩- وعندما تشترط دولة الاستيراد أو أي دولة عبور طرف في الاتفاقية بأن تكون حركة نقل النفايات الخطرة والنفايات الأخرى مغطاة بتأمين أو سند أو أيّ كفالة أخرى، فيجب تلبية هذا الشرط.

٥٠- في حال عدم وجود إمكانية لإتمام النقل عبر الحدود لنفايات خطرة أو غيرها من النفايات الأخرى التي مُنحت بشأنها موافقة البلدان المعنية، فإن على بلد التصدير أن يضمن إعادة النفايات المقصودة إليه بصفته البلد المصدِّر من أجل التخلّص منها إذا ما تعذّر اتخاذ ترتيبات بديلة بشأن التخلّص منها بطريقة تتوافق مع مفهوم الإدارة السليمة بيئياً. وينبغي أن يتم ذلك في غضون ٩٠ يوماً من تاريخ توجيه الإشعار من الدولة المستوردة إلى الدولة المصدِّرة، أو في غضون أيّ مهلة زمنية تتفق عليها الدول المشمولة في عملية النقل. وأما في حالة الاتجار غير القانوني (بحسب تعريفه الوارد في

الفقرة ١ من المادة ٩)، فإن على بلد التصدير أن يضمن عودة النفايات المقصودة إليه بصفته البلد المصدِّر من أجل التخلّص منها، أو أن يضمن التخلّص منها وفقاً لأحكام الاتفاق.

٥١- لا يُسمح بأي عمليات نقل عبر الحدود لنفايات خطرة أو غيرها من النفايات الأخرى بين بلد طرف في الاتفاقية وبلد ليس طرفاً فيها، ما لم يوجد ترتيب ثنائي أو متعدّد الأطراف أو إقليمي، حسبما تقتضيه المادة ١١ من الاتفاقية.

٥٢- ومما يجدر التنويه به أن تصدير الزئبق الفلزّي وبعض مركبات وخلائط الزئبق من الاتحاد الأوروبي بات محظوراً بموجب اللائحة التنظيمية (الجماعة الأوروبية) (EC) No 1102/2008 منذ ١٥ آذار/مارس ٢٠١١ (European Commission 2010). وعلى نحو مماثل، فإن قانون حظر تصدير الزئبق الصادر عام ٢٠٠٨، سوف يحظر صادرات الولايات المتحدة من عناصر الزئبق اعتباراً من ١ كانون الثاني/يناير ٢٠١٣، وسوف يقتضي تخزين الزئبق على المدى الطويل.

٤ - التصريح اللازم لمرافق التخلّص من النفايات وتفتيشها

٥٣- ينبغي التخلّص من النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق، والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، في مرافق تخضع لممارسة الإدارة السليمة بيئياً.

٥٤- ولدى معظم البلدان تشريعات، أو لوائح تنظيمية خاصة بقطاعات محددة، تتطلّب حصول مرافق التخلّص من النفايات على شكل ما من أشكال الموافقة أو إذن عمل من أجل البدء بعملياتها في هذا المجال. وقد تشمل الموافقات أو أذون العمل الشروطَ المحددة (تصميم المرفق وشروط العمليات) الواجب التقيّد بها حرصاً على استمرار صلاحية الموافقة أو الإذن. وقد يكون من الضروري إضافة متطلبات محددة خاصة بالنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وذلك من أجل الوفاء بمتطلبات الإدارة السليمة بيئياً، والامتثال للمتطلبات المحددة في اتفاقية بازل، ومراعاة التوصيات والمبادئ التوجيهية بشأن أفضل التقنيات المتاحة (BAT)، ومن ذلك مثلاً المبادئ التوجيهية بشأن أفضل التقنيات المتاحة والتوجيهات المؤقتة بشأن أفضل الممارسات البيئية واتفاقية ستكهولم والوثائق المرجعية عن أفضل التقنيات المتاحة، الصادرة عن الاتحاد الأوروبي (BREFs)، والمبادئ التوجيهية بشأن قطاع منتجات الكلور- (الصودا) القلويات، الصادرة عن المجلس العالمي للكلورين واليوروكلور.[٧] وينبغي مراجعة الموافقات وأذون العمل دورياً، كما ينبغي تحديث عهدها إذا اقتضت الضرورة ذلك من أجل تحسين السلامة المهنية والبيئية من خلال تطبيق تكنولوجيات محسَّنة أو جديدة.

٥٥- كما ينبغي القيام بتفتيش مرافق التخلّص من النفايات دورياً من جانب هيئة مستقلّة أو رابطة تفتيش تقنية من أجل التحقق من الامتثال للمتطلبات المحددة في الإذن الخاص بالمرفق. وكذلك ينبغي أن يسمح التشريع الصادر بهذا الخصوص بالقيام بعمليات تفتيش استثنائية في حال وجود دليل يثبت عدم الامتثال.

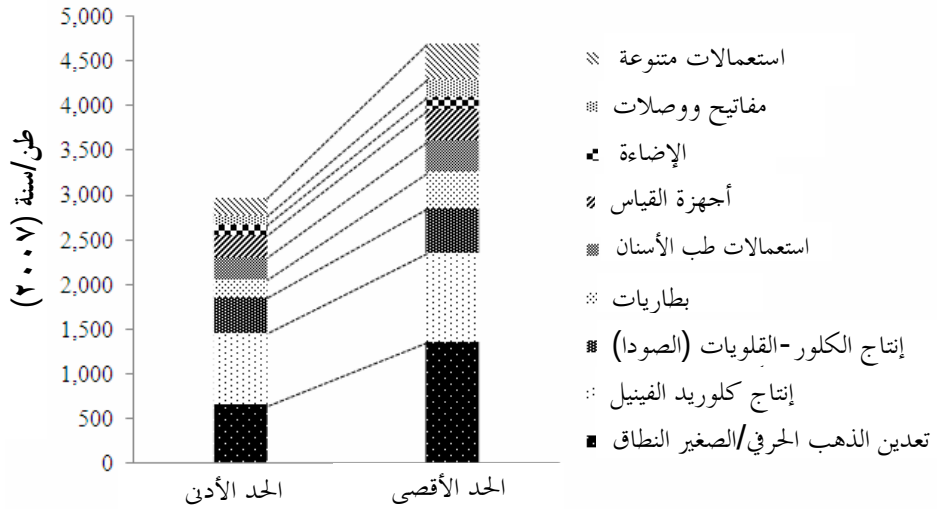
(٧) انظر المجموعة في الموقع الشبكي: http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/PrioritiesforAction/ChloralkaliSector/Reports/tabid/4495/language/en-US/Default.aspx.

جيم - التحديد والجرد

٥٦- من المهم تحديد ما هي المصادر التي تولّد النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وكذلك تسجيل كميات النفايات وتركيزات الزئبق في قوائم جرد لكي يكون بالمستطاع اتخاذ إجراءات عمل فعّالة لمنع صدور النفايات أو التقليل منها إلى أدنى حد وإدارة تصريفها.

١ - التحديد

٥٧- يبيّن الشكل -٢ استعمال الزئبق على الصعيد العالمي بحسب تطبيقات الاستعمال في عام ٢٠٠٧. ويُلاحظ أن أكبر قطاعات هذا الاستعمال هو قطاع تعدين الذهب الحِرفي والصغير النطاق، يليه قطاع إنتاج كلوريد الفينيل غير المتبلمر (VCM/البوليفينيل-كلوريد (PVC)، وإنتاج الكلور-(الصودا) القلويات. ويُستعمل الزئبق أيضاً في منتجات استهلاكية مثل البطاريات وحشوات الأسنان المملغمَة وأجهزة القياس والمصابيح والأجهزة الكهربائية والإلكترونية، ولئن كان مقدار الزئبق في فئات الاستعمال هذه يتفاوت بحسب الدول. وقد تراوح مقدار استعمال الزئبق في عام ٢٠٠٧ بين ٣ ٠٠٠ طن و٤ ٧٠٠ طن (ماكسون ٢٠١٠).



الشكل ٢- تقديرات استعمال الزئبق عالمياً في عام ٢٠٠٧ (ماكسون ٢٠١٠)

٥٨- ويرد في الجدول ٢ تلخيص لمصادر وفئات وأمثلة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق.

٥٩- وتجدر الإشارة إلى أنه في بعض البلدان، لا تستعمل بعض المصادر الصناعية، (المصادر ١ و٢ و٣ و٤ و٧، ما عدا ما فيما يخص عمليات الإنتاج التي يُستعمل فيها الزئبق)، الواردة في الجدول ٢، الزئبق ولا تولّد نفايات مكوّنة من عناصر الزئبق ونفايات محتوية على الزئبق أو ملوّثة بالزئبق على الإطلاق. ذلك أن العمليات الصناعية تعتمد على ظروف البلد التكنولوجية والاجتماعية؛ وهذه الظروف هي التي تقرّر ما إذا كان يمكن اتّباع عمليات صناعية خالية من الزئبق أم لا.

الجدول - ٢ مصادر النفايات وفئاتها والأمثلة عليها (UNEP 2002; 2005; 2006b; 2006c)

*** ألف: النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق؛ باء: النفايات المحتوية على الزئبق؛ ج: النفايات الملوّثة بالزئبق**

المصدر	الفئات*	أمثلة على أنواع النفايات	ملاحظات
١ - استخراج أنواع الوقود/مصادر الطاقة واستخدامها			
١-١- حرق الفحم في محطات توليد الطاقة الكبرى	جيم	مخلّفات تنظيف غاز المداخن (الرماد المتطاير ومواد الجُسيمات ومياه النفايات والحمأة)	• التراكم في رماد القاع ومخلّفات تنظيف غاز المداخن.
١-٢- حرق الفحم في أغراض أخرى	جيم		
١-٣- استخراج الزيت المعدني، وتكريره، واستخدامه	جيم		
١-٤- استخراج الغاز الطبيعي، وتكريره، واستخدامه	جيم		
١-٥- استخراج أنواع الوقود الأحفوري الأخرى، وتكريرها، واستخدامها	جيم		
١-٦- إنتاج الحرارة والطاقة بحرق الكتلة البيولوجية (الأحيائية)	جيم		
٢ - إنتاج المعادن الأوّلي (البكر)			
٢-١- العمليات الأولية لاستخراج الزئبق ومعالجته	جيم	مخلّفات الصهر	• التعدين الحراري لرُكاز الزئبق
٢-٢- استخراج المعادن (الألومنيوم، النحاس، الذهب، الرصاص، المنغنيز، الزئبق، الزنك، المعادن الحديدية الأولية، المعادن غير الحديدية) ومعالجتها الأولية	جيم	نفايات الخام، مخلفات عمليات الاستخراج، مخلّفات تنظيف غاز المداخن، مخلّفات معالجة مياه النفايات	• المعالجة الصناعية؛ • المعالجة الحرارية للركاز (الخام)؛ • عملية المزج
٣ - إنتاج المعادن والمواد الأخرى التي بها شوائب من الزئبق			
٣-١- إنتاج الأسمنت	جيم	مخلفات العمليات الصناعية، ومخلّفات تنظيف غاز المداخن، الحمأة	• المعالجة الصناعية الحرارية للمواد الخام وأنواع الوقود مع ظهور شوائب زئبق طبيعياً
٣-٢- إنتاج اللب والورق			• حرق المواد الخام مع ظهور شوائب زئبق طبيعياً
٣-٣- إنتاج الجير وأفران المواد المعدنية خفيفة الوزن			• تكليس المواد الخام وأنواع الوقود مع ظهور شوائب زئبق طبيعياً
٤ - الاستخدام عن قصد للزئبق في العمليات الصناعية			
٤-١- إنتاج الكلور-الصودا (القِلويات) باستخدام تكنولوجيا الزئبق	ألف/جيم	نفايات صلبة ملوّثة بالزئبق، عناصر الزئبق، مخلفات العمليات الصناعية، التربة	• خلية زئبق؛ • وحدات استخراج الزئبق (تقطير انبيقي)
٤-٢- إنتاج الكحوليات والديثيونايت ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم الفائق النقاوة	ألف/جيم	نفايات صلبة ملوّثة بالزئبق، عناصر الزئبق، مخلفات العمليات الصناعية، التربة	• خلية زئبق؛ • وحدات استخراج الزئبق (تقطير انبيقي)
٤-٣- إنتاج أحادي كلوريد الفينيل باستخدام ثنائي كلوريد الزئبق	ألف/باء/جيم	مخلفات عمليات صناعية	• عمليات صناعية بعوامل حفّازة زئبقية

المصدر	الفئات*	أمثلة على أنواع النفايات	ملاحظات
كعامل حفاز ($HgCl_2$)			
٤-٤- إنتاج الأستالدهيد باستخدام كبريتات الزئبق كعامل حفّاز ($HgSO_4$)	جيم	مياه نفايات	• عمليات صناعية بالزئبق-الكبريتات
٤-٥- إنتاج المواد الكيميائية والمستحضرات الصيدلانية باستخدام مركّبات الزئبق كعوامل حفازة	جيم	مخلفات العمليات الصناعية، مياه نفايات	• عمليات صناعية بعوامل حفازة زئبقية
٤-٦- إنتاج المنتجات المشار إليها في الجزء ٥ أدناه.	جيم	مخلفات العمليات الصناعية، مياه النفايات	
٥- المنتجات الاستهلاكية المستخدم فيها الزئبق عن قصد			
٥-١- الموازين الحرارية وغيرها من أجهزة القياس التي تحتوي على الزئبق	باء	منتجات مستعملة من قبل أو قديمة العهد أو مكسّرة	• عناصر زئبق
٥-٢- المفاتيح، والتوصيلات، ومفاتيح الترحيل الكهربية والإلكترونية التي تحتوي على الزئبق			
٥-٣- مصادر الإضاءة التي بها زئبق	باء		• عناصر زئبق في الطور التجاري • زئبق ثنائي التكافؤ ممتص في مسحوق فسفوري
٥-٤- البطاريات التي تحتوي على الزئبق	باء		• عناصر زئبق، أكسيد زئبق
٥-٥- المبيدات الحيوية ومبيدات الآفات	باء	مخزونات مكدّسة (مبيدات آفات قديمة العهد)، نفايات تربة ومياه ملوّثة بالزئبق	• مركبات زئبقية (أساساً، كلوريد إيثيل الزئبق)
٥-٦- الدهانات	باء	مخزونات مكدّسة (دهانات قديمة العهد)، نفايات صلبة ملوّثة بالزئبق، مخلفات معالجة مياه النفايات	• أسيتات فينيل الزئبق، ومركّبات زئبقية مشابهة
٥-٧- المواد الصيدلانية للاستخدامات البشرية والبيطرية	باء	مخزونات مكدّسة (مستحضرات قديمة العهد)، نفايات طبية	• ثيميروسال؛ • كلوريد الزئبق؛ • نيترات فينيل الزئبق؛ • ميركوروكروم؛ إلخ.
٥-٨- مستحضرات التجميل والمنتجات ذات الصلة	باء	مخزونات مكدّسة	• أيوديد الزئبق؛ • زئبق ممزوج بالأمونيا، إلخ
٥-٩- حشوة الأسنان بالأملغمة	باء/جيم	مخزونات مكدّسة، مخلفات معالجة مياه النفايات	• سبائك خليطة من الزئبق والفضة والنحاس والقصدير
٥-١٠- مقاييس وعدادات الضغط	باء	منتجات مستعملة من قبل أو قديمة العهد أو مكرّرة	• عناصر زئبق
٥-١١- المواد الكيميائية وأجهزة المختبرات	ألف/باء/جيم	مخزونات مكدّسة، مخلفات معالجة مياه النفايات، نفايات مختبرات	• عناصر زئبق؛ • كلوريد الزئبق، إلخ

المصدر	الفئات*	أمثلة على أنواع النفايات	ملاحظات
٥-١٢- إنتاج المتماثرات المطاطية المتعددة اليوروثيان	باء/جيم	نفايات منتجات معيبة وفائضة، منتجات مستعملة من قبل أو منتهية دورة حياتها	• نفايات متماثرة مطاطية تحتوي على مركبات زئبقية.
٥-١٣- إنتاج الإسفنج الذهبي/الذهب من مصادر (ASGM) الحرفية	جيم	مخلفات غاز مداخن، مخلفات معالجة مياه النفايات	• معالجة حرارية للذهب؛ • عمليات صناعية
٥-١٤- استخدام معدن الزئبق في الطقوس الدينية والطب الشعبي	جيم	نفايات صلبة، مخلفات معالجة مياه النفايات	• عناصر زئبق
٥-١٥- استخدامات في منتجات متفرقة، استخدامات معدن الزئبق، ومصادر أخرى	باء/جيم	مخزونات مكدّسة، مخلفات معالجة مياه النفايات، نفايات صلبة	• كاشفات شبه موصِلات بالأشعة تحت الحمراء بها زئبق؛ • أنابيب شمعات كهربائية وكانتورية؛ • استعمالات تعليمية، إلخ
٦- إنتاج المعادن الثانوي			
٦-١- استرداد الزئبق	ألف/جيم	انسكاب أثناء عمليات إعادة التدوير، وعمليات الاستخراج ومخلفاتها، مخلفات غاز المداخن، مخلفات معالجة مياه النفايات	• تفكيك مرافق إنتاج الكلور-القلويات (الصودا؛) • استرداد من الموازين الزئبقية المستعملة في أنابيب الغازات الطبيعي؛ • استرداد من مقاييس الضغط والحرارة وغيرها من المعدات.
٦-٢- استرداد المعادن الحديدية المعاد تدويرها	جيم		• تفتيت؛ • صهر معادن تحتوي على زئبق.
٦-٣- استرداد الذهب من النفايات	ألف/جيم		• عناصر زئبق؛ • عمليات معالجة حرارية
٦-٤- استرداد معادن أخرى	جيم		• أنواع أخرى من الزئبق - تحتوي ضمنها على مواد أو منتجات/مركبات
٧- ترميد النفايات			
٧-١- ترميد نفايات البلديات الصلبة	جيم	مخلفات تنظيف غاز المداخن، مخلفات معالجة مياه النفايات	• نفايات منتجات مضاف إليها الزئبق وعملياتها الصناعية؛ • شوائب زئبق طبيعية في مواد ضخمة الحجم (الدائن، ورق، إلخ) ومعادن؛
٧-٢- ترميد النفايات الخطرة			
٧-٣- ترميد النفايات الطبية			
٧-٤- ترميد حمأة المجاري			
٨-توضع النفايات/الدفن الصحي للنفايات، ومعالجة مياه الصرف			
٨-١- المطامر الصحية/مَرادِم المخلفات الخاضعة للمراقبة	جيم	مياه نفايات، مخلفات معالجة مياه النفايات، نفايات صلبة ملوّثة بالزئبق	• نفايات منتجات مضاف إليها الزئبق وعملياتها الصناعية؛ • شوائب زئبق طبيعية في مواد ضخمة سائبة (الدائن، علب قصدير، إلخ) ومعادن؛
٨-٢- التوضعات المتناثرة تحت قدر من المراقبة			
٨-٣- تخلّص من نفايات الإنتاج الصناعي المحلية غير الخاضع للمراقبة			
٨-٤- ردم النفايات العامة غير الخاضعة			

المصدر	الفئات*	أمثلة على أنواع النفايات	ملاحظات
للمراقبة			
٨-٥- معالجة/نظام مياه الصرف		مخلفات معالجة مياه النفايات، ملاط	• زئبق مستعمل قصداً في منتجات مستهلكة ونفايات عملياتها الصناعية؛ • زئبق باعتباره عاملاً ملوّثاً نزراً بشري المنشأ في مواد سائبة.
٩- محارق الجثث والمطامر			
٩-١- محارق الجثث	جيم	مخلفات تنظيف غاز المداخن، مخلفات معالجة مياه النفايات	• حشوات الأسنان المملغمة
٩-٢- المطامر		تربة ملوّثة بالزئبق	

٦٠- وتُتاح في المصادر التالية معلومات أكثر تفصيلاً عن المنتجات المضاف إليها الزئبق (الأسماء الخاصة بالمنتجات المعيّنة وصانعيها):

(أ) UNEP (2008c): تقرير عن المنتجات الرئيسية المحتوية على الزئبق والعمليات الصناعية وبدائلها والخبرة في التحوّل إلى منتجات وعمليات خالية من الزئبق، http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/g7)/English/OEWG_2_7.doc؛

(ب) المفوضية الأوروبية (٢٠٠٨): خيارات الحدّ من استعمال الزئبق من المنتجات والتطبيقات ومصير الزئبق المتداول من قبلُ في المجتمع،
European Commission (2008): Options for reducing mercury use in products and applications, and the fate of mercury already circulating in society؛
http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/study_report2008.pdf

(ج) شراكة برنامج الأمم المتحدة للبيئة العالمية بشأن الزئبق، UNEP Global Mercury Partnership – Mercury-Containing Products Partnership Area
http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Mercury-in-products.htm؛

(د) مركز لوويل للإنتاج المستدام (٢٠٠٣)، Lowell Center for Sustainable Production (2003): An Investigation of Alternatives to Mercury-Containing Products, http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/lcspfinal.pdf؛

(هـ) المركز المشترك بين الدول لتبادل المعلومات للتثقيف بشأن الزئبق والحدّ منه (IMERC) The Interstate Mercury Education and Reduction Clearinghouse (IMERC) Mercury-Added Products Database: http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/notification.

٢ - قوائم الجرد

٦١- قوائم الجرد من الأدوات الهامة للتعرّف على النفايات ولتحديد كمياتها وخصائصها. وقد تستخدم قوائم الجرد الوطنية لما يلي:

(أ) لوضع خط الأساس لكميات المنتجات المضاف إليها الزئبق المنتَجة أو المتداولة/المتقايَضة أو التي هي قيد الاستعمال والسلع الزئبقية، والنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق؛

(ب) وضع سجل معلومات للمساعدة في عمليات التفتيش على جوانب السلامة والنواحي التنظيمية؛

(ج) للحصول على المعلومات الدقيقة اللازمة لوضع خطط لإدارة دورة حياة الزئبق؛

(د) للمساعدة في إعداد خطط التصدي لحالات الطوارئ؛

(هـ) لتتبّع التقدم المحرز صوب خفض الزئبق والتخلّص التدريجي منه.

٦٢- وبعد التعرّف على مصادر النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق وتحديد أنواعها، ينبغي استخدام المعلومات الخاصة بالعمليات الصناعية المحددة من أجل تقدير مقادير النفايات من المصادر التي تمّت استبانتها بالنسبة إلى مختلف أنواع النفايات في بلد معيّن (أو منطقة أو موضع جماعة محلية معيّنة، إلخ) (UNEP 2005).

٦٣- ومن الصعب جداً جمع البيانات الضرورية لتقدير هذه المقادير، وخصوصاً في البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال، وذلك من جرّاء نقصان (أو انعدام) البيانات، وخصوصاً في الأحوال المتعلقة بالمرافق الصغيرة النطاق. وفي الحالات التي لا يمكن فيها عملياً إجراء قياسات فعلية، فإنه يمكن القيام بجمع البيانات بإجراء المسوح الاستقصائية القائمة على أساس الاستبيانات.

٦٤- وينبغي أيضا استخدام الدليل المنهجي للاضطلاع بعمليات جرد وطنية للنفايات الخطرة ضمن إطار اتفاقية بازل (أمانة اتفاقية بازل ٢٠٠٠) (SBC 2000) من أجل جمع قوائم جرد للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق. وقد اختُبر الدليل المنهجي أيضاً مقترناً مع المشروع الرائد بشأن قوائم الجرد الوطنية للنفايات الخطرة، الذي يتولاّه المركز الإقليمي بجنوب شرقي آسيا التابع لأمانة اتفاقية بازل والوكالات المتعاونة فيه، والذي يمكن استخدام التقرير الصادر عنه كمرجع عملي.[٨]

٦٥- كذلك فإن دليل أدوات التعرّف على إطلاقات الزئبق وتحديد كمياتها (UNEP 2010a) يمكن أن يُطبّق على نحو مفيد في هذا الخصوص. فهو دليل أدوات يساعد البلدان على بناء قاعدتها المعرفية من خلال تجميع قائمة جرد خاصة بالزئبق تُحدّد فيها مصادر إطلاقات الزئبق، كما تُقدّر أو تُعيَّن فيها كميات تلك الإطلاقات في البلدان. وهو دليل أدوات يتضمّن منهجية بسيطة وموحّدة قياسياً

(٨) www.bcrc-sea.org/?content=publication&cat=2.

تُتَّبع في إعداد قوائم جرد عن الزئبق متّسقة على الصعيدين الوطني والإقليمي (UNEP 2005). وقد طُبّق دليل الأدوات في عدد من البلدان (UNEP 2008c).

٦٦- وحرصاً على اتّباع نهج معني بمفهوم دورة الحياة المذكور من قبلُ، ينبغي أيضاً تحديد ما هي القنوات أو المسارات التي يُطلق من خلالها الزئبق الموجود في النفايات حيث يتسرّب إلى البيئة. وبالنظر إلى المخاطر المحتملة في إطلاق الزئبق في البيئة، ينبغي تصنيف درجات أنواع النفايات وفقاً للأولويات الخاصة باتخاذ إجراءات العمل في التصدي لها. ومن ثم ينبغي جمع المعلومات عن التدابير التي يمكن اتخاذها، وبخاصة فيما يتعلق بمصادر وأنواع نفايات الزئبق التي تحتوي على مقدار كبير من الزئبق وتنطوي على مخاطر شديدة في إطلاق الزئبق في البيئة. ويجب إذن العناية بتحليل التدابير أو تقييمها بالنسبة إلى مقدار الزئبق المحتمل إطلاقه في البيئة المراد منع حدوثه، والتكاليف الإدارية والاجتماعية، وما هو متاح من التقنيات والمرافق، ومدى سهولة التوصّل إلى الاتفاق الاجتماعي الذي يقترن بتنفيذ هذه التدابير، وغير ذلك من الأمور.

٦٧- في بعض البلدان، يُستخدم سجل لإطلاقات وانتقالات الملوّثات (PRTR) من أجل جمع البيانات عن محتوى الزئبق المحدّد في النفايات وانتقاله بحسب كل مرفق (Kuncova *et al.* 2007). وتُتاح بيانات السجل علناً للجمهور.[٩]

دال - أخذ العيّنات والتحليل والرصد

٦٨- تعتبر العمليات الخاصة بأخذ العينات والتحليل والرصد من المكوّنات الحاسمة الأهمية في عملية إدارة النفايات التي تتكون من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق. ويجب أن يقوم بعمليات أخذ العينات والتحليل والرصد موظفون مدرَّبون، وفقاً لخطة موضوعة بإتقان، وأن تُستخدم فيها الطرائق المتفق عليها دولياً والمعتمدة قطرياً، وأن يتم التنفيذ باستخدام الطرائق نفسها على مدار دورة البرنامج. كما يجب أن تخضع هذه العمليات لتدابير صارمة من أجل ضمان النوعية ومراقبتها. إذ يمكن أن تؤدي الأخطاء في عملية أخذ العينات أو التحليل أو الرصد أو أي انحراف عن الإجراءات التشغيلية الموحّدة قياسياً إلى الحصول على بيانات غير مجدية أو حتى على بيانات تُضعف البرنامج. وينبغي لكل طرف، حسبما يكون مناسباً، التأكد من أن التدريب والبروتوكولات والقدرات المختبرية موجودة بالنسبة لطرائق أخذ العينات والرصد والتحليل وأن هذه المعايير القياسية يجري إنفاذها.

٦٩- نظراً لوجود أسباب عديدة لأخذ العينات، التحليل والرصد، ونظراً لوجود أشكال فيزيائية مختلفة كثيرة للنفايات، فإن هنالك مئات من الطرائق المختلفة المتاحة التي يمكن استخدامها لأخذ العينات والرصد والتحليل. ومع أن مناقشة هذه الطرائق تحديداً يعتبر خارج نطاق هذه الوثيقة، فإن النقاط الرئيسية لأخذ العينات والتحليل والرصد تُبحث في الأقسام الثلاثة التالية.

٧٠- وللحصول على معلومات عن أساليب المختبرات الجيدة، يمكن الاطلاع على سلاسل المنشورات التي تصدرها منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي،

(٩) على سبيل المثال، فإن سجل الجمهورية التشيكية (PRTR)، المعروف أيضاً باسم السجل المتكامل للتلوّث (متاح في الموقع الشبكي (www.irz.cz)، يجمع البيانات الكيميائية المحدّدة عن عناصر الزئبق ومركّبات الزئبق المنقولة في النفايات، مما يقدم صورة واضحة عن إجمالي مقدار الزئبق المنقول في النفايات، وكذلك يجمع بيانات عن كيفية مناولة النفايات.

سنوات متعددة)؛ وأما بشأن الاعتبارات المنهجية العامة، فإن وثيقة التوجيه الصادرة عن منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة بشأن تحديد فئات السكان المهددة بمخاطر التعرّض للزئبق، تحتوي على معلومات مفيدة في هذا الصدد.[١٠]

١ - أخذ العيّنات

٧١- الهدف العام لأي نشاط لأخذ العينات هو الحصول على عيّنة يمكن استخدامها للغرض المستهدف، مثلاً تحديد خصائص المواقع، والامتثال لمعايير التنظيم الرقابي، أو الملاءمة للمعالجة المقترحة أو التخلص المقترح. وينبغي أن يحدد هذا الهدف قبل الشروع في أخذ العيّنات. وهو أمر لا غنى عنه لاستيفاء شروط جودة النوعية بالنسبة للمعدات والنقل وإمكانية التتبّع.

٧٢- ينبغي إقرار الإجراءات المعيارية لأخذ العينات والاتفاق عليها قبل بدء حملة أخذ العينات (من المصفوفة والجوانب المحددة الخاصة بالزئبق على حد سواء). وينبغي أن تشمل عناصر هذه الإجراءات ما يلي:

(أ) عدد العينات التي ستؤخذ، ووتيرة عملية أخذ العيّنات، ومدة مشروع أخذ العينات، ووصف لطريقة أخذ العينات (بما في ذلك وضع إجراءات ضمان النوعية، مثلاً حاويات العيّنات المناسبة[١١] وسلسلة جهات الإيداع)؛

(ب) اختيار المواضع أو المواقع ووقت أخذ العيّنات (بما في ذلك وصف الموضع الجغرافي)؛

(ج) تحديد مَن هو الشخص الذي أخذ العيّنة والظروف السائدة وقتها؛

(د) وصف كامل لخواص العيّنات - وضع البطاقات التعريفية؛

(هـ) المحافظة على سلامة العينات أثناء النقل والتخزين (قبل التحليل)؛

(و) التعاون الوثيق بين الجهة القائمة بأخذ العيّنات ومختبر التحليل؛

(ز) التدريب المناسب لموظفي أخذ العينات.

٧٣- وينبغي أن تمتثل عملية أخذ العينات للتشريعات الوطنية المحدّدة حيثما توجد أو للقواعد التنظيمية الدولية. وينبغي للبلدان التي لا توجد فيها قواعد، تعيين موظفين مؤهّلين. وتتضمن إجراءات أخذ العينات ما يلي:

(أ) وضع إجراءات التشغيل المعيارية بشأن أخذ العينات بشأن كل مصفوفة لتحليل عيّنات الزئبق بعد ذلك؛

(ب) تطبيق إجراءات أخذ العينات الراسخة، كالإجراءات التي وضعها المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، واللجنة الأوروبية لتوحيد المقاييس، والاتحاد الأوروبي، ووكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، والنظام العالمي لرصد البيئة، والجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد؛

---

(١٠) www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=DUJZp8XnXq8%3d&tabid=3593&language=en-US.

(١١) زجاجات البولي إثيلين قابلة لنفاذ الزئبق، وينبغي عدم استخدامها. رجاء الرجوع إلى مطبوع باركر وزملائه (٢٠٠٥) للاطّلاع على التفاصيل.

(ج) وضع إجراءات لضمان النوعية ومراقبة النوعية.

٧٤- ينبغي اتّباع كل هذه الخطوات من أجل نجاح برنامج أخذ العينات. وكذلك، يجب أن يكون التوثيق كاملاً ودقيقاً.

٧٥- أنواع المصفوفات من المواد التي تُؤخذ عيّناتها عادةً لرصد الزئبق تشمل المواد الصلبة والسوائل والغازات:

(أ) السوائل:

'١' المواد السائلة الراشحة من مواقع إلقاء النفايات ومطامر القمامة؛

'٢' السوائل التي تُجمع من الانسكابات؛

'٣' المياه (المياه السطحية ومياه الشرب والمخلّفات الصناعية)؛

'٤' المواد البيولوجية (الدماء والبول والشعر، وبخاصة في حالة مراقبة صحة العمال)؛

(ب) المواد الصلبة:

'١' المخزونات والمنتجات والمستحضرات المكوّنة من الزئبق أو المحتوية عليه أو الملوّثة به؛

'٢' المواد الصلبة من المصادر الصناعية وعمليات المعالجة أو التخلّص (الرماد المتطاير، ورماد القاع والحمأة والقيعان الساكنة والمخلفات الأخرى، والثياب وغير ذلك)؛

'٣' الحاويات والمعدات أو مواد التعبئة الأخرى والتغليف (عيّنات مياه الشطف أو التجفيف) بما في ذلك المنسوجات أو الأقمشة المستخدمة في جمع عيّنات مياه التجفيف؛

'٤' التربة والرواسب وكسارة الحجارة وحمأة مياه الصرف الصحي والمواد العضوية المتحللة كالأسمدة و(الكمبوست).

(ج) الغازات:

'١' الهواء (الداخلي).

٧٦- ويمكن أن تتضمن مصفوفات المواد الأحيائية واللاأحيائية في إطار برامج رصد البشر والبيئة ما يلي:

(أ) المواد النباتية والأغذية؛

(ب) الشعر البشري وكذلك البول والأظافر ولبن الرضاعة بالثدي والدم؛

(ج) الهواء (المحيط والترسّبات المبلّلة أو الجافة وربما الثلج).

٢ - التحليل

٧٧- يشير مفهوم التحليل إلى عمليات الاستخلاص والتنقية والفصل والتحديد والتقدير الكمّي والإبلاغ الخاصة بتركيزات الزئبق في مصفوفة الاهتمامات. وللحصول على نتائج مجدية ومقبولة ينبغي أن يكون لدى مختبر التحليل البنية الأساسية الضرورية (المكان) والخبرات المثبتة بشأن المصفوفة وأصناف الزئبق (مثل المشاركة الناجحة في دراسات للمقارنة فيما بين المختبرات في نظم اختبار الكفاءة الخارجية).

٧٨- كما إن من المهم اعتماد المختبر وفقاً لمعايير المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (آيسو ١٧٠٢٥) أو غير ذلك من المعايير بواسطة جهاز مستقل. وتشمل المعايير الإلزامية للحصول على نتائج عالية النوعية ما يلي:

(أ) تحديد مواصفات تقنية التحليل؛

(ب) صيانة معدات التحليل؛

(ج) التحقق من سلامة جميع الطرائق المستخدمة (بما في ذلك الطرائق الداخلية)؛

(د) تدريب موظفي المختبرات.

٧٩- ويجري عادة تحليل الزئبق في مختبر مجهَّز لهذا الغرض. وبالنسبة لبعض الأوضاع المعيّنة، تتوافر أدوات اختبار يمكن استخدامها في الميدان لأغراض الفرز في الفحوص.

٨٠- وأما بالنسبة لتحليل الزئبق في المختبرات فليس هنالك طريقة واحدة فقط متاحة لهذا الغرض. وقد استُحدثت عدة طرائق تحليل لمختلف مصفوفات تحديد الزئبق من جانب المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي (CEN)، فيما يخص معرفة إجمالي محتوى الزئبق أو تحديد أصنافه، أو من جانب وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (USEPA) واليابان وما لديهما من طرائق وطنية. وترد في الجدول ٣ أمثلة على تحليل الزئبق في النفايات وغاز المداخن ومياه النفايات. ومعظم الطرائق الداخلية عبارة عن تنويعات من هذه الطرائق. وكما هو الحال بالنسبة إلى مجموع عملية التحليل الكيميائي، ينبغي أن يقتصر استخدام المختبر على الأساليب المتحقق من صلاحيتها.

٨١- وإضافة إلى ذلك، يتعين تحديد إجراءات ومعايير القبول بشأن مناولة العينات وإعدادها في المختبرات، ومن ذلك مثلاً إثبات التجانس.

٨٢- وتشمل الخطوات المختلفة في تحديد التحليل ما يلي:

(أ) الاستخلاص؛

(ب) التنقية؛

(ج) تحديد أجهزة الملائمة مثل أجهزة كشف (ICP) لتحديد البلازما المتقارنة بالحث، و(AAS) للقياس الطيفي بالامتصاص الذري؛ والأجهزة المحكمة المدمجة؛

(د) التحديد الكمي والإبلاغ حسبما يلزم؛

(و) الإبلاغ وفقاً لقواعد التنظيم الرقابي السارية.

٣ - الرصد

٨٣- في الفقرة ٢ (ب) من المادة ١٠ (''التعاون الدولي'')، تطلب اتفاقية بازل من الأطراف أن ''تتعاون في رصد آثار إدارة النفايات الخطرة على الصحة البشرية وعلى البيئة''. ويجب أن يقدِّم برنامج الرصد مؤشراً عمّا إذا كانت عملية إدارة التصرّف بشأن أي نفاية خطرة ما تؤدي وظيفتها طبقاً للتصميم الخاص بها، كما ينبغي أن يكشف عن التغييرات في النوعية البيئية الناجمة عن هذه العملية.

٨٤- كما يجب استخدام العمليات المقدمة من برنامج الرصد في التأكد من أن الأنواع الصحيحة من النفايات الخطرة هي التي تتم إدارتها بواسطة هذه العملية، وفي اكتشاف وإصلاح أي أضرار وتحديد ما إذا كان من المناسب استخدام نهج إدارة بديل. وبتنفيذ برنامج الرصد، يستطيع مديرو المرافق تحديد المشكلات واتخاذ التدابير المناسبة لعلاجها.

٨٥- ومما يجدر ذكره في هذا الصدد أن هنالك عدداً من نظم قياس الزئبق المتواصل المتاحة تجارياً. وقد يكون من اللازم اللجوء إلى هذا الرصد بمقتضى التشريعات الوطنية أو المحلية.

الجدول ٣- التحليل الكيميائي للزئبق في النفايات وغاز المداخن ومياه النفايات

الهدف		الطريقة
النفاية	تحديد تنقّل الزئبق في النفاية	EN 12457-1 إلى 4: توصيف خصائص النفاية - النضّ - اختبار الامتثال من أجل نض مواد النفايات الحُبيبية والحمأة (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي ٢٠٠٢أ)
		EN 12920: توصيف خصائص النفاية - منهجية لتحديد سلوك النفاية في النضّ بشروط محددة (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠٦)
		EN 13656: توصيف خصائص النفاية — تمثّل بالاستعانة بالموجات الدقيقة بحمض الهيدروفلوريك (HF)، وحمض النيتروجين (HNO_3) ومزيج حمض الهيدروكلوريك (HCl) من أجل التحديد اللاحق للعناصر في النفاية (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠٢ ب)
		EN 13657: توصيف خصائص النفاية — التمثّل من أجل التحديد اللاحق لجزء الرغوة ريجيا المائية القابل للذوبان من العناصر في النفاية (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠٢ ج)
		TS 14405: توصيف خصائص النفاية — اختبار السلوك بالنض - اختبار تدفّق التقطير من الأعلى (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠٤)
		طريقة وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة US, EPA 1311: TCLP، إجراء نضّ خصائص السميّة (US,EPA ١٩٩٢)
	تحديد تركّزات الزئبق في النفاية	EN 13370: توصيف خصائص النفاية - تحليل الشُطافة - تحديد الأمونيوم، والهاليدات العضوية القابلة للامتصاص AOX، والموصلية، والزئبق، ومؤشّر الفينول، ومجموعة الكربون العضوي TOC، و-CN السهل التحرّر، و-F (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠٣)

الهدف		الطريقة
		EN 15309: توصيف خصائص النفاية والتربة - تحديد تركيبة العناصر بالومض بالأشعة السينية (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠٧)
		طريقة وكالة الولايات المتحدة للبيئة US EPA 7471B: الزئبق في النفايات الصلبة أو شبه الصلبة (لتقنية البخار البارد اليدوية) (US EPA، ٢٠٠٧د)
		طريقة وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة US EPA 7473: الزئبق في المواد الصلبة والمحاليل بواسطة التحلل الحراري، والمزج، والقياس الطيفي للامتصاص الذري (US EPA)، ٢٠٠٧ هـ)
		طريقة وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة US EPA 7470A؛ الزئبق في النفايات السائلة (الدليل العملي لتقنية البخار البارد (US EPA، ١٩٩٤)
غاز المداخن		EN 13211: نوعية الهواء - انبعاثات المصادر الثابتة - الطريقة اليدوية لتحديد تركّز إجمالي الزئبق (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠١). * هذه الطريقة تحدِّد مجموع محتوى الزئبق (أي الزئبق المعدني/العنصري + الزئبق الأيوني)
		EN 14884: نوعية الهواء — انبعاثات المصادر الثابتة — تحديد إجمالي الزئبق؛ نظم القياس المؤتمتة (اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي، ٢٠٠٥)
		المعايير الصناعية اليابانية JIS K 0222: طريقة تحليل الزئبق في غاز المداخن (رابطة المعايير اليابانية، ١٩٩٧)
		طريقة وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة US EPA 0060: تحديد المعادن في انبعاثات المداخن (US, EPA، ١٩٩٦)
	للتفتيش الخاص بالزئبق	الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد ASTM D6784 - 02(2008) طريقة الاختبارات الموحّدة بشأن الزئبق العنصري والمؤكسدة والجُسيمي وإجمالي الزئبق في غاز المداخن المولَّدة من مصادر ثابتة تعمل بحرق الفحم (طريقة أونتاريو هيدرو) (ASTM International، ٢٠٠٨)
مياه النفايات		المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 5666 :1999: نوعية المياه - تحديد الزئبق (ISO 1999)
		المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 16590 : 2000: نوعية المياه - تحديد الزئبق — أساليب تشمل التخصيب عن طريق المزج الملغمي (ISO 2000)
		المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 17852 :2006: تحديد الزئبق - أسلوب يستخدم قياس طيف الومض الذري (ISO 2006)

هاء - منع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد

٨٦- إنّ منع توليد النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق وخفضه إلى أدنى حد هما أول وأهم الخطوات في مسار الإدارة السليمة بيئياً الشاملة لهذه النفايات. وتطالب اتفاقية بازل، في الفقرة ٢ من مادتها الرابعة، كلَّ طرف بأن يتّخذ التدابير المناسبة بغية ''ضمان خفض توليد النفايات الخطرة والنفايات الأخرى داخله إلى الحد الأدنى''. ويقدّم هذا القسم معلومات بشأن مصادر نفايات هامة.

١ - منع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد في العمليات الصناعية

٨٧- هنالك عدّة عمليات معالجة صناعية يُستعمل فيها الزئبق؛ ولكن بسبب كمية الزئبق المستخدَم في تلك العمليات، فإن هذا القسم يبحث في تدابير منع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد فيما يخصّ فقط بتعدين الذهب الحرفي والصغير النطاق، وإنتاج كلوريد الفينيل غير المتبلمر، وإنتاج الكلورين والصودا الكاوية (الكلور-القلويات).

(أ) تعدين الذهب الحرفي والصغير النطاق

٨٨- هنالك تقنيات متاحة لا يُستعمل فيها الزئبق: طرائق القياس الوزني؛ وطرائق مركز تكنولوجيا المعادن (CETEM)؛ الجمع بين الطرائق اللازئبقيّة. وأما في الحالات التي لا تُتاح فيها بدائل منظّمة، فينبغي اتّباع حلول مؤقتة تفضي صوب استخدام التقنيات الخالية من الزئبق. ويمكن أن تشمل هذه التقنيات تكنولوجيات خاصة باحتجاز الزئبق وإعادة دورة استعماله، ومنها مثلاً أنابيق التقطير وأغطية الأبخرة، وإعادة تنشيط الزئبق، واجتناب عمليات المعالجة الكثيفة بالزئبق، مثل ملغمة الخامة الكليّة. ويمكن الاطّلاع على التفاصيل في المراجع التالية:

(أ) مشروع الزئبق العالمي (٢٠٠٦) GMP (2006): الدليل العملي لتدريب العاملين في تعدين الذهب الحرفيّ والصغير النطاق، اليونيدو، فيينا، النمسا؛ www.cetem.gov.br/gmp/Documentos/total_training_manual.pdf؛

(ب) مشروع التنمية المستدامة للتعدين والمعادن (٢٠٠٢) MMSD Project (2002): التعدين الحرفي والصغير النطاق. وثائق عن التعدين والتنمية المستدامة صادرة عن الأمم المتحدة ومنظمات أخرى؛

(ج) UNEP (2010b): تقرير المنتدى العالمي حول تعدين الذهب الحرفي والصغير النطاق، http://www.unep.org/hazardoussubstances/GlobalForumonASGM /tabid/6005/Default.aspx؛

(د) UNEP (2010b): تقارير ومنشورات الشراكة العالمية للزئبق، http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/PrioritiesforAction/ArtisanalandSmallScaleGoldMining/Reports/tabid/4489/language/en-US/Default.aspx؛

(هـ) وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة (٢٠٠٨) US, EPA (2008): دليل عملي لإنشاء نظام لجمع الزئبق لاستعماله في متاجر الذهب، http://www.epa.gov/oia//toxics/asgm.html.

٨٩- وينبغي تثقيف حرفيي التعدين وأُسرهم والجماعات المحلية المحيطة، بشأن، مخاطر التعرّض للزئبق وما يتصل به من أخطار صحية؛ والتأثيرات البيئية التي يخلّفها استعمال الزئبق في مجال تعدين الذهب على المستوى الحرفي والصغير النطاق (ASGM).

٩٠- وبعد زيادة التوعية بهذه المسائل، ينبغي توفير التدريب على التقنيات والنظم الرامية إلى منع توليد النفايات.

(ب) إنتاج كلوريد الفينيل غير المتبلمر

٩١- في إنتاج كلوريد الفينيل غير المتبلمر (VCM) باستعمال عملية الأسيتيلين، يُستخدَم كلوريد الزئبق باعتباره مكوّناً للعامل الحفّاز. وتوجد فرص متاحة لمنع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد، وهي تندرج في فئتين رئيسيتين: (أ) طرائق بديلة خالية من الزئبق في الصناعة التحويلية؛ و(ب) أسلوب أفضل في إدارة التعامل في الزئبق أثناء عملية المعالجة الصناعية والمراقبة البيئية على نحو يرمي إلى احتجاز إطلاقات الزئبق.

٩٢- والصناعة التحويلية لكلوريد الفينيل غير المتبلمر بتقنيات خالية من الزئبق: يُصنع كلوريد الفينيل غير المتبلمر باستعمال مجموعة متنوعة من الطرائق الخالية من الزئبق، التي تستند في الأعم إلى الكلورَة الأوكسيدية للإثيلين (مكتب تقييم التكنولوجيات ١٩٨٣). (The Office of Technology Assessment 1983) وفي حين أن الطرائق الخالية من الزئبق شائعة في جميع أنحاء العالم، فلا تزال تُستخدم في بلدان عديدة عملية المعالجة بالأسيتيلين لأنها أقل تكلفة بقدر ملحوظ في المواضع التي يكون فيها الفحم الحجري أرخص من الإيثيلين (ماكسون ٢٠١١). ويجري بذل جهود جبارة لتطوير حافز خال من الزئبق خاص بعملية الأسيتيلين. ومن المقرر أن يُنجز في مطلع عام ٢٠١٢ اختبار عملي لحافز خال من الزئبق على نطاق تجاري. وفي حال نجح هذا الاختبار على نطاق تجاري، تعتزم الشركة المطوّرة للحافز تطوير حافز خال من الزئبق، ويمكن توقع الانتقال إلى إنتاج خال من الزئبق لكلوريد الفينيل غير المتبلمر (VCM) خلال السنوات القليلة القادمة (Jacobs and Johnson Matthey 2011).

٩٣- وتشمل التدابير المقترحة من أجل الحدّ من توليد النفايات الملوّثة بالزئبق باتّباع أسلوب أفضل في إدارة التعامل في الزئبق والمراقبة البيئية بغية احتجاز الإطلاقات؛ وتطوير وتطبيق عوامل حفّازة ذات مستويات منخفضة من الزئبق؛ والإصلاح التكنولوجي الرامي إلى منع تبخّر كلوريد الزئبق؛ ومنع التسمّم بالعوامل الحفّازة؛ وتأخير الترسّب الكربوني الرامي إلى الحدّ من استعمال الزئبق. وأما تدابير المراقبة البيئية الرامية إلى احتجاز إطلاقات الزئبق فتشمل: الامتزاز بواسطة الكربون المنشَّط في تقنيات إزالة الزئبق وإزالة الحموضة منه بواسطة أبراج الرغوة والغسل؛ وإعادة تدوير الزئبق وإعادة استعماله؛ واحتواء الفضلات السائلة؛ وتجميع الحمآت المحتوية على الزئبق؛ واسترداد الزئبق من المواد المتبخّرة المحتوية على الزئبق؛ وتحسين عمليات التحكم في الإطلاق لدى العاملين في إعادة تدوير الحافز وتطويره. وللاطّلاع على المزيد من المعلومات، ينبغي الرجوع إلى: "Project Report on the Reduction of Mercury Use and Emission in Carbide PVC Production (Ministry of Environmental Protection, China 2010)".

(ج) إنتاج الكلور - القِلويات

٩٤- حيث يجري إحلال معامل الخلايا الزئبقية بوحدات معالجة صناعية خالية من الزئبق، يجري أيضاً القضاء على انبعاثات ونفايات الزئبق. وتُستخدم في إنتاج انبعاثات ونفايات الزئبق. ويُستخدم في إنتاج الكلور- الصودا (القلويات) الخالي من الزئبق عمليات المعالجة ذات الحجاب أو ذات الغشاء. علماً بأن التكنولوجيا الغشائية هي أكثر فعّالية من حيث التكلفة في هذين النوعين بفضل انخفاض إجمالي المدخلات الكهربائية اللازمة لها (ماكسون ٢٠١١). ومع أن عملية الخلايا الزئبقية يجري التخلص منها تدريجياً، فقد كان لا يزال يوجد حتى عام ٢٠١٠ زهاء ١٠٠ مصنع تستخدم عملية الخلايا الزئبقية، في ٤٤ بلداً (منشور شراكة برنامج الأمم المتحدة للبيئة العالمية بشأن الزئبق - خفض الزئبق في قطاع إنتاج الكلور-الصودا (القلويات، ٢٠١٠). وفي عام ٢٠١٠، كانت منشآت إنتاج الكلور-الصودا بالخلايا الزئبقية تمثل حوالي ١٠ في المائة من طاقة الإنتاج على الصعيد العالمي. وأما في اليابان، فلم تعد تُستعمل عملية الخلايا الزئبقية منذ عام ١٩٨٦. وفي بداية عام ٢٠١٠، كان ما نسبته ٣١ في المائة من طاقة إنتاج الكلورين الأوروبية يستند إلى تكنولوجيا الخلايا الزئبقية. وقد أعرب صانعو الكلورين الأوروبيون عن التزامهم الطوعي باستبدال أو إغلاق كل معامل الكلور-الصودا القائمة على الخلايا الزئبقية بحلول العام ٢٠٢٠ (يوروكلور، ٢٠١٠). وفي الولايات المتحدة، انخفض استخدام عملية الخلايا الزئبقية من ١٤ مرفقاً في عام ١٩٩٦ إلى خمسة مرافق في عام ٢٠٠٧ (معهد الكلورين، ٢٠٠٩). ووفقاً للمعلومات المستمدّة من المجلس العالمي المعني بالكلورين، بلغ إجمالي النفايات الصلبة المتأتية من وحدات إنتاج الكلور- الصودا في أوروبا ٢٩٣ ٤٣ طناً في عام ٢٠٠٩. وإذا ما أُدرجت أمريكا الشمالية والهند وروسيا والبرازيل والأرجنتين وأوروغواي، فإن الإجمالي المبلَّغ عنه من حجم النفايات المولّدة من هذا القطاع هو ٩٥٤ ٦٩ طناً في عام ٢٠٠٩.[١٢] ولم يُبلَّغ عن كمية النفايات المولَّدة من وحدات إنتاج أخرى حول العالم.

٩٥- وقد تشمل النفايات الملوّثة بالزئبق المولَّدة من معامل إنتاج الكلور - الصودا: الحمأة شبه الصلبة من المياه، والأجاج والمعالجة الكاوية، والغرافيت والكربون المنشَّط من المعالجة الغازية، والمخلّفات المتأتية من التقطير والزئبق في خزانات/حفر التجميع. وإضافة إلى رصد التسرّبات المحتملة وإلى تدابير الإدارة والصيانة الجيدة، فإن خفض تبخّر الزئبق وتحسين مراقبة انبعاثات الزئبق والتحكّم بها واسترداد الزئبق من مياه النفايات والغرافيت والكربون من معالجة غاز المداخن والمعالجة الكاوية يمكن أن تؤدي كلها إلى خفض الزئبق. وللاطلاع على مزيد من المعلومات، ينبغي الرجوع إلى الموقع الإلكتروني أو الوثيقتين التاليتين:

(أ) المفوضية الأوروبية (٢٠٠١) European Commission (2001): الوثيقة المرجعية الخاصة بالدمج المتكامل بين منع التلوّث والتحكّم به عن أفضل التقنيات المتاحة في الصناعة التحويلية للكلور-الصودا [الجاري تحديثها حالياً]؛

(ب) الشراكة العالمية بشأن الزئبق- قطاع إنتاج الكلور والصوديوم: http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/Chloralkali Sector/tabid/3560/language/en-US/Default.aspx. (يحتوي هذا الموقع الإلكتروني على أكثر من ٢٠ مبدأ توجيهي بشأن هذا القطاع)

(١٢) http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Mercury/Documents/chloralkali/WCC_Hg_reporting2009.pdf.

٢ - منع توليد النفايات وخفضه إلى أدنى حد بشأن المنتجات المضاف إليها الزئبق

٩٦- الأخذ بالبدائل الخالية من الزئبق وحظر المنتجات المضاف إليها الزئبق طريقتان هامتان لمنع توليد النفايات المحتوية على الزئبق. وكتدبير انتقالي، فإن وضع حدود قصوى تقيّد محتوى الزئبق في المنتجات هي أيضاً طريقة من شأنها أن تساعد على خفض توليد النفايات المحتوية على الزئبق، إذا لم يُتح وجود بدائل خالية من الزئبق أو إذا كان التخلّص التدريجي منه يستغرق وقتاً طويلاً. ويمكن تسهيل الاستعاضة عن المنتجات المضاف إليها الزئبق بالبدائل الخالية من الزئبق أو المخفّضة الزئبق من خلال اتباع أسلوب الشراء الأخضر.

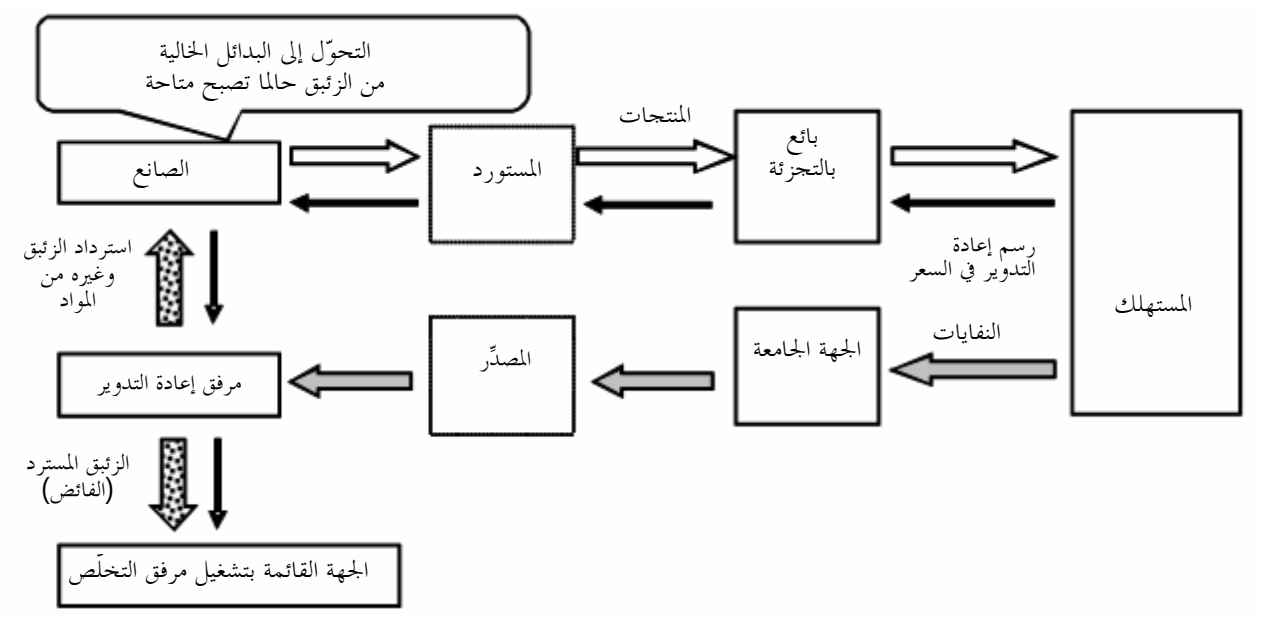
٩٧- وفي الأحوال التي لا تزال فيها المنتجات المضاف إليها الزئبق قيد الاستعمال، فإن من المستحسن إنشاء نظام مغلق آمن بشأن استخدام الزئبق. وينبغي منع تلوّث مجاري النفايات بالزئبق من خلال:

(أ) لمنتجات الخالية من الزئبق؛

(ب) وضع حدود قصوى لمحتوى الزئبق في المنتجات؛

(ج) المشتريات.

٩٨- وينبغي فصل وجمع النفايات المحتوية على الزئبق، ثم ينبغي أيضاً استرداد الزئبق من النفايات وإعادة استعماله لأغراض الإنتاج (بدلاً من استعمال الزئبق الأولي (البكر)، أو التخلّص منه بطريقة سليمة بيئياً (انظر الشكل-٣). وينبغي استخدام مسؤولية المنتجين الموسَّعة (EPR) كأداة لتشجيع إنتاج منتجات خالية من الزئبق أو تحتوي على قليل من الزئبق وجمع المنتجات المنتهية صلاحيتها.



الشكل ٣ - نظام مغلق لاستخدام الزئبق

(أ) المنتجات الخالية من الزئبق

٩٩- يتوقّف استبدال الزئبق في المنتجات على عوامل مثل تكلفة المنتَج، وتأثيره على البيئة وعلى الصحة البشرية، والتكنولوجيا، والسياسات العامة الحكومية، واقتصادات الإنتاج الكبير. وتُتاح الآن أنواع كثيرة من البدائل الخالية من الزئبق. وتوجد معلومات تفصيلية عن البدائل الخالية من الزئبق في المنشورات التالية:

(أ) تقرير عن المنتجات والعمليات الرئيسية المحتوية على الزئبق، وبدائلها، والخبرة المكتسبة في التحوّل إلى المنتجات والعمليات الخالية من الزئبق (UNEP 2008b)؛

(ب) خيارات بشأن خفض استعمال الزئبق في المنتجات والتطبيقات، ومصير الزئبق المتداول من قبلُ في المجتمع (المفوضية الأوروبية، ٢٠٠٨) (European Commission 2008)؛

(ج) دراسة تحقيقية لبدائل المنتجات المحتوية على الزئبق، مُعدّة لصالح وزارة حماية البيئة في ولاية ماين (غاليغان وآخرون، ٢٠٠٣)، مركز لوويل للإنتاج المستدام، جامعة لوويل، ماسالموسيتس، ٢٠٠٣، http://www.maine.gov/dep/mercury/lcspfinal.pdf.

(ب) وضع حدود قصوى تقيّد محتوى الزئبق في المنتجات

١٠٠- ينبغي إرساء حدود تقييدية لمحتوى الزئبق في المنتجات المضاف إليها الزئبق، وذلك إلى حين حظرها أو التخلّص منها تدريجياً، لأنها تؤدي إلى التقليل من الزئبق المستخدم في مرحلة الإنتاج، مما يؤدي كذلك إلى التقليل من الزئبق الذي ينبعث طوال مراحل دورة حياة المنتج بكاملها. ويمكن إنجاز وضع حدود قصوى لمحتوى الزئبق من خلال اشتراط متطلّبات قانونية (انظر الأمثلة في القسم الثالث، باء، ٢، الوارد لاحقاً)، أو من خلال تطبيق إجراءات عمل طوعية في إطار خطة إدارية معلنة على الجمهور بشأن البيئة/الزئبق من جانب قطاع الصناعة. وحسبما ذُكر سابقاً، فقد أُقرّت متطلّبات قانونية بشأن الحدّ الأقصى من مقدار الزئبق في كل وحدة فيما يخص البطاريات والمصابيح الفلورية في الاتحاد الأوروبي بشأن كل من هذين المنتجين، وكذلك في عدة ولايات أمريكية بشأن المنتج المذكور أولاً. وأما في اليابان فإن الحدود القصوى لمحتوى الزئبق في المصابيح الفلورية تقوم بوضعها الرابطة الصناعية المناظِرة لقطاع الإنتاج المعني، وقد اعتمدت الحكومة الوطنية حدوداً تقييدية من هذا القبيل باعتبارها معايير تُتَّبع في اختيار المصابيح الفلورية تطبيقاً لأسلوب الشراء الأخضر.

١٠١- وبغية الحدّ من استعمال الزئبق في المصابيح الفلورية، عمد الصانعون إلى تطوير التكنولوجيات الخاصة بهم من أجل ضمان الالتزام بمقدار محددة من الزئبق المُدخَل في كل مصباح، وذلك لكي يكون المقدار الأقصى الضروري من الزئبق الموجود ملائماً للأداء اللازم لكل مصباح. وتشمل الأمثلة على حقن المقادير الدقيقة من الزئبق في المصابيح استعمال ملغمة الزئبق، وكُريات خليطة من الزئبق، وحلقات خليطة من الزئبق، وكبسولات من الزئبق بدلاً من حقن عناصر الزئبق (وزارة البيئة، اليابان، ٢٠١٠).

١٠٢- ويمكن أن ينطوي استعمال جرعات محددة من ملغمة الزئبق على مزايا من حيث البيئة والأداء علاوة على استعمال عناصر الزئبق طوال مراحل دورة حياة المصابيح الفلورية المدمّجة وغيرها من أنواع المصابيح المضاف إليها الزئبق ومن مواطن قوة هذا الأسلوب الحرص على التقليل إلى أدنى حد من تعرّض العمال والمستهلكين، وكذلك الإطلاقات في البيئة - لبخار الزئبق أثناء مراحل الصنع

والنقل والتمديد والتخزين وإعادة التدوير والتخلّص، وخصوصاً حينما تتكسّر هذه المصابيح. وإضافة إلى ذلك، فإن هذه الطريقة في تحديد الجرعات بدقّة تمكّن الصانعين من إنتاج المصابيح الفلورية المدمجة التي تحتوي على درجات منخفضة جداً من الزئبق (ميليغرامين أو أقل)، مع الحرص في الوقت نفسه على الوفاء بمتطلبات أداء هامة، بما في ذلك الكفاءة العالية وطول حياة المصباح.

(ج) المشتريات

١٠٣- ينبغي التشجيع على وضع برامج مشتريات بشأن المنتجات الخالية من الزئبق بغية متابعة مسار منع توليد النفايات والترويج لاستعمال المنتجات الخالية من الزئبق والمنتجات المحتوية على قدر أقل من الزئبق. كما ينبغي أن تهدف الممارسات المتبعة في الشراء إلى ''شراء المنتجات الخالية من الزئبق''، ما عدا في الحالات القليلة التي لا تتوافر فيها عملياً أو تكنولوجياً بدائل للمنتجات المضاف إليها الزئبق - أو ''شراء منتجات يقلّ فيها محتوى الزئبق إلى أدنى حد''.

١٠٤- كذلك فإن كبار مستعملي المنتجات المضاف إليها الزئبق، كالمؤسسات الحكومية ومرافق الرعاية الصحية، يمكنهم أن يقوموا بدور هام في حفز الطلب على المنتجات الخالية من الزئبق، وذلك بتنفيذ برامج تُعنى بالمشتريات الخضراء. وفي بعض الحالات، يمكن اللجوء إلى الحوافز المالية من أجل التشجيع على تطبيق برامج المشتريات الخضراء. ولقد دعّم البعض من الولايات المتحدة الأمريكية مثلا شراء ترمومترات خالية من الزئبق.

٣ - مسؤولية المنتجين الموسَّعة

١٠٥- يُعرَّف مفهوم مسؤولية المنتجين الموسّعة (EPR) بأنه ''نهج في السياسة العامة البيئية يوسّع فيه نطاق مسؤولية المنتجين عن المنتَجات لكي يشمل مرحلة ما بعد الاستهلاك من دورة حياة المنتَج. ويعتبر ''المنتج''[١٣] مالك الصنف التجاري أو مستورده ما عدا في حالات التعبئة والتغليف، أما في الحالات التي لا يكون فيها مالك الصنف التجاري محددا بصورة واضحة كما هو الحال بالنسبة إلى الإلكترونيات، سيعتبر صانع الصنف التجاري (ومستورده) منتجه (منشور منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ٢٠٠١ أ). وبرامج مسؤولية المنتجين الموسّعة تنقل المسؤولية عن إدارة المنتجات حتى نهاية حياتها إلى المنتِج الذي يُعرِض المنتَج لأول مرة في السوق وخارج نطاق البلديات، وتقدّم حوافز للمنتجين من أجل دمج الاعتبارات البيئية في صلب تصاميم منتجاتهم، وذلك لكي يتسنى لهم دمج التكاليف البيئية التي تترتّب على المعالجة والتخلّص في صلب تكلفة المنتَج. ويمكن تنفيذ برامج مسؤولية المنتجين الموسَّعة من خلال اتبّاع نهوج إلزامية أو متفاوَض عليها أو طوعية. ويمكن أن تكون برامج الجمع بالاستعادة جزءا من برامج مسؤولية المنتجين الموسّعة (انظر الفصل (واو)، ٣، (ب) د).

١٠٦- وتبعاً لتصميم برامج مسؤولية المنتجين الموسّعة، فإنها يمكن أن تحقّق عدداً من الأهداف: (١) التخفيف على الحكومة المحلية من الأعباء المالية، وفي بعض الحالات من الأعباء التشغيلية، التي تترتّب على التخلّص من النفايات/المنتجات/المواد؛ (٢) تشجيع الشركات على تصميم منتجات تصلح لإعادة استخدامها وإعادة تدويرها، وكذلك للتقليل من المواد اللازمة لها (من حيث الكمية

(١٣) ينص توجيه اللجنة الأوروبية (2000/98/EC) على أن أي شخص طبيعي أو قانوني يقوم على نحو مهني بتطوير منتجات أو تصنيعها أو معالجتها أو بيعها أو استيرادها يكون قد وسّع مسؤولية المنتِج.

والخطورة)؛ (٣) دمج تكاليف إدارة النفايات في صلب سعر المنتَج؛ (٤) الترويج للابتكارات في تكنولوجيا إعادة التدوير. وهذا من شأنه أن يروّج للأسواق التي تتبدّى فيها العناية بتأثير المنتجات في البيئة (OECD 2001a). وهنالك توصيفات تفصيلية لمخططات مسؤولية المنتجين الموسّعة متاحة في عدة منشورات صادرة عن المنظمة (OECD).[١٤]

١٠٧- وينبغي أن تضع السلطات البيئية أطرا تنظيمية تنص على مسؤوليات أصحاب المصلحة المعنيين، والمعايير المتعلقة بمحتويات الزئبق وإدارة المنتجات، ومكونات برامج مسؤولية المنتجين الموسّعة، وأن تشجّع مشاركة الأطراف المعنية والجمهور. كما ينبغي أن تكون مسؤولة عن رصد أداء برامج مسؤولية المنتجين الموسّعة (مثلاً من حيث مقدار النفايات المجمّعة، ومقدار الزئبق المستَرد، والتكاليف المتكبَّدة في عمليات الجمع وإعادة التدوير والتخزين)، وعن تقديم توصيات بإدخال تغييرات على هذه البرامج حسبما تقتضيه الضرورة. وينبغي أن تقع المسؤولية على جميع منتجي المنتجات المعنية وألاّ يُسمَح بوجود مستفيدين بلا مقابل (المنتجون الذين لا يتقاسمون مسؤولياتهم) من هذه البرامج، وإلا سيضطر منتجون آخرون على تحمل أعباء لا تتناسب وحصتهم من أسواق المنتجات.

١٠٨- وفي الاتحاد الأوروبي، على سبيل المثال، تُعدّ المصابيح الفلوريّة، بما في ذلك المصابيح الفلورية المدمجة، نوعاً من المنتجات الخاضعة لمتطلّبات التوجيه الإداري الخاص بنفايات المعدّات الكهربائية والإلكترونية (WEEE). ويتطلّب هذا التوجيه الإداري أن يكون المنتِج مسؤولاً عن إدارة تجهيزات كهربائية وإلكترونية تحتوي على مكونات منها الزئبق، وذلك طوال دورة حياتها. وتشمل الأمثلة الأخرى على برنامج مسؤولية المنتجين الموسّعة الخاص بالبطاريات، في الاتحاد الأوروبي، والبرنامج الخاص بالمصابيح الفلورية والبطاريات في جمهورية كوريا[١٥]

واو - المناولة، والفصل، والجمع، والتعبئة والتغليف، ووضع البطاقات التعريفية، والنقل، والتخزين

١٠٩- إن الإجراءات التي تُتَّبع بشأن مناولة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وفصلها، وجمعها، وتعبئتها وتغليفها، ووضع البطاقات التعريفية عليها، ونقلها، وتخزينها، ريثما يتم التخلّص منها، مماثلة للإجراءات المتَّبعة بشأن النفايات الخطرة الأخرى. علماً بأن للزئبق بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية التي تتطلب تدابير احترازية وتقنيات مناولة إضافية؛ وأما في شكله العنصري، فهو قابل لتمييزه على نطاق واسع. وإضافة إلى ذلك، فإن تقنيات ومعدات القياس الميدانية والمختبرية الدقيقة العالية مستوى التطور يمكن، عند توافرها، أن تجعل إجراءات التفتيش والرصد والخاصة بالانسكابات مباشِرة نسبياً.

١١٠- وتُقدَّم في هذا القسم إرشادات توجيهية محدّدة بشأن مناولة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، ولكنْ لا بدّ لمولِّدي النفايات من الرجوع إلى المتطلبات المحددة من جانب سلطاتهم الوطنية والمحلية ومن التقيّد بها. وأما بخصوص نقل النفايات

(١٤) http://www.oecd.org/document/19/0,3746,en_2649_34281_35158227_1_1_1_1,00.html.

(١٥) معلومات متاحة على الموقع الشبكي:
http://eng.me.go.kr/content.do?method=moveContent&menuCode=pol_rec_pol_rec_sys_responsibility.

الخطرة وحركتها عبر الحدود، فينبغي الرجوع إلى الوثائق التالية من أجل تقرير المتطلبات المحددة الخاصة بذلك:

(أ) اتفاقية بازل: دليل التنفيذ (أمانة اتفاقية بازل، ١٩٩٥أ) (SBC 1995a)؛

(ب) المنظمة البحرية الدولية، المدونة الدولية للسلع الخطرة ٢٠٠٢ (IMO 2002)؛

(ج) منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)، التعليمات التقنية بشأن نقل السلع الخطرة عن طريق الجو (ICAO 2001)؛

(د) اتحاد النقل الجوي الدولي (IATA)، اللوائح التنظيمية للسلع الخطرة، دليل عملي (IATA 2007)؛

(هـ) لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا، توصيات الأمم المتحدة بشأن نقل السلع الخطرة، قواعد نموذجية (UNECE 2007).

١ - المناولة

١١٠- ينبغي لأولئك الذين يقومون بمناولة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق أن يوجّهوا الانتباه إلى قضية منع تبخّر عناصر الزئبق وتسرّبها إلى البيئة. كما ينبغي أن توضع هذه النفايات في حاويات مُحكَمة السَّد لمنع تسرّب الغازات والسوائل، وأن تكون مميّزة بعلامات تبيّن أنها تحتوي على عناصر زئبق ''سامة''.

١١٢- وينبغي للمستعملين النهائيين أن يحرصوا على الأمان في مناولة نفايات المنتجات المضاف إليها الزئبق، وأن يحولوا دون تفتّتها أو تعرّضها للضرر على أيّ نحو، ومنها مثلاً المصابيح الفلورية وأجهزة تثبيت الحرارة (الترموستات) والأجهزة الكهربائية والإلكترونية وغيرها. وكذلك ينبغي مناولة نفايات المنتجات المضاف إليها الزئبق، مثل الدهانات ومبيدات الآفات، بأمان، ولا ينبغي تصريفها في البالوعات أو المراحيض أو مجاري مياه الأمطار أو غير ذلك من شبكات تجميع المياه ومجاريها. كما لا ينبغي ترك هذه النفايات تختلط بأيّ نفايات أخرى. وإذا ما تفتّتت هذه النفايات أو تسرّبت عَرَضاً، فينبغي اتّباع الإجراءات الخاصة بالتنظيف (انظر القسم الثالث - لام الوارد أدناه).

١١٣- كذلك ينبغي لمن يقومون بمناولة النفايات الملوّثة بالزئبق أن يُعنوا بعدم اختلاطها بنفايات أخرى؛ بل ينبغي وضع هذه النفايات في حاوية لمنع تسرّبها إلى البيئة.

(أ) الحدّ من تصريف الزئبق من نفايات حشوات الأسنان

١١٤- بغية الحدّ من تصريف الزئبق من نفايات معالجة الأسنان، توصي وكالة الولايات المتحدة لحماية البيئة باتّباع ممارسات مسؤولة بيئياً.[١٦] وتشمل استراتيجيات إدارة الملغمة (المزْج الملغَميّ الفِلزّي) على نحو صحيح ما يلي:

(أ) طرح فائض نفايات الملغمة في أكياس رمادية اللون. وينبغي عدم تصريف نفايات الملغمة السنّية أبداً في أكياس طبية حمراء أو في حاويات القمامة المكتبية؛

(١٦) www.epa.gov/hg/pdfs/dental-module.pdf.

(ب) ينبغي اختيار مؤسسات خدمات إعادة تدوير تتسم بالمسؤولية للقيام بجمع نفايات الملغمة السنّية - لكي تتولّى خدمات إدارة نفايات الملغمة بأمان من أجل الحدّ من مقدار الزئبق الذي يمكن أن يرجع إلى البيئة؛

(ج) ينبغي تركيب جهاز فصل في العيادات من أجل احتجاز نسبة تبلغ ٩٥ في المائة من الزئبق الذي يُطرح من العيادات السنيّة في بالوعات التصريف[١٧]؛

(د) ينبغي تثقيف وتدريب العاملين بشأن الإدارة الصحيحة لعملية الملغمة السنيّة في العيادات.

٢ - الفصل

١١٥- فصل وجمع النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق عاملان رئيسيان في الإدارة السليمة بيئياً، وذلك لأن هذه النفايات إذا ما تمّ تصريفها باعتبارها نفايات بلدية صلبة (MSW) فقط من دون أي فصل، فإن محتواها من الزئبق قد يُطلق في البيئة نتيجة لردم النفايات أو حرقها وترميدها. وينبغي جمع النفايات مع فصلها عن النفايات الأخرى من دون التسبّب بتفتّت أو تلوّث فيزيائي. ويُوصى بجمع هذه النفايات من المنازل وغيرها من أماكن توليد النفايات، مثل الشركات والحكومات والمدارس والمؤسسات الأخرى على نحو فصل، لأن مقدار النفايات المولَّدة من القطاعين تتباين.

١١٦- وينبغي النظر بعين الاعتبار إلى البنود التالية عند تنفيذ برامج الجمع على النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وخصوصاً من المنتجات المضاف إليها الزئبق:

(أ) الإعلان عن البرنامج وتحديد مواقع المستودعات، والفترات الزمنية المخصصة للجمع لكل مالكي النفايات المحتملين؛

(ب) إتاحة وقت كاف لبرنامج الجمع لكي يستكمل جمع كل هذه النفايات؛

(ج) شمول البرنامج، بقدر ما هو ممكن عملياً، جمع كل هذه النفايات؛

(د) توفير حاويات مقبولة ومواد نقل آمنة لمالكي أيّ نفايات من هذا القبيل تحتاج إلى إعادة تغليفها أو جعلها آمنة للنقل؛

(هـ) إنشاء آليات جمع بسيطة، ومنخفضة التكاليف؛

(و) ضمان أمان كل أولئك الذين يوصلون هذه النفايات إلى المستودعات والعمال في المستودعات؛

(ز) التأكّد من أن القائمين بالعمليات في المستودعات يستخدمون طرق معتمدة للتخلّص من النفايات؛

---

(١٧) هذا أيضاً جزء من القانون الألماني الصادر في ١٧ حزيران/يونيه ٢٠٠٤ بشأن شروط تصريف نفايات المياه في المياه ((AbwV) (انظر أيضاً الصفحة ١٠٦ من http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/wastewater_ordinance.pdf).

(ح) الحرص على أن يستوفي البرنامج والمرافق جميع المتطلبات التشريعية الواجب تطبيقها؛

(ط) التأكّد من فصل هذه النفايات من مجاري النفايات الأخرى

١١٧- كما إن وضع البطاقات التعريفية على المنتجات التي تحتوي على الزئبق يمكن أن يساعد على تأمين الفصل بينها على نحو صحيح، ومن ثم على التخلّص السليم بيئياً من المنتجات المضاف إليها الزئبق في نهاية دورة حياتها المفيدة. وينبغي للمنتجين تطبيق نظام لوضع البطاقات التعريفية أثناء مرحلة صنع المنتجات، مما يساعد في برامج الجمع/إعادة التدوير على تحديد المنتجات التي تحتوي على الزئبق وتحتاج إلى مناولة خاصة.[١٨] وقد يلزم أن يكون وضع البطاقات التعريفية ممتثلاً للوائح التنظيمية الوطنية الخاصة بالكشف عن المعلومات القائم على الحق في المعرفة بشأن وجود مواد سامة في المنتجات، وتحديد ما هي تلك المادة وتحديد خواصها. كذلك قد يكون من اللازم أن تحدّد البطاقة الملصَقة شروط الاستخدام الصحيح والعناية أثناء الاستخدام. وقد تشمل أيضاً تعليمات خاصة بإدارة التصرّف في المنتجات عند نهاية دورة حياتها، وتتضمّن إرشادات تشجّع على إعادة التدوير ومنع التخلّص من المواد على نحو غير صحيح.

١١٨- وإن تطبيق نظام لوضع البطاقات التعريفية بشأن ''المنتجات المضاف إليها الزئبق'' يمكن أن يحقّق الأهداف[١٩] التالية:

(أ) إعلام المستهلكين في موضع الشراء بأن المنتَج يحتوي على زئبق وقد يتطلّب مناولة خاصة عند نهاية دورة حياة استعماله؛

(ب) تحديد ما هي المنتجات في موضع التخلّص منها، وذلك لكي يتسنى إبعادها عن مجرى النفايات الموجّهة إلى مدافن النفايات أو المحرقة، ومن ثم لكي يعاد تدويرها؛

(ج) إعلام المستهلكين بأن المنتَج يحتوي على زئبق، وذلك لكي يكون لديهم معلومات تؤدي إلى سعيهم إلى الحصول على بدائل أكثر أماناً؛

(د) توفير الحق في المعرفة من خلال الكشف عن المعلومات بشأن وجود مادة سامة.

١١٩- ويمكن أن يعمد الصانعون إلى تبيان المنتجات المضاف إليها الزئبق وذلك بطباعة الرمز الكيميائي الدولي للزئبق "Hg" عليها. وعلى سبيل المثال، من اللازم أن تحمل هذا الرمز Ⓗⓖ كل المنتجات المضاف إليها الزئبق في الولايات المتحدة الأمريكية. وفي الاتحاد الأوروبي مثلا، ينص التوجيه

---

(١٨) على سبيل المثال، توجد مبادئ توجيهية متاحة في الموقع: www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/labelinginfo.cfm.

(١٩) على سبيل المثال، توجد مبادئ توجيهية بشأن النقاط الأربع متاحة في الموقع الشبكي: http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/labelinginfo.cfm (NEWMOA 2004).

بمقتضى قانون الترويج لفعالية لاستخدام الموارد الصادر في اليابان، يجب على الصانعين والمستوردين أن يضمنوا السلع بطاقة تعريفية تحمل الرمز (http://210.254.215.73/jeita_eps/200512jmoss/orange.jpg) J-Moss، إذا احتوى أيّ من المنتجات (الحواسيب الشخصية، والمكيّفات الهوائية، والثلاجات، والغسّالات الكهربائية، وأفران الميكروويف، ونشّافات الغسيل المنزلية) على رصاص أو زئبق أو كاديوم أو مركب الكروم سداسي التكافؤ أو ثنائي الفينيل المتعدّد البروم (PBB) و/أو أثير ثنائي الفينيل المتعدد البروم (PBDE).

الأوروبي (2006/66/EC) على طبع الرمز الكيميائي "Hg" على البطاريات المحتوية على الزئبق. كما إن استخدام شعار رمزي مشابه على بطاقات التعبئة والتغليف الخاصة بالمصابيح المتاجر بها دولياً يمكن أن يروّج للاعتراف العالمي الذي يبيّن أن المصباح يحتوي على زئبق. ويمكن إدراج معلومات إضافية باللغات المحلية المناسبة من أجل توفير مزيد من التوضيح للرمز Ⓗⓖ.

١٢٠- في الولايات المتحدة، يؤكّد فرع المصابيح (''بصيلة المصباح'') في الرابطة الوطنية لصانعي المعدات الكهربائية (NEMA) أن اتّباع نهج وطني أو دولي متوافق في وضع البطاقات التعريفية على المصابيح المحتوية على زئبق إنما هو مكوّن أساسي في المخططات الفعالة والاقتصادية الخاصة بتوزيع الإضاءة القائم على كفاءة استخدام الطاقة.[٢٠] وفي ١٨ حزيران/يونيه ٢٠١٠، أصدرت هيئة التجارة الاتحادية في الولايات المتحدة قاعدة تتطلّب أنه اعتباراً من كانون الثاني/يناير ٢٠١٢، يجب أن تشتمل تعبئة وتغليف المصابيح الفلورية المدمجة (CFL)، ومصابيح الصمّامات الثنائية الباعثة للضوء (LED)، والمصابيح الوهّاجة التقليدية، بطاقات تعريفية جديدة وذلك لمساعدة المستهلكين على اختيار أفضل المصابيح كفاءة لتلبية احتياجات الإضاءة لديهم. وفيما يخصّ المصابيح المضاف إليها الزئبق، سوف تتضمّن البطاقات والمصابيح نفسها البطاقة التالية التي تكشف المعلومات:[٢١]

يحتوي على زئبق

للاطلاع على مزيد من المعلومات بشأن التنظيف
والتخلّص الآمن، يرجى زيارة الموقع الشبكي:

epa.gov/cfl

الشكل ٤ - مثال على البطاقات التعريفية الخاصة بالمنتجات (المصابيح الفلورية)

١٢١- وعندما تُصدّر المنتجات المضاف إليها الزئبق إلى بلدان أخرى، حيث تصبح تلك المنتجات نفايات، فإنه قد لا يكون بمستطاع المستهلكين والمستعملين وغيرهم من أصحاب المصلحة المحليين أن يقرءوا البطاقات التعريفية المكتوبة باللغات الأجنبية على تلك المنتجات. وفي هذه الحالة، ينبغي للمستوردين أو المصدِّرين أو الصانعين أو الهيئات الوطنية المكلّفة بوضع البطاقات التعريفية على المنتجات أن يستخدموا لغة مناسبة و/أو محلية.

٣ - الجمع

(أ) جمع النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق

١٢٢- النفايات التي تتكوّن من عناصر الزئبق (مثلاً الصادرة عن مرفق مغلق لإنتاج الكلور-الصودا (القلويات)) تختلف نمطياً عن غيرها من النفايات الزئبقية من حيث الحجم ومن حيث الأخطار التي قد

(٢٠) www.nema.org/gov/env_conscious_design/lamps/upload/Labeling%20White%20Paper%20Final%2010%2004-2.pdf and http://www.nef.org.uk/energysaving/lowenergylighting.htm.

(٢١) http://www.ftc.gov/os/2010/06/100618lightbulbs.pdf, last visited on 29 May 2011. For information about recycling etc., see: http://www.epa.gov/cfl/cflrecycling.html.

تطرحها، إذا ما أُسيئت مناولتها. ومن ثم فإن الزئبق العنصري في شكله السائب يجب تعبئته وتغليفه بعناية في حاويات مناسبة قبل شحنه إلى المرافق المخصّصة لتخزينه أو التخلّص منه.[٢٢]

(ب) جمع النفايات المحتوية على زئبق

١٢٣- هنالك ثلاثة خيارات لجمع النفايات التي تحتوي على زئبق، مثل المصابيح الفلورية والبطاريات ومقاييس درجات الحرارة، والأجهزة الإلكترونية المترلية التي تحتوي على زئبق (ويمكن جمع البطاريات التي تحتوي على زئبق مع باقي أصناف البطاريات)؛ وتُبحث هذه الخيارات في الأقسام الثلاثة التالية.

أ - محطات جمع النفايات أو مستودعات إلقاء النفايات العابر

١٢٤- النفايات المحتوية على زئبق هي فقط التي ينبغي تصريفها في حاوية مُصمَّمة خصيصاً لهذا الغرض، في محطة أو مستودع لجمع النفايات، من أجل اجتناب اختلاط النفايات المحتوية على زئبق بغيرها من النفايات الأخرى. كما ينبغي أن يتولّى جمع النفايات المحتوية على زئبق جامعو النفايات حصراً من المأذون لهم بذلك من جانب الحكومات المحلية أو السلطات المعنية.

١٢٥- وينبغي توفير صناديق أو حاويات للنفايات التي تحتوي على زئبق، تكون متاحة للجمهور لكي يستعملها الناس في المحطات الموجودة لجمع النفايات. وينبغي أن تُستخدم حصراً حاويات ملوّنة معلَّمة للنفايات المحتوية على زئبق، مثل المصابيح الفلورية ومقاييس الحرارة والبطاريات المحتوية على زئبق. كما ينبغي أن تكون الحاويات المخصصة كلها من اللون نفسه و/أو حاملة للشعار الرمزي نفسه، بغية تسهيل توعية الجمهور أو زيادة المشاركة. كذلك ينبغي اجتناب تكسّر المصابيح الفلورية ومقاييس الحرارة، وذلك من خلال عدة سُبل ومنها التصاميم المناسبة لصناديق النفايات وتوفير معلومات مكتوبة عن إجراءات جمع النفايات. وينبغي أيضاً استخدام حاويات مختلفة لكلٍ من بُصيلات المصابيح الأنبوبية والمصابيح الفلورية المدمجة. وبخصوص هذه المصابيح الفلورية المدمجة، من المهم الحرص على التقليل إلى أدنى حد من وقوع المصابيح العَرضي، وذلك بتركيب عَوارض أو فتحات قلاّبة طرية وانزلاقية. وبدلاً من ذلك، يمكن توفير صناديق ذات فتحات صغيرة تستدعي من المستعملين أن يتوّخوا العناية في وضع مصابيحهم المستهلكة فيها من دون تكسّرها. ويتمثل خيار آخر للتقليل من التكسير إلى أقصى حد في أن يُسلّم المستهلِك المصابيح الفلورية إلى عمال مختصين في محطة تجميع لوضعها في صندوق. وفي حال تكسّر المصابيح فعلاً، فينبغي المبادرة فوراً إلى تهوية البقعة، وينبغي إعلام الموظفين المسؤولين بذلك من أجل اتّباع إجراءات التنظيف.[٢٣]

---

(٢٢) توفر وزارة الطاقة في الولايات المتحدة توجيهات إرشادية تفصيلية بشأن الحرص على الأمان في مناولة وتخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق، في الموقع الشبكي التالي:

http://mercurystorageeis.com/Elementalmercurystorage%20Interim%20Guidance%20(dated%202009-11-13).pdf and: http://mercurystorageeis.com/Volume%201-Final%20Mercury%20Storage%20EIS.pdf

(٢٣) تنظيف شظايا المصابيح الفلورية المدمجة (CFL) المتكسّرة، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (US EPA)، انظر الموقع الشبكي: http://www.epa.gov/cfl/cflcleanup.html; *Shedding Light on Mercury Risks from CFL Breakage*, Mercury Policy Project, February 2008, see: http://mpp.cclearn.org/wp-content/uploads/2008/08/final_shedding_light_all.pdf,, German Environment Protection (باللغة الألمانية) Agency, see: http://umweltbundesamt.de/energie/licht/hgf.htm (in German).

ب - جمع النفايات في الأماكن العمومية أو متاجر البيع

١٢٦- النفايات المحتوية على زئبق، وخصوصاً المصابيح الفلورية وأجهزة تنظيم الحرارة والبطاريات الزئبقية المستعملة من قبلُ ومقاييس الحرارة يمكن جمعها عن طريق مركبات مصممة خصيصاً لذلك أو جمعها في الأماكن العمومية أو متاجر البيع، ومنها مثلاً دور البلديات والمكتبات العامة وغيرها من المباني العمومية، ودكاكين الأجهزة الإلكترونية، والمخازن الكبرى وغيرها من منافذ البيع بالتجزئة، ولكن شريطة توفير حاويات مناسبة لجمع النفايات هنالك. وينبغي تصميم صناديق أو حاويات منفصلة لجمع هذه النفايات بما يتوافق مع خصائصها ومن أجل التقليل إلى أدنى حد من تكسّرها. كما ينبغي الاقتصار على استخدام حاويات مصمّمة خصيصاً لهذا الغرض وتكون قابلة لاحتواء البخار المحتوي على زئبق الصادر من المصابيح المتكسّرة في مواضع جمع النفايات العمومية.[٢٤] وكذلك ينبغي أن يكون بمستطاع المستهلكين أن يأخذوا المصابيح الفلورية والبطاريات الزئبقية ومثبّتات درجات الحرارة ومقاييس الحرارة الزئبقية إلى تلك الأماكن للتخلّص منها مجاناً. وينبغي أن يتولّى جامعو نفايات مأذون لهم بممارسة هذا العمل، ومنهم مثلاً جامعو النفايات التابعون للبلديات أو التابعون للقطاع الخاص (مثلاً جامعي النفايات الموثوقيين من جانب منتجي هذه المنتجات) هم أنفسهم جمعَ النفايات في صناديق أو حاويات جمع النفايات.

١٢٧- وينبغي أيضاً رصد صناديق أو حاويات النفايات المحتوية على زئبق، وذلك لاجتناب إيداع أيّ نفايات أخرى داخلها. وكذلك ينبغي لصق بطاقات تعريفية على هذه الصناديق والحاويات ووضعها داخل المباني المختلفة، مثل المباني العمومية والمدارس ومتاجر البيع، حيث يمكن مراقبتها في مكان جيد التهوية أو خارج المبنى مثلا في مكان مغطّى ومحمي.

ج - جمع النفايات من المنازل بواسطة جامعي النفايات

١٢٨- يمكن تطبيق مخططات جمع النفايات من المنازل بواسطة جامعي النفايات المأذون لهم بالقيام بذلك، بخصوص نفايات معيّنة، مثل النفايات الإلكترونية. وبغية ضمان تحقيق الكفاءة في جمع النفايات المحتوية على زئبق بواسطة جامعي النفايات المحليين، سوف يكون من اللازم اتخاذ مبادرة خاصة أو إيجاد آلية قانونية في هذا الصدد: وعلى سبيل المثال، لا بدّ للحكومات أو منتجي المنتجات المضاف إليها الزئبق أو هيئات أخرى معنية أن توفّر ترتيبات لجمع النفايات المحتوية على زئبق بواسطة جامعي نفايات محليين.

د - برنامج الجمع بالاستعادة

١٢٩- برامج الاستعادة يمكن أن تشير إلى جملة متنوّعة من البرامج التي توضع من أجل تحويل خط المنتجات من مسار النفايات لأغراض إعادة تدويرها أو إعادة استعمالها أو تجديدها أو استردادها، في بعض الحالات. وكثيراً ما تكون برامج الاستعادة مبادرات طوعية يقدّمها القطاع الخاص (مثلاً الصانعين أو تُجار التجزئة في بعض الحالات)، بما يتيح الفرصة للمستهلكين لإعادة المنتجات المستعملة من قبلُ، عند مواضع الشراء أو في بعض المرافق المحدّدة الأخرى. وبعض برامج الاستعادة يعرض حوافز مالية على المستهلكين، وبعضها يمكن أن تديره أو تسيّره الحكومات (مثلاً مستودعات القناني)، وبعضها الآخر يمكن أيضاً أن يهدف إلى تقديم تمويل جزئي لأنشطة التخلّص من المخلّفات أو إعادة

(٢٤) انظر Glenz, T. G., Brosseau, L.M., Hoffbeck, R.W. (2009).

تدويرها. ويمكن القول عموماً بأن برامج الجمع بالاستعادة تركّز على المنتجات الاستهلاكية التي تُستخدم على نطاق واسع (هوندا، ٢٠٠٥)، ومنها مثلاً البطاريات والمفاتيح الكهربائية ومُثبِّتات درجات الحرارة (التيرموستات) والمصابيح الفلورية وغير ذلك من المنتجات المضاف إليها الزئبق.

١٣٠- وبطريقة مختلفة يجمع المنتج المصابيح الفلورية المستعملة ويعيد تدويرها من خلال نظم تأجير المصابيح الفلورية لمنشآت الأعمال التجارية في اليابان، ومنها مثلاً مؤسسة أكاري أنشين للخدمات (باناسونِك، ٢٠٠٩)، ومؤسسة هيتاتشي لخدمات الإضاءة المتكاملة (هيتاتشي، ٢٠٠٦).

(ج) جمع النفايات الملوّثة بالزئبق

١٣١- وحدات معالجة نفايات مجاري الصرف ووحدات حرق النفايات وترميدها تُصمَّم عموماً بحيث تشتمل على معدات خاصة لجمع حمأة مجاري الصرف ونفايات الرماد والمخلّفات التي قد تكون محتوية على مقادير نزرة من الزئبق، وكذلك المعادن الثقيلة الأخرى. وإذا ما تجاوزت تركّزات الزئبق في هذه النفايات درجات معايير النفايات الخطرة، فينبغي جمع هذه النفايات منفصلة عن غيرها.

٤ - التعبئة والتغليف ووضع البطاقات التعريفية

١٣٢- فيما يخص نقل النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق من مباني المرافق التي تولّد هذه النفايات أو مواضع جمع النفايات العمومية إلى مرافق معالجة النفايات، ينبغي تعبئة وتغليف هذه النفايات ولصق البطاقات التعريفية عليها على نحو صحيح. وكثيراً ما تخضع إجراءات تعبئة وتغليف النفايات ولصق البطاقات التعريفية عليها، من أجل نقلها، للمراقبة بموجب التشريعات الوطنية الخاصة بنقل النفايات المحفوفة بالمخاطر أو السلع الخطرة؛ وينبغي الرجوع إلى تلك التشريعات أولاً. وإذا لم يكن هنالك أي تعليمات أو ما يكفي من التعليمات، فينبغي الرجوع إلى المطبوعات المرجعية الصادرة عن اتحاد النقل الجوي الدولي (IATA) والمنظمة البحرية الدولية (IMO) ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (UNCE). وقد وُضعت معايير قياسية دولية بشأن مناولة النفايات والتعرّف عليها على نحو صحيح. وفيما يلي بعض المواد المرجعية المفيدة:

(أ) لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا ٢٠٠٣ UNECE (2003): النظام المنسَّق عالمياً لتصنيف المواد الكيميائية ووسمها؛

(ب) منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ٢٠٠١ ب OECD (2001b): النظام المتكامل المنسَّق لتصنيف المواد والخلائط الكيميائية ذات المخاطر على الصحة البشرية والبيئة.

٥ - النقل

١٣٣- يجب نقل النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق بطريقة سليمة بيئياً لتحاشي الانسكابات العارضة ومن أجل تتبّع مسار نقلها ومآلها النهائي على نحو مناسب. ويتعين قبل النقل، إعداد خطط طوارئ من أجل التقليل إلى أدنى حد من الآثار البيئية المرتبطة بالانسكابات، والحرائق وحالات الطوارئ الأخرى التي قد تحدث أثناء عملية النقل. كما يجب أثناء النقل تعريف وتعبئة ونقل هذه النفايات طبقاً ''لتوصيات الأمم المتحدة بشأن نقل البضائع الخطرة: القواعد النموذجية (الكتاب البرتقالي)''. على أن يكون الأشخاص القائمون بنقل هذه النفايات مؤهَّلين ومعتمدين بصفتهم ناقلي مواد ونفايات خطرة.

١٣٤- وينبغي اعتماد الشركات التي تنقل النفايات داخل بلدانها بصفتها ناقلات للمواد والنفايات الخطرة، وينبغي أن يكون موظفوها مؤهَّلين. كما ينبغي للشركات الناقلة أن تُعنى بإدارة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق بطريقة تحول دون تكسّرها أو إطلاق مكوّناتها في البيئة أو تعرّضها للرطوبة.

١٣٥- يمكن الحصول على توجيهات إرشادية بشأن النقل الآمن للمواد الخطرة من اتحاد النقل الجوي الدولي، (IATA)، والمنظمة البحرية الدولية (IMO)، ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (UNECE) ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO).

٦ - التخزين

(أ) تخزين النفايات المحتوية على زئبق من جانب الأطراف المولِّدة للنفايات في انتظار جمعها

١٣٦- قيام الجهات المولِّدة للنفايات بتخزين هذه النفايات في انتظار جمعها يعني تخزين النفايات المحتوية على الزئبق تخزيناً مؤقتاً في منشآت الطرف المولّد للنفايات قبل أن يتم جمع النفايات لغرض التخلّص منها. وينبغي تخزين النفايات المحتوية على الزئبق تخزيناً آمناً، كما ينبغي إبقاؤها بعيداً عن غيرها من النفايات إلى حين جلبها إلى محطات أو مرافق تجميع النفايات أو التقاطها بواسطة القائمين على برامج الجمع أو المتعاقدين للقيام بهذه الأعمال. ومن ثم ينبغي أن يتولى الأطراف المولِّدون للنفايات تخزينها لفترة محدودة من الزمن، حسبما تسمح به المعايير الوطنية، ثم تُرسَل في أي حال للتخلّص منها على نحو مناسب في أقرب وقت ممكن عملياً.

١٣٧- كذلك فإن النفايات المترلية المحتوية على زئبق، وخصوصاً المصابيح الفلورية وغيرها من المصابيح، والبطاريات المحتوية على الزئبق، ومقاييس الحرارة المحتوية على الزئبق، ينبغي تخزينها مؤقتاً بعد تعبئتها وتغليفها بطريقة مناسبة، وعلى سبيل المثال باستخدام عبوات المنتَجات الجديدة أو الصناديق التي تلائم شكل النفاية. وأيّ أجهزة زئبقية تُكسر في أثناء مناولتها، ينبغي تنظيفها تماماً وينبغي تخزين كل مواد التنظيف في مكان خارجي إلى حين جمعها من أجل مواصلة تدابير إدارة التصرّف فيها.[٢٥] والنفايات السائلة التي تحتوي على زئبق، كالدهانات ومبيدات الآفات، ينبغي إبقاؤها في حاوياتها الأصلية وإغلاق أغطيتها بإحكام. ولا ينبغي وضع الحاويات والعبوات المغلقة على نفايات تحتوي على زئبق مع غيرها من النفايات؛ بل ينبغي لصق بطاقات تعريفية عليها وتخزينها في مكان جاف من قبيل مستودع أو أيّ حيّز مكاني آخر لا يتردد إليه الناس عادةً.

١٣٨- إضافةً إلى التوجيهات الإرشادية المذكورة في الفقرتين الواردتين أعلاه، سوف يكون من اللازم أيضاً لكبار مستعملي هذه المواد، كالحكومات ومنشآت الأعمال التجارية والمدارس، أن يخططوا لتخزين كميات كبرى من النفايات المحتوية على زئبق. وفي حال عدم توافر صناديق أو عبوات أصلية، فينبغي شراء حاويات مصمَّمة خصيصاً لتخزين النفايات المحتوية على زئبق (مثلاً حاويات للمصابيح الفلورية). كما ينبغي لصق البطاقات التعريفية على الحاويات والصناديق الخاصة بتخزين النفايات المحتوية على زئبق، وينبغي تأريخها وخزنها في مكان جاف. ويوصى بتخصيص حيز مكاني منفصل أو غرفة لتخزين هذه

(٢٥) ينبغي تخزين المواد في مكان خارجي وذلك لأن كثيراً من الحاويات الشائع توافرها، مثل الأكياس البلاستيكية قابلة للنفاذ بالبخار الزئبقي، انظر إدارة حماية البيئة في ماين (Maine DEP) (٢٠٠٨).

النفايات. وثمة توجيهات إرشادية أعدّها مرفق البيئة العالمية (GEF) بشأن النفايات الزئبقية المولَّدة عن مرافق الرعاية الصحية.[٢٦] وتقدّم نصائح تفصيلية في هذا الخصوص، قد يمكن تطبيقها على كثير من المرافق التجارية التي تتولّد عنها نفايات أجهزة زئبقية.

(ب) تخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق في انتظار عمليات التخلّص منها

١٣٩- يشمل هذا القسم مسألة تخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، بعد جمعها وقبل التخلّص منها، حسبما يرد على وجه التحديد في الفقرة ١٤٨. وينبغي من ثَم الامتثال إلى المتطلّبات التقنية الخاصة بتخزين النفايات الخطرة، بما في ذلك المعايير القياسية واللوائح التنظيمية الوطنية، وكذلك اللوائح التنظيمية الدولية. وينبغي العناية باجتناب تلوّث أيّ مواد أخرى بهذه النفايات.

أ - الاعتبارات التقنية والتشغيلية الخاصة بمرافق التخزين

١٤٠- بالنسبة إلى موضوع تحديد مواقع مرافق التخزين وتصميمها، فإنه ينبغي ألاّ تُبنى هذه المرافق في مواضع حساسة، مثل مناطق السهول الفيضية والأراضي الرطبة والمياه الجوفية والزلازل وأراضي الأحجار الجيرية (الكاراست) والأراضي غير المستقرة، أو المناطق ذات الأحوال الجوية غير المؤاتية أو التي تُستخدم فيها الأراضي على نحو غير متوافق، وذلك لاجتناب أي مخاطر شديدة في احتمال إطلاق الزئبق وتعرّض البشر والبيئة لتأثيره. كما ينبغي تصميم مساحة التخزين على نحو يضمن عدم حدوث ردود فعل كيميائية أو فيزيائية من جراء الزئبق. كذلك ينبغي تغطية أرضيات مرافق التخزين بمواد مقاومة للزئبق. وينبغي تجهيز مرافق التخزين بنظم إنذار من الحرائق ونظم إخماد الحرائق، وأن تكون في بيئات سالبة الضغط، لاجتناب انبعاث الزئبق إلى خارج مباني المرافق. وينبغي الحفاظ على درجة الحرارة في مرافق التخزين منخفضة إلى أدنى درجة ممكنة عملياً، ويُفضّل أن تكون درجة الحرارة ثابتة عند ٢١ درجة مئوية. كما إن مساحة تخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق ينبغي أن تكون معلّمة بوضوح ومزوّدة بإشارات تحذير (FAO 1985; United States EPA 1997b; SBC 2006; United States Department of Energy 2009).

١٤١- وأما بالنسبة إلى تشغيل مرافق التخزين، فإنه ينبغي الحرص على إقفال هذه المرافق دائماً لاجتناب السرقة أو الدخول غير المأذون به. ومن ثَم ينبغي تقييد دخول مرافق تخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، بجعله مقصوراً على العاملين المدَّربين على نحو واف بهذا الغرض، بما في ذلك تمييز الأخطار المحدّدة الخاصة بالزئبق وكيفية مناولة هذه المواد والنفايات. ويُوصى بعدم استخدام مباني التخزين الخاصة بكل أنواع النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، لتخزين أنواع أخرى من النفايات والمواد السائلة. وينبغي

(٢٦) توجيهات إرشادية بشأن تنظيف نفايات الزئبق وتخزينها المرحلي المؤقت ونقلها من مرافق الرعاية الصحية
Guidance on the Clean Up, Temporary or Intermediate Storage, and Transport of Mercury Waste from Healthcare Facilities.
http://www.gefmedwaste.org/downloads/Guidance%20on%20Cleanup%20Storage%20and%20Transport%20of%20Mercury%20from%20Health%20Care%20July%202010.pdf

إنشاء سجل جرد كامل لهذه النفايات والحفاظ عليه داخل موقع التخزين، مع الحرص على تحديث عهده بحسب تواريخ إضافة النفايات أو التخلّص منها. كما ينبغي إجراء عمليات تفتيش منتظمة لمناطق التخزين، مع التركيز خصوصاً على الأضرار أو الانسكابات أو التدهور فيها. وينبغي الاضطلاع بعمليات تنظيف تام وإزالة التلوّث بسرعة، ولكن مع الحرص أيضاً على تنبيه السلطات المعنية في جميع الحالات (الفاو، ١٩٨٥؛ وكالة حماية البيئة الأمريكية، ١٩٩٧ب) (FAO 1985; United States EPA 1997b).

١٤٢- وأما فيما يخص سلامة هذه المرافق، فينبغي وضع إجراءات محددة خاصة بهذه المواقع من أجل تنفيذ متطلبات السلامة المحدّدة بشأن تخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق. كما ينبغي تجهيز خطة طوارئ قابلة لتطبيقها عملياً، ويُفضّل أن تشتمل على إجراءات متعدّدة، لكي يُصار إلى تنفيذها فوراً في حالة وقوع حادث انسكاب عَرَضي أو غير ذلك من الطوارئ. والأهمية القصوى في هذا الصدد إنما هي لحماية الحياة البشرية والبيئة. وفي حال حدوث طوارئ، ينبغي أن يكون هنالك شخص مسؤول يمكنه أن يأذن بإدخال تعديلات على إجراءات السلامة عند الضرورة، وذلك لإتاحة المجال لموظفي الطوارئ، بأن يتصرّفوا. ومن ثَم ينبغي الحرص على توفير تدابير أمنية خاصة بالمواقع وسبل دخولها (مكتب الإدارة البيئية، جمهورية الفلبين، ١٩٩٧؛ أمانة اتفاقية بازل، ٢٠٠٦؛ وزارة الطاقة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٩) (Environmental Management Bureau, Republic of the Philippines 1997; SBC 2006; U.S. Department of Energy 2009).

ب - الاعتبارات الخاصة بالنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق

١٤٣- ينبغي تصميم جميع الحاويات لكي تُستخدم حصراً للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق. وينبغي أن تفي هذه الحاويات بالمتطلبات التالية: (١) عدم وجود أيّ ضرر من أيّ مواد كانت تحتوي عليها سابقاً، ولا ينبغي أن تكون تلك المواد ذات تفاعل سيئ مع الزئبق؛ (٢) عدم حدوث أيّ ضرر لسلامة الحاوية من الناحية البنيوية؛ (٣) عدم وجود أيّ تآكل شديد؛ (٤) ينبغي أن تكون الحاويات مزوّدة بطلاء (دهان) واقٍ يحميها من التآكل. والمادة المناسبة لحاويات الزئبق هي الكربون أو الفولاذ غير القابل للصدأ الذي لا يتفاعل مع الزئبق بدرجات الحرارة المحيطة. ولا يلزم وجود طلاء واقٍ للسطح الداخلي ما دام الزئبق يفي بمتطلّبات النقاوة ولا يوجد ماء داخل الحاوية. ولكن ينبغي العناية بالطلاء الواقي (مثلاً الدهان الإبوكسي والتبطين الإلكتروني) لكل السطوح الكربونية والفولاذية الخارجية على نحو لا يجعل الفولاذ معرّضاً للتأثر. ويجب أن يتم الطلاء على نحو يقلّل إلى أدنى حد من تولّد البثور أو الانقشار أو التشقّق في الدهان. وينبغي لصق بطاقات تعريفية على كل حاوية، بما في ذلك تدوين أسماء المورِّدين، والمنشأ الأصلي، ورقم الحاوية، والوزن الإجمالي، وتاريخ حقن الزئبق في الحاوية، وبطاقة تتضمّن بيانات التآكل (وزارة الطاقة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٩) (United States Department of Energy 2009). وإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يُبيَّن في البطاقة التعريفية مدى امتثال الحاوية للمتطلبات التقنية المحدّدة (إحكام السّبك، استقرار الضغط، مقاومة الصدمات، شكل التأثّر عند التعرّض للحرارة).

١٤٤- ينبغي تخزين حاويات النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق قائمةً إلى الأعلى على عجلات صغيرة، من دون ملئها تماماً. وينبغي أن يكون الممرّ في مساحة التخزين واسعاً بما يكفي لمرور أفرقة

التفتيش، وآلات التحميل، ومعدات الطوارئ. كما ينبغي طلاء الأرضية بدهان إبوكسي وتلوين الضوء للسماح بانتقاء قطيرات الزئبق. وينبغي تفتيش الأرضية وطلائها مراراً بانتظام لضمان عدم وجود تشقّقات في الأرضية وسلامة الطلاء. وينبغي ألا تتخلل أرضية المخزن أية مجار أو أنابيب صرف، ولكن يمكن أن تستخدم الأرضيات المائلة والبالوعات المفتوحة الانسياب ذات الأطراف المُدورّة لتفادي انحباس الزئبق تحت أغطية البالوعات، وللمساعدة على تجميع الانسكابات. وعند اختيار المواد التي تُشاد منها الجدران، ينبغي انتقاء مواد لا تمتص بخار الزئبق بسهولة. ومن المهم توفير شبكات إضافية لمنع الإطلاق في حال وقوع حوادث غير متوقّعة (وزارة الطاقة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٩؛ المجلس العالمي للكلور ٢٠٠٤) (U.S. Department of Energy 2009; World Chlorine Council 2004).

١٤٥- وعند تخزين النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق، ينبغي أن تكون نقية بقدر الإمكان، بغية اجتناب أي تفاعل كيميائي في الحاويات أو تدهور حالتها. ويُوصى بأن يكون المحتوى من الزئبق أكبر من ٩٩،٩ في المائة من الوزن. للاطّلاع على تقنيات التنقية، انظر القسم الثالث، زاي، ١، أدناه.

ج - الاعتبارات الخاصة بالنفايات الملوّثة بالزئبق

١٤٦- يجب وضع النفايات السائلة في صوانٍ أو في مساحة حاجزة مائلة الأرضية، مقاومة للتسرب. يجب أن يكون حجم المساحة الحاجزة للسائل ١٢٥ في المائة من حجم النفاية السائلة على الأقل، على أن يؤخذ في الاعتبار الفراغ الذي ستشغله الأصناف المخزنة في المساحة الحاجزة.

١٤٧- يجب تخزين النفايات الصلبة الملوثة في حاويات نفايات فولاذية مسدودة بإحكام، مثل البراميل أو العلب، أو في حاويات منشأة خصيصاً لهذا الغرض، ولا ينطلق منها بخار الزئبق.

زاي - التخلّص السليم بيئياً من النفايات

١٤٨- ينبغي السماح بالاضطلاع بالعمليات التالية الخاصة بالتخلّص من النفايات، حسبما هو منصوص عليه في المرفقين الرابع - ألف والرابع - باء من اتفاقية بازل، وذلك لغرض الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق: [٢٧]

R4	إعادة دوران/استرداد المعادن والمركّبات المعدنية؛
R5	إعادة دوران/استرداد مواد أخرى غير عضوية؛
R8	استرداد المكونات من العوامل الحافزة؛
R12	تبادل النفايات[٢٨] للإحالة إلى العمليات المرقّمة R4 أو R5 أو R8 أو R13؛
R13	تجميع المواد بغرض إجراء العمليات المرقّمة R4 أو R5 أو R8 أو R12؛
D5	حفر مصمّمة خصيصاً؛
D9	المعالجة الفيزيائية الكيميائية؛

(٢٧) للاطلاع على معلومات عن التخزين في انتظار عمليات التخلّص من النفايات (العمليتان R13 وD15) انظر القسم، ثالثاً- واو-٦.

(٢٨) يُفسَّر مفهوم تبادل النفايات بأنه يشمل عمليات ما قبل المعالجة، ما لم يكن من المناسب إدراج بند (R) آخر.

D12 التخزين الدائم؛

D13 الخلط أو المزج[٢٩] قبل الإحالة إلى العمليات D5 أو D9 أو D12 أو D14 أو D15؛

D14 إعادة التعبئة والتغليف قبل الإحالة إلى أي من العمليات D5 أو D9 أو D12 أو D13 أو D15؛

D15 التخزين في انتظار الإحالة إلى العمليات D5 أو D9 أو D12 أو D13 أو D14.

١٤٩- وعلاوة على ذلك، يمكن أن يُسمح بالردم في مرافق تحت الأرض حيثما استخدمت فيها النفايات لأغراض السلامة في قطاع التعدين بالاستفادة من المميزات الهيكلية للنفايات[٣٠]. وفي ألمانيا مثلا، تنظم هذه العملية وفقاً لقانون خزن النفايات تحت الأرض (see http://www.bmu.de/3239) الذي يتضمن شروطا تطابق التوجيه الأوروبي المتعلق بالردم، وتخضع لإجراءات ترخيص ومراقبة خاصة.

١٥٠- والحالة التي يُضطلع فيها بعملية معالجة كما يرد وصفها في القسم (الثالث، زاي، ١) ثم يُرسَل الزئبق إلى مرحلة العمليتين (D5) أو (D12)، فإن تلك العمليات الموصوفة في القسم (٣، زاي، ١) من شأنها أن تندرج في فئتي العمليتين (D13) و(D9). ومن جهة أخرى، الحالة التي يُضطلع فيها بعملية معالجة كما يرد وصفها في القسم (الثالث، زاي، ٢) (التثبيت مثلاً)، ثم تُرسَل النفايات إلى مرحلة العملية (R)، من شأنها أن تندرج أيضا في فئة العملية (R). وقد لا يكون الحال كذلك في جميع البلدان.

١ - عمليات الاسترداد

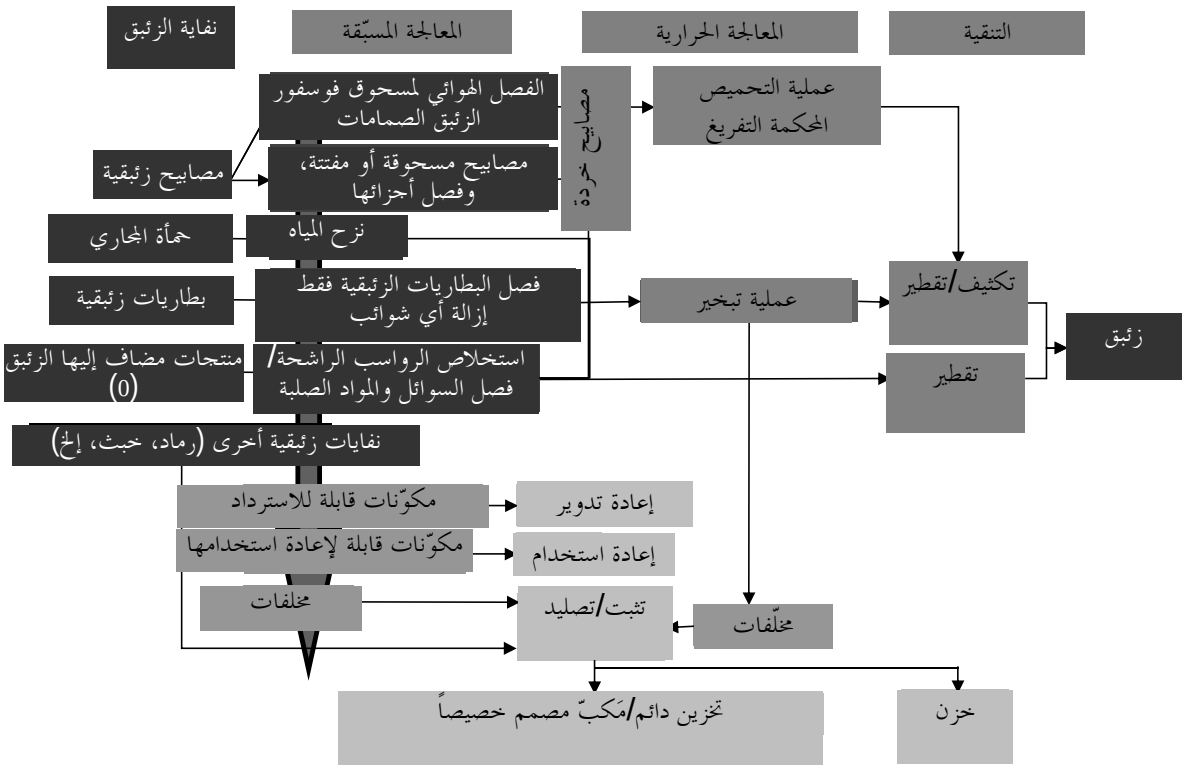
١٥١- استرداد الزئبق من النفايات الصلبة يشتمل عموماً على أربع عمليات معالجة: (١) ما قبل المعالجة؛ (٢) المعالجة الحرارية؛ (٣) التخفيف الحراري؛ (٤) التنقية، كما هو مبين في الشكل -٥. وبغية التقليل إلى أدنى حد من انبعاثات الزئبق من عمليات استرداد الزئبق، ينبغي أن يُستخدَم في المرفق نظام مغلق. وينبغي أن تُجرى العملية بكاملها تحت ضغط مخفَّف من أجل منع تسرّب بخار الزئبق في منطقة العمليات (تانل، ١٩٩٨). والمقدار الصغير من الهواء المطروح المستخدم في العملية يُمرَّر عبر سلسلة من المصافي الجُسيمية وعلى سطح كربوني يمتص الزئبق قبل طرحه في البيئة.

١٥٢- ومن الأمثلة على استرداد الزئبق: نفايات الزئبق من المعدات المضاف إليها الزئبق التي تُطلق بسهولة الزئبق في البيئة عند تكسّرها؛ والنفايات الملوّثة بالزئبق بدرجة تركيز عالية. وتشمل الأولى المصابيح المحتوية على الزئبق، وأجهزة القياس المحتوية على الزئبق (مقاييس الحرارة، ومقاييس ضغط الدم، ومقاييس ضغط الغاز (المانوميتر)) والمفاتيح والوصلات الزئبقية. وتشمل الثانية حمأة معالجة مياه النفايات من غسّالات الغاز الرطبة في مصاهِر المعادن غير الحديدية. وفي الولايات المتحدة، حُدّد معيار خاص بشأن النفايات الخاضعة لعملية استرداد الزئبق؛ حيث إن النفاية ذات المحتوى الإجمالي من الزئبق الزائد عن ٢٦٠ ملغم/كغم أو المساوي له تخضع للاسترداد بناءً على قيود التخلّص الأرضي (انظر: مدونة اللوائح التنظيمية الاتحادية في الولايات المتحدة: 40 CFR 268.40).

(٢٩) الأمثلة تشمل عمليات ما قبل المعالجة، مثل الفرز أو السحق أو التجفيف أو التفتيت أو التكييف أو الفصل.

(٣٠) إنجاز هذه العملية المتمثلة في ردم كبريتيد الزئبق الناجم عن تثبيت النفايات المكونة من الزئبق العنصري ليس ممكنا حالياً سوى في ألمانيا.

١٥٣- والمبادئ التوجيهية التقنية بشأن عملية إعادة تدوير/استخلاص المعادن والمركبات المعدنية (R4) بطريقة سليمة بيئياً من اتفاقية بازل تركز أساساً على إعادة تدوير واستخلاص المعادن والمركبات المعدنية بما في ذلك الزئبق المدرجة في المرفق الأول لاتفاقية بازل باعتبارها فئات للنفايات التي تخضع للرقابة. فمن الممكن لإعادة تدوير النفايات التي تتكوّن من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وخصوصاً الزئبق العنصري الأساسي في المرافق الخاصة التي حققت تقدماً تكنولوجيا بإعادة تدوير الزئبق. تجدر الإشارة إلى أنه يجب استخدام الإجراءات المناسبة في إعادة التدوير لمنع أي انبعاثات الزئبق في البيئة. بالإضافة، قد يُباع الزئبق المعاد تدويره في سوق السلع الدولية، حيث يمكن إعادة استخدامها. وعادة ما تقرّر استعادة المعادن درجة الاستخدام المسموح به وتقييم تجاري لما إذا كان يمكن استردادها على نحو مربح.



الشكل ٥- مسار استرداد الزئبق من النفايات الصلبة (شركة نوفورا كوهسان المحدودة، ٢٠٠٧)

١٥٤- ويتم عادة استرداد الزئبق من مياه النفايات بواسطة الأكسدة الكيميائية، أو الترسيب الكيميائي، أو الامتزاز وعمليات المعالجة اللاحقة. والزئبق موجود في مياه النفايات بسبب التفريغ العرضي أو المتعمد لعناصر الزئبق من موازين الحرارة وحشوات الأسنان، أو غيرها من العمليات الصناعية التي تستخدم الزئبق أو مركبات الزئبق. كما يمكن العثور على الزئبق في مياه النفايات من أجهزة مراقبة تلوث الهواء والارتشاح من مطامر/مواقع الإغراق حيث يتم التخلص من النفايات المحتوية على الزئبق مثل موازين الحرارة الزئبقية أو إغراضها. ولا ينبغي أن يكون الزئبق في مياه الصرف الصحي التي يتم إطلاقها في البيئة المائية حيث يُمزج الزئبق في الكحول الميثيلي لتحويله إلى ميثيل الزئبق الذي يتراكم أحيائياً ويتضخّم أحيائياً في سلسلة الغذاء.

١٥٥- ومرحلة ما قبل المعالجة المسبقة قبل العملية R4 (استرداد الزئبق) تندرج في إطار عملية R12 والتحميص، والتنقية، والأكسدة الكيميائية/الترسيب والامتزاز تندرج تحت العملية R4.

(أ) المعالجة المسبّقة (تبديل النفايات للإحالة إلى عمليات (R4 أو مرحلة ما قبل R13)

١٥٦- قبل إخضاع النفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق للمعالجة الحرارية، تعالج هذه النفايات من أجل زيادة كفاءة المعالجة الحرارية؛ وتشمل عمليات المعالجة المسبّقة إزالة مواد أخرى غير المواد المحتوية على الزئبق عن طريق السحق والفصل الهوائي ونزح المياه من الحمأة وإزالة الشوائب. ويرد في الجدول ٤ التالي تلخيص للأمثلة على عمليات ما قبل المعالجة.

الجدول ٤ - أمثلة على عمليات المعالجة المسبّقة حسب أنواع النفايات

نوع النفاية	مرحلة ما قبل المعالجة
المصابيح الفلورية	***السحق الميكانيكي*** ينبغي معالجة نفايات المصابيح المحتوية على زئبق في آلة تسحق المصابيح وتفصل بينها في ثلاث فئات: الزجاج، والقلنسوات الرأسية، ومسحوق خليط من الزئبق والفسفور. ويُنجز ذلك بإلقام المصابيح في حجرة آلية مغلقة للسحق والغربلة. وعند إتمام ذلك، تزيل الحجرة أوتوماتيكياً النواتج النهائية لمنع إمكانية التلوّث فيما بينها. وينبغي إزالة القلنسوات الرأسية والزجاج وقطع الزجاج وإرسالها لإعادة استخدامها في الصناعة التحويلية. ولكن ينبغي إزالة المسامير والدبابيس المعدنية من القلنسوات الرأسية ومعالجتها على نحو منفصل لأن محتوى الزئبق فيها قد يكون كثيراً. ومن الجائز التخلّص من المسحوق الزئبقي- الفسفوري أو معالجته على نحو إضافي لفصل الزئبق عن الفسفور (شركة نوفورا كوهسان المحدودة، ٢٠٠٧). يمكن أن يبقى في زجاج المصابيح المحتوية على الزئبق المسحوق مقادير كبيرة من الزئبق، وينبغي من ثم معالجته حرارياً أو بطرق أخرى لإزالة الزئبق قبل إرساله لاسترداده (يانغ،٢٠٠٥) أو التخلص منه. وإذا أُرسل هذا الزجاج لإعادة صهره في أثناء مسار استرداده، فينبغي أن تكون وحدة الإذابة مزوّدة بتقنيات تحكّم بالتلوّث الهوائي موجّهة تحديداً لاحتجاز الزئبق المطلَق (مثل تقنيات حقن الكربون المنشّط). ينبغي أن يكون النظام العادم لتفريغ الهواء عالي الأداء لمنع إطلاق أيّ أبخرة زئبقية أو غبار زئبقي أثناء العملية بكاملها. كما ينبغي إزالة المسحوق الفلوري والزئبق من المصابيح المفتّتة داخل حُفر اهتزازية بواسطة الاهتزاز والماء. وأما المسحوق الفلوري المشطوف، بما في ذلك الزئبق والجُسيمات الزجاجية الرقيقة، المرسّب في مرحلتين، وكذلك الماء المعالج، فتُعاد كلها عبر دورة عملية الشطف (www.dela-recycling.com).
	الفصل الهوائي تُقطع القلنسوات الرأسية الألومنيومية للمصابيح الفلورية (الأنابيب المستقيمة والدائرية والمُحكمة الدّمج) بواسطة مواقد حارقة هيدروجينية. ويتدفّق من الأسفل هبوب الهواء عبر المصابيح الفلورية المقطّعة لإزالة مسحوق الزئبق-الفوسفور المتصّ من الزجاج (يانغ، ٢٠٠٥). ثم يُجمع المسحوق الزئبقي- الفوسفوري في مُرسِّب، وتُسحق قطع الزجاج وتُشطف بالأسيد، وتتم إزالة المسحوق الزئبقي-الفوسفوري المتصّ من الزجاج وإضافةً إلى ذلك، تُسحق القلنسوات الرأسية وتُفصل مغنطيسياً إلى ألومنيوم وحديد ولدائن من أجل إعادة دورة استخدامها (شركة كوبيلكو إيكو-سوليرشتر المحدودة، ٢٠٠١، أوغاكي، ٢٠٠٤)

نوع النفاية	مرحلة ما قبل المعالجة
البطارية المحتوية على زئبق	***إزالة الشوائب*** بغية إعادة دورة استخدام الزئبق، تُجمع البطاريات المحتوية على الزئبق على نحو منفصل وتُخزَّن في حاويات ملائمة قبل المعالجة وإعادة التدوير. وأما إذا جُمعت هذه مع غيرها من أنواع البطاريات الأخرى أو مع نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية، فينبغي فصلها عن غيرها من أنواع البطاريات. وقبل المعالجة بالتحميص، ينبغي إزالة الشوائب المختلطة مع البطاريات المحتوية على زئبق والممتصَّة فيها، ويُفضَّل أن يكون ذلك بواسطة عملية ميكانيكية. وإضافة إلى ذلك، فإن اللجوء إلى الفرز الميكانيكي لحجم البطاريات المحتوية على زئبق ضروري لزيادة فعالية عملية التحميص (شركة نومورا كوهسان المحدودة، ٢٠٠٧).
حمأة المجاري	***نزح المياه*** تتضمّن حمأة المجاري محتوىً عالي الدرجة من الماء (أكثر من ٩٥ في المائة). ولذلك فإن الحمأة الملوّثة بالزئبق والمخصّصة للإتلاف تحتاج إلى نزح المياه منها ليصل حجمها إلى نسبة تتراوح بين ٢٠ في المائة و٣٥ في المائة من المواد الصلبة قبل أيّ معالجة حرارية. وبعد نزح المياه، ينبغي معالجة حمأة المجاري في عملية تحميص (شركة نومورا كوهسان المحدودة، ٢٠٠٧، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ١٩٩٧أ).
النفايات المحتوية على عناصر الزئبق	***الاستخلاص*** النفايات المحتوية على عناصر الزئبق، مثل مقاييس الحرارة والبارومترات، ينبغي جمعها من دون أن تتكسّر. وبعد جمع النفايات المحتوية على عناصر الزئبق، ينبغي استخلاص الزئبق العنصري، ثم يُقطّر لتنقيته تحت ضغط مخفّض.
النفايات المحتوية على الزئبق المرفق بالأجهزة	***التفكيك*** النفايات المحتوية على زئبق، مثل المفاتيح والمُرحلات الكهربائية، تكون ملحقة بالأجهزة الكهربائية. ولذلك، ينبغي إزالة هذه النفايَات من الأجهزة من دون تكسير الزجاج الخارجي. والحواسب والتلفزيونات التي تستخدم تكنولوجيا الشرائح العارضة بالبلّورات السائلة (LCD) تحتوي على مصباح صغير أو أكثر للإضاءة، عادة ما يقع إلى جانب الحافة الخارجية للشاشة. وبينما تستخدم التكنولوجيات الجديدة في بعض الأحيان الصمّام الثنائي الباعث للضوء (LED) بالنسبة إلى هذه المصابيح، تحتوي معظم الشاشات ذات الشرائح العارضة بالبلّورات السائلة على مصابيح فلورية تحتوي على بخار الزئبق. وتنكسر هذه المصابيح الزئبقية في الغالب خلال المناولة والمعالجة الميكانيكية، فتطلُق بخار الزئبق. وهكذا ينبغي إزالتها باليد مع الحذر وعدم إخضاعها لعملية ميكانيكية مثل التمزيق إلا إذا كانت تجهيزات التمزيق مزودة بجهاز مراقبة التلوث اللازم لإدارة مثل هذه العمليات، وكانت مرخصة ومسموحا لها القيام بذلك، كما في مرافق معالجة الزئبق. وللاطلاع على المزيد من المعلومات انظر القسم **7.3** من الشراكة من أجل العمل بشأن المعدات الحاسوبية في إطار اتفاقية بازل. وتتاح معلومات إضافية بشأن وجود الزئبق في الأضواء الخلفية للشرائح العارضة بالبلّورات السائلة. (انظر التقرير البحثي المتعلق ببرنامج عمل موارد النفايات على الرابط الإلكتروني: (http://www.wrap.org.uk/recycling_industry/publications/flat_panel_display.html

(ب) إعادة تدوير/استخلاص الزئبق ومركّبات الزئبق

أ - المعالجة بالحرارة

١٥٧- النفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق، مثل حمأة المجاري والتربة الملوّثة أو غير ذلك من النفايات المطروحة من مواقع ملوّثة، التي تعالج بالحرارة، ينبغي أن تكون مزوّدة بتكنولوجيا تجميع بخار الزئبق من أجل استرداد الزئبق من نفايات الحمأة (ITRC، ١٩٩٨؛ تشانغ آندين، ٢٠٠٦).

١٥٨- والانتزاز الحراري هو عملية يُستخدم فيها على نحو مباشر أو غير مباشر التبادل الحراري لتسخين المواد العضوية الملوّثة إلى درجة حرارة عالية بما يكفي لتطييرها وفصلها عن مصفوفة مواد صلبة ملوَّثة ومن ثم إما تجمعها وإما تدمّرها. وفي حالة الزئبق ومركّباته، يوصى بخيار الانتزاز الحراري غير المباشر مع تقنية تجميع الزئبق. كما يُستخدم الهواء أو غاز الاحتراق أو غاز خامل كوسيط ناقل للمكوّنات المتبخِّرة. ونُظم الانتزاز الحراري هي عمليات فصل فيزيائية تنقل الملوِّثات من طور إلى آخر. ولنظام الانتزاز الحراري مكوِّنان رئيسيان، هما: جهاز الانتزاز اللاّفِظ ونظام المعالجة بإطلاق الأبخرة الغازية.[٣١]

١٥٩- وهنالك عمليات تبخير عديدة، وخصوصاً التقطير في الأفران الدوّارة، والمعالجة الحرارية الفراغية والخلط الجاف الفراغي.

١٦٠- تُستخدم تقنية التقطير في الأفران الدوّارة لإزالة الزئبق من النفايات، ومنها على سبيل المثال خلائط الملاط الصناعية المعدنية أو خلائط الملاط من حركة الغاز الطبيعي، أو الحفّازات الكربونية الناشطة أو الخلايا السفلية أو التربة الملوّثة بواسطة التبخّر، وإعادة تدوير المنتجات الخالية من الزئبق (مثلاً الزجاج والحديد والمعادن غير الفلزية والزيولايت). وتتم إزالة الملوّثات والهيدروكربونات والكبريت في عملية المعالجة.

١٦١- تُضَخّ النفايات بالتساوي من مُلقِّم قمعيّ من خلال نظام تحكّم بالجرعات داخل الفرن الدوّار. وينبغي أن تكون النفايات التي تحتاج إلى المعالجة في فرن التقطير الدوّار متدفّقة بسلاسة وقابلة للنقل. وتُعالج النفايات في اسطوانة التقطير الدوّارة بدرجات حرارة تصل إلى ٨٠٠ درجة مئوية. وتُحرّك بالتساوي في الفرن الدوّار. فيتبخّر الزئبق في النفايات بتسخين النفاية بدرجات حرارة تزيد على ٣٥٦ درجة مئوية. ويتوقّف وقت مكوث النفايات في الفرن الدوّار على مواد المُدخَلات، ولكنه يتراوح بين ٠،٥ و١،٥ ساعة. وتتم المعالجة تحت ضغط منخفض لضمان سير عمل النظام بأمان. وإذا اقتضت الضرورة، يُضاف النيتروجين لإحداث جو خامل في الفرن الدوّار من أجل زيادة درجة الأمان. ويتدفّق بخار هواء العادِم إلى شطافتي غاز عبر مصفاة غبار بالغاز الحار، يتكثّف فيها الزئبق

(٣١) أول وحدة انتزاز حراري على النطاق الواسع من أجل معالجة النفايات المحتوية على الزئبق أُنشئت لصالح المعمل الكيميائي ماركترد فيتز (CFM) في وسلو، ألمانيا. وبدأ العمل بها في تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٣، وشمل ذلك طور التحسين الأول. وقد عُولج فيها بنجاح حوالي ٥٠ ٠٠٠ طن من النفايات الصلبة الملوّثة بالزئبق، خلال الفترة بين آب/أغسطس ١٩٩٣ وحزيران/يونيه ١٩٩٦. واستُخدمت أيضاً وحدات انتزاز حراري لإزالة التلوّث في وحدة إنتاج الكلور- الصودا في أوستي ناد لابِم في الجمهورية التشيكية وكذلك لإزالة التلوّث في المواد الصلبة في تايبي (تشانغ آندين، ٢٠٠٦).

والماء والهيدروكربونات. ثم يُلقّم غاز العادِم في نظام تصفية بالكربون الناشط من أجل التنظيف النهائي.[٣٢]

١٦٢- كذلك فإن النفايات في مرحلة تحضيرها الأوّلي ما قبل المعالجة، مثل مسحوق الزئبق والفوسفور في المصابيح الفلورية، وزجاج المصابيح المسحوق، والبطاريات المحتوية على زئبق والمنظّفة، وحمأة المجاري المتروحة المياه، والتربة المغَربَلة، كلها يمكن معالجتها في مرافق للتحميص/التقطير، مجهّزة بتكنولوجيا تجميع بخار الزئبق من أجل استرداد الزئبق من النفايات. غير أنه ينبغي الإشارة إلى أن المعادن الطيّارة، بما في ذلك الزئبق والمواد العضوية (بما فيها الملوِّثات العضوية العصيّة التحلّل)، تُبتَعث أثناء التحميص وغيره من تقنيات المعالجة. ومن ثم فإن هذه المواد تُحوَّل من مُدخلات النفايات إلى غاز دخاني ورماد متطاير. ولذلك ينبغي تزويد المرافق بأجهزة معالجة غاز المداخن (انظر القسم الثالث، حاء، ١ أدناه).

١٦٣- كما يمكن إجراء عملية ما قبل المعالجة (المعالجة المسبّقة) والمعالجة الإضافية للحمأة التي تحتوي على زئبق في خلاّطة جافة فراغية. وإجراء العملية في جو فراغي يُخفض درجة حرارة الغليان مما يتيح زيادة كفاءة استخدام الطاقة وأمان التشغيل في أثناء عملية المعالجة. وتبعاً لمستوى درجة الحرارة في الجو الفراغي التي يتم التوصل إليها في أثناء تشغيل وحدة المعالجة، يمكن استخدام الخلاّطة للمعالجة المسبّقة والإضافية للحمأة. وقد ثبت أن المعالجة على مرحلتين في خلاّطة فراغية تسرّع معالجة الحمأة التي تحتوي على زئبق مع درجات عالية من المياه والهيدروكربونات. وفي المرحلة الأولى من العملية، يتبخّر أكبر جزء من المياه والهيدروكربونات. ثم يجري التبخّر الكمّي للزئبق في المرحلة الثانية أثناء المعالجة بدرجة حرارة قصوى. فيُكثّف الزئبق منفصلاً عن المياه والهيدروكربونات، ويمكن إزالته خلال العملية. وهنالك وحدة معالجة فراغية مصمَّمة بغلاف هوائي مزدوج، يُحمّى على نحو غير مباشر بالزيت الحراري، مما يتيح توزيعاً متكافئاً للحرارة في مُدخَلات المواد المعالَجة. كما يمكن تحقيق توزيع أكثر كفاءة للحرارة بجذع أسطواني حار. ويُنظّف الغاز الدخاني من الخلاّطة الفراغية في وحدة تكثيف ومصفاة لكربون المنشّط. وتُشغَّل الخلاّطة على دُفعات (www.dela-recycling.com).

١٦٤- وتسمح المعالجة الحرارية الفراغية بمعالجة مسائل منها الترمومترات والبطاريات وخاصة الخلايا الزّرية وحشوات الأسنان المملغَمة والمحولات الكهربائية والمقومات والغبار الفلوري والأنابيب المستهلكة والزجاج المكسّر والتربة والوحل وبقايا التعدين والمواد الحافزة. وتشمل العملية عموما المراحل التالية:

(أ) تسخين مواد المدخلات في فرن دوّار خاص أو في عملية شحن لتبخير الزئبق الموجود في النفايات. وتتمثل شروط القيام بذلك في درجات حرارة تتراوح بين ٣٤٠ و٦٥٠ درجة مئوية وضغوط تبلغ بعض الميليبرات؛

(ب) المعالجة الحرارية الأولية للزئبق المحتوي على البخار في درجات حرارة تتراوح بين ٨٠٠ و١٠٠٠ درجة مئوية، حيث يمكن مثلا أن تدمر المكونات العضوية؛

(ج) جمع الزئبق المحتوي على البخار وتبريده؛

(د) التقطير لتوليد الزئبق السائل الصافي.

---

(٣٢) www.dela-recycling.com.

١٦٥- والفضلات التي تبقى عند نهاية المعالجة الحرارية الفراغية تكون بالضرورة خالية من الزئبق فإما يعاد تدويرها أو يتم التخلص منها وذلك بحسب مكوناتها[٣٣].

ب - الأكسدة الكيميائية

١٦٦- يُضطلع بعملية الأكسدة الكيميائية للزئبق العنصري ومركبات الزئبق العضوية من أجل تدمير الكائنات وتحويل الزئبق لكي يُشكّل أملاح زئبق. وهي عملية فعالة لمعالجة النفايات السائلة المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق. وعمليات الأكسدة الكيميائية مفيدة بخصوص النفايات المائية المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق، مثل المِلاط الطيني ومخلّفاته. وتشمل العوامل الكاشفة التي تُستخدم في هذه العمليات هيبوكلوريت الصوديوم والأوزون والبيروكسيد الهيدروجيني وثاني أُكسيد الكلورين والكلورين الحر (الغاز). ومن الجائز إجراء عملية الأكسدة الكيميائية على نحو متواصل أو على دفعات في خزانات خلط أو مفاعلات دفقيّة كهربائية. وتُفصل مركّبات الزئبق الهاليدية خلال عملية الأكسدة عن مصفوفة النفايات، وتُعالج وتُرسل من أجل المعالجة اللاحقة، ومنها مثلاً النَّض الحمضي (الأسيدي) والترسيب (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٧أ) (USEPA 2007 a).

ج - الترسيب الكيميائي

١٦٧- تُستخدم في الترسيب مواد كيميائية لتحويل الملوِّثات المُذابة إلى مادة صلبة غير قابلة للذوبان (للحلّ). وفي أثناء عملية الترسيب المشترك لعدّة مواد، قد تكون المادة الملوِّثة المستهدفة على شكل مُذاب أو غِرائي أو معلَّق. والملوِّثات المُذابة لا تترسّب، ولكنها تُمتَصّ في أصناف أخرى من المواد التي تترسبّ. وأما المواد الملوِّثة الغِرائية أو المعلّقة فتصبح مشبَّكة مع أصناف أخرى مترسّبة، أو تُزال من خلال عمليات معالجة، مثل التخثير أو التنديف. ويمكن أن تشمل عمليات إزالة الزئبق من المياه توليفة تجمع بين عمليتي الترسيب الأحادي والترسيب المشترك. ثم تُزال المواد الصلبة المرسَّبة/المرسّبة مع عدّة مواد من الطور السائلي بواسطة الترويق أو التصفية. ويمكن العثور على معلومات أكثر تفصيلاً عن ذلك في: ''تكنولوجيا معالجة الزئبق في التربة والنفايات والماء، "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water"، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة: تكنولوجيات المعالجة، (٢٠٠٧د)'' (USEPA 2007d).

د - المعالجة بالامتزاز

١٦٨- مواد الامتزاز تُبقي الزئبق طافياً على السطح من خلال قوى كيميائية متنوعة، مثل الروابط الهيدروجينية والتفاعلات القطبية الثنائية وقوى فان دِرفالس التجاذبية. وتتأثر طاقة الامتزاز بالمساحة السطحية، وتوزّع الحجم المَساميّ، والكيمياء السطحية. وتوجد مواد الامتزاز عادةً في شكل عمودي. ويُمتزّ الزئبق أو مركّبات الزئبق حيث تمرّ النفايات السائلة من خلال العمود. وينبغي تجديد العمود أو تبديله بوسيط جديد حينما تمتلئ مواقع الامتزاز (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٧ب) (USEPA 2007d).

(٣٣) www.gmr-leiphzig.de/gbverfahren.htm.

١٦٩- وتشمل الأمثلة على مواد الامتزاز الكربون والزيوليت. والكربون المنشّط هو مادة كربونية يكون فيها كثير من الفجوات الدقيقة غير المترابطة. ويمكن أن يكون لها نمطياً أساس خشبي (قشرة جوزة الهند أو نشارة الخشب)، أو أساس زيتي أو أساس فحمي. ويمكن تصنيفها، بناءً على شكلها، إلى كربون منشّط مسحوقيّ أو كربون منشط حُبيبي. وهنالك منتجات كثيرة متاحة تجارياً، مما يتيح انتقاء السمات النوعية الخاصة بكلٍ من هذه المواد. ويمتزّ الزئبق، وغيره من المعادن (الفلزات) الثقيلة والمواد العضوية، الكربون المنشّط (بانسال، ٢٠٠٥). وأما مواد الزيوليت فهي معادن سيليكاتين موجودة في الطبيعة، ويمكن أيضاً إنتاجها اصطناعياً. والمواد الزيوليتية والكلينوبتيلوليتين خصوصاً، ذات أُلفة قوية تجاه الأيونات المعدنية، حيث تتمثل آلية الامتزاز في تبادل أيوني (تشوينكي وآخرون، ٢٠٠٤). ثبت أن راتينجات التبادل الأيوني (الشَّارِدي) مفيدة في إزالة الزئبق من الأبخرة المائية، وخصوصاً في درجات تركّز للزئبق تتراوح بين ١ و١٠ µg/L. وتعالج عادةً تطبيقات التبادل الأيوني الأملاح الزئبقية، مثل كلوريدات الزئبق، التي توجد في مياه النفايات. وتشمل العملية تعليق مادة وسيطة، هي إما راتينج اصطناعي وإما معدني، في محلول تُبادل فيه الأيونات (الشوارد) المعدنية المعلّقة بالمادة الوسيطة. ويمكن إعادة توليد راتينج التبادل الأنيوني لتجديده بمذيبات حمضية قوية، مع أن هذه العملية صعبة لأن أملاح الزئبق لا تكون مُؤيَّنة بدرجة عالية ولا تُنظّف بسهولة من الراتينج. ولذلك فإنه لا بدّ من التخلّص من هذا الراتينج. إضافة إلى ذلك، فإن مركّبات الزئبق العضوية لا تتأيَّن، ومن ثم فلا تُزال بسهولة باستخدام طريقة التبادل الأيوني التقليدية. وإذا ما استُخدم راتينج انتقائي فإن عملية الامتزاز تكون عادةً غير قابلة للانعكاس، وينبغي التخلّص من النفاية الخطرة في مرفق خاص بالتخلّص من النفايات بما لا يؤدي إلى استردادها (آمودا، ٢٠١٠).

١٧٠- الراتينج الاستخلابي هو راتينج تبادل آيوني (شارديّ) طُوّر باعتباره بوليمر وظيفي، يلتقط انتقائياً الأيونات من المحاليل، بما في ذلك مختلف الأيونات المعدنية (الفلِزية)، ويفصلها. وهو عبارة عن أساس بوليمري ذي تشكيل مشبَّك ثلاثيّ الأبعاد، مع مجموعة وظيفية تستخلِب- تدمِج الأيونات المعدنية. وبالنسبة إلى مادة الأساس البوليمري، فإن مادة البوليستيرين هي أشيع هذه المواد، تليها اللدائن الفينوليكين والراتينج الإبوكسي. وتُستخدم الراتينجات الاستخلابية لمعالجة مياه النفايات الطبقية من أجل إزالة الزئبق منها وغيرها من الفلزات الثقيلة الباقية بعد عملية ترسيب بالتحييدي أو التخثير، أو لجمع الأيونات المعدنية بالامتزاز من مياه النفايات المنخفض فيها التركّز الأيوني المعدني نسبياً. ويمكن أن يساعد الراتينج الاستخلابي بطريقة امتزازية الزئبق على إزالة الزئبق بفعالية من مياه النفايات (تشيارل، ٢٠٠٠).

هـ - تقطير الزئبق - التنقية

١٧١- بعد المعالجة، تجري لاحقاً تنقية الزئبق المجمّع من خلال مراحل تقطير متعاقبة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٠) (United States EPA 2000). ويتم إنتاج الزئبق العالي درجة النقاوة بالتقطير على مراحل كثيرة، مما يسمح ببلوغ درجة نقاء عالية في كل مرحلة تقطيرية.[٣٢]

٢ - عمليات لا تؤدي إلى استرداد عناصر الزئبق

١٧٢- قبل التخلّص من النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، ينبغي معالجتها على نحو يستوفي معايير القبول الخاصة بمرافق التخلّص من النفايات (انظر القسم

الثالث، زاي، ٢(ب) أدناه). ولكن ينبغي تصليد أو تثبيت النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق قبل التخلّص منها. وينبغي الاضطلاع بعملية التخلّص من هذه النفايات وفقاً للقوانين واللوائح التنظيمية الوطنية. علماً بأن عمليات المعالجة السابقة لعمليتي (D5) و(D12) تندرج في إطار العملية (D9).

(أ) المعالجة الفيزيائية - الكيميائية

أ - التثبيت والتصليد

١٧٣- تشمل عمليات التثبيت تفاعلات كيميائية قد تغيّر الطابع الخطر للنفايات (بالحدّ من حراكها، وأحياناً بخفض درجة السُميّة في مكوّنات النفايات). وأما عمليات التصليد فلا تغيّر سوى الحالة الفيزيائية للنفاية باستخدام مواد مضافة (مثلاً السوائل إلى مواد صلبة) من دون تغيير الخواص الكيميائية للنفايات (المفوضية الأوروبية، ٢٠٠٣) (European Commission 2003).

١٧٤- وتُطبّق عمليات التصليد والتثبيت ("S/S")، على سبيل المثال، على النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات الملوّثة بالزئبق، مثل التربة والحمأة والرماد والسوائل. وهذه العمليات (S/S) تحدّ من حراك الملوِّثات في الوسط المحيط بربطها بالكتلة المثبَّتة، أو بتحريض تفاعلات كيميائية قد تخفّض قابلية التحلُّل أو قابلية التطاير، مما يحدّ من حراكها وانتقالها (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٧ب) (United States EPA 2007b).

١٧٥- كما تستخدم عمليات (S/S) عادةً في معالجة نفايات متنوعة، مثل حمأة مجاري الصرف ورماد المحارِق والسوائل الملوّثة بالزئبق والتربة الملوّثة بالزئبق. علماً بأن الزئبق من هذه النفايات لا تطاله بسهولة عواملُ النضّ أو عملية الامتزاز الحراري، ولكنه يكون قابلاً للنضّ عندما تُدفن النفاية المثبَّتة وتُحفظ في مطمَر قمامة لفترة طويلة من الزمن، كما هي الحالة بالنسبة إلى أنواع معادن ومركّبات عضوية أخرى. كما أن الزئبق في النفايات المصلّدة أو المثبّتة في مطمر القمامة يمكن أن ينضّ (أي ينحلّ وينتقل من النفاية المثبّتة عبر السوائل في مطمَر القمامة)، أو يسري إلى المياه الجوفية أو المياه السطحية القريبة، وأن يتبخّر في الغلاف الجوي بحسب الظروف البيئية الطبيعية.

١٧٦- كما تشتمل عمليات التثبيت/التصليد (S/S) الربط الفيزيائي للمواد الملوِّثة أو دمجها داخل كتلة مثبّتة (التصليد)، أو تحريض تفاعلات كيميائية بين العامل المثبِّت والملوِّثات من أجل الحدّ من حراكها الانتقالي (التثبيت). ويُستخدم التصليد من أجل تغليف (كبسَلة) النفاية أو استيعابها بالامتصاص، بحيث تشكّل مادة صلبة، حينما تكون السوائل الحرّة غير عناصر الزئبق موجودة في النفاية. ويمكن تغليف النفايات بطريقتين: التغليف الجزئي والتغليف الكلّي. أما التغليف الجزئي فهو عملية مزج النفاية مع المادة المغلِّفة قبل حدوث التصليد. وأما التغليف الكلي فيشير إلى عملية صَبّ المادة المغلِّفة من فوق كتلة النفاية ومن حولها، مما يدمجها داخل كتلة مدمجة صلبة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٧ب) (United States EPA 2007b).

١٧٧- ويمكن القول بعبارة عامة بأن عملية التصليد تشتمل على خلط التربة أو النفاية مع روابط، مثل إسمنت بورتلاند أو الإسمنت البوليمري الكبريتي (SPC)، أو روابط كبريتيدي أو فوسفاتي، أو غبار أتون إسمنتي، أو راتينجات بوليستيرية، أو مركّبات بوليسيلوكينية، لتكوين مِلاط طيني أو عجينة

أو غير ذلك من الخلائط شبه السائلة، التي يُتاح لها الوقت لكي تتحوّل إلى شكل صلب (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٧ب) (United States EPA 2007b).

١٧٨- وهنالك نهجان كيميائيان رئيسيان يمكن تطبيقهما على النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق (هاغيمان، ٢٠٠٩):

(أ) التحويل الكيميائي إلى كبريتيد الزئبق؛

(ب) المزج الملغمي (تشكيل سبيكة صلبة مع معادن ملائمة).

١٧٩- يمكن تحقيق درجة كافية من الحدّ من المخاطر إذا كان معدّل التحويل (النسبة المئوية للزئبق المتفاعل) إلى الكبريتيد الزئبقي قريباً من مائة في المائة أو مساوياً لها؛ وإلاّ فإن درجة تطايريّة الزئبق وقابليته للنضّ تظل عالية، كما هي حالة الملغمات (ماتوس، ١٩٩٩).

التثبيت على شكل كبريتيد زئبقي

١٨٠- لأن أشيع ظواهر الزئبق في الطبيعة هي في شكل الزِنجفْر (سينّبار "HgS")، الذي يُشتق منه الزئبق المعدني (الفلِزي)، فإن أهم نهج خضع للتحقيق الجيد هو إعادة تحويل الزئبق العنصري (الأساسي) إلى ما يقارب جداً حالته الطبيعية مثل الزِنجفر. وتُخلَط النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق مع عناصر الكبريت أو مع غير ذلك من المواد المحتوية على كبريت لتشكيل كبريتيد الزئبق (أي HgS). ويمكن أن ينتج عن كبريتيد الزئبق هذا نوعان مختلفان: كبريتيد الزئبق - ألفا (الزنجفر) مختلفان: كبريتيد الزئبق - بيتا (ميتا - سينبار). وكبريتيد الزئبق-ألفا (ذو اللون الأحمر القاني) يتّسم بقابلية انحلال في الماء بدرجة أدنى قليلاً مقارنةً بنوعه النقي المسمّى كبريتيد الزئبق-بيتا (الأسود اللون). والزنجفر (HgS) هو مسحوق درجة كثافته تتراوح بين ٢،٥ و٣ غ/سم^{٣}.

١٨١- وعموماً، فإن كبريتيد الزئبق (HgS) المنتَج بخلط الزئبق والكبريت بشروط محيطة لبعض الوقت إلى حين إنتاج كبريتيد الزئبق (ثانياً). ولمباشرة عملية التفاعل، يلزم توفير طاقة تنشيط معيّنة، وذلك ربما بمزج الخليطة المكثّف. ومن بين عوامل متعدّدة فإن معدلات سرعة التدفّق القَصية ودرجات الحرارة أثناء العملية تدعم طور إنتاج السينبار ألفا، في حين أن إطالة وقت العملية تكون مؤاتية لتكوين السينبار بيتا. وأما طول وقت الطّحن المفرِط مع وجود الأوكسجين فيمكن أن يؤدي إلى إنتاج أُكسيد الزئبق (ثانياً). ولأن أكسيد الزئبق (HgO) له قابلية ذوبان (انحلال) أعلى درجة من قابلية كبريتيد الزئبق (HgS)، فإنه ينبغي اجتناب تكوينه بالطحن بشروط جوية محيطة حاملة أو من خلال إضافة مادة مضادة للأكسدة (مثلاً كبريتيد الصوديوم). ولأن التفاعل بين الزئبق والكبريت طارِد للحرارة، فإن الجو المحيط الخامل يسهم أيضاً في أمان سير العملية. علماً بأن هذه العملية قوية وبسيطة. وكبريتيد الزئبق غير قابل للذوبان في الماء وغير طيّار، ومستقرّ (ثابت) وغير تفاعلي كيميائياً، وغير خاضع للتعرّض إلاّ للأحماض المركّزة. وباعتباره مادة مسحوقية رقيقة فإن مناولته خاضعة لمتطلّبات محدّدة (وذلك على سبيل المثال لاجتناب مخاطر إطلاق الغبار). وهذه العملية الخاصة بالتثبيت تؤدي إلى زيادة في الحجم بنسبة ٣٠٠ في المائة وفي الوزن بنسبة ١٦ في المائة من الوزن الجزيئي مقارنة بالزئبق العنصري.

١٨٢- وإن عملية التثبيت على النطاق الكبير للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق بالكبريت لتشكيل كبريتيد الزئبق (HgS) أصبحت متاحة منذ عام ٢٠١٠. وتجري العملية في خلاّطة فراغية تُدار في جو محيط فراغي خامل، يضمن التحكّم الجيد بالعملية وأمان تسييرها. وتمنع مصفاة الغبار ومصفاة كربون منشّط انطلاق الانبعاثات من وحدة المعالجة. ويجري التفاعل بين الزئبق والكبريت بنسب كميات قياسية متكافئة في النقاوة. ويتكوّن المنتج النهائي من كبريتيد الزئبق الأحمر بقيم نضّ دون ٠،٠٠٢ ملغم Hg/كغم (اختبارات بحسب EN12457/1 إلى 4). كما أن المنتج النهائي مستقر من الناحية الديناميكية الحرارية حتى ٣٥٠ درجة مئوية. وتضمن عملية الخلط الفراغي أمان التشغيل، أي أنه لا يوجد تسرّب أثناء سير العملية، وينخفض الطلب على الطاقة من خلال تخفيض نقطة درجة الغليان. ولقد تم استيفاء معايير قبول النفايات بما فيها إجراء اختبار النض عملا بمقرّر المجلس الأوروبي 2003/33/EC المؤرخ في ١٩ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٢ الذي يضع معايير وإجراءات قبول النفايات في المطامر بموجب المادة ١٦ من التوجيه الأوروبي 1999/31/EC، وبمرفقه الثاني، المتعلقين بكبريتيد الزئبق. وبالأحرى، ينبغي أن يصرف كبريتيد الزئبق في مرفق تحت الأرض.

تثبيت/تصليد البوليمير الكبريتي

١٨٣- عملية تثبيت البوليمير الكبريتي (SPSS) هي طريقة معدَّلة لعملية تثبيت الكبريت ذات مزية في تخفيض احتمال نضّ بخار الزئبق لأن المنتج الختامي متجانس (التراصّ) وذو مساحة سطحية ضئيلة. وضمن هذه العملية يتفاعل الزئبق مع الكبريت لتكوين كبريتيد (ثانياً) الزئبق. وبالتزامن أيضاً يُغلّف كبريتيد الزئبق، ومن ثم يكون المنتَج الختامي أُحادي التكوين. وتعتمد العملية على استخدام ~٩٥ في المائة بحسب الوزن من الكبريت العنصري و٥ في المائة من بوليمرات عضوية معدِّلة، من النوع المسمّى أيضاً الإسمنت البوليمري الكبريتي (SPC)؛ الذي يمكن أن يكون ديسيكلوبنتادين (فيروسين) أو ليفوميرات السيكلوبنتادين. ويتعين القيام بالعملية بدرجة حرارة عالية نسبياً تُقدّر بحوالي ١٣٥ درجة مئوية، قد تؤدي إلى بعض التطاير، ومن ثم إلى انطلاق الزئبق أثناء مسار العملية. وعلى أيّ حال، تتطلّب العملية توفير جو محيط خامل من أجل منع تشكّل أُكسيد الزئبق (ثانياً) القابل للذوبان في الماء. وفي حالة الإسمنت البوليمري الكبريتي (SPC)، يتم الحصول على كبريتيد الزئبق (HgS)-بيتا. وبإضافة صوديوم سولفيد نوناهيدريت ينتج كبريتيد الزئبق (HgS)-ألفا.

١٨٤- ويمكن تحقيق نسبة حمولة زئبق (Hg) عالية نسبياً (~٧٠ في المائة) بواسطة هذه العملية لأنه لا يوجد تفاعل كيميائي في المصفوفة اللازم تحديدها ومعالجتها. والعملية مُحكمة وبسيطة التنفيذ، والمنتج قابل جداً للذوبان في الماء، ويتّسم بمقاومة عالية للتآكل بسبب البيئة، وهو مقاوم لدورات الذوبان - التجميد، وله قوة ميكانيكية عالية وأثناء العملية، من المتوقّع حدوث فقدان من التطاير، ولذلك من اللازم توفير تدابير تحكّم هندسية مناسبة في المرافق. ومن الضروري أيضاً توفير تدابير تحكّم هندسية لاجتناب احتمالات الاشتعال والانفجار. وإضافةً إلى ذلك، فإن حجم مادة النفاية الناتجة يزداد بقدر كبير[٣٤].

(٣٤) للاطلاع على مزيد من المعلومات انظر مشروع الإيداع الآمن للزئبق على الموقع الشبكي: http://www.mersade.eu.

١٨٥- وقد أبلغت تقارير عن استقرار (ثبات) المنتَج باعتباره أدنى درجة محقّقة في السلوك النضّي بقيمة ٢ من حيث الرقم الهيدروجيني (pH) مع ٠،٠٠١ ملغم/لتر. وفي حالة اتجاه خطي نوعاً ما، تصل القيمة النضّية إلى أقصى حد يبلغ ~٠،١ ملغم/لتر بقيمة ١٢ من حيث الرقم الهيدروجيني، وهناك مثال آخر يتراوح بين ٠،٠٠٥ و٤٥ ملغم/لتر بالنسبة إلى قيم مختلفة من حيث الرقم الهيدروجيني. وأما السبب في هذا المدى الواسع في السلوك النضّي في المثال الأخير فليس الاعتماد على الرقم الهيدروجيني، بل صِغَر مقدار الزئبق العنصري الذي يظل موجوداً في المنتَج الختامي. وقد أوضح المستثمر بأن نوعية المنتَج ازدادت مع تحسّن التحكّم بالعملية. ولم يُبلَّغ عن حدوث انبعاثات زئبقية من المنتج (BiPRO، ٢٠١٠).

المزج الملغَميّ

١٨٦- المزج الملغمي للزئبق هو عملية حلّ الزئبق وتصليده في مواد أخرى، مثل النحاس والنيكل والزنك والقصدير، بما يؤدي إلى منتَج صلب غير قابل للتطاير. وهذه التقنية هي نَسق فرعي من تكنولوجيات التصليد. وتُستخدم عمليتان عامتان في هذا المزج الملغمي للزئبق الموجود في النفايات: الإحلال المائي والإحلال غير المائي. أما العملية المائية فتشتمل على مزج معدن أساس (قاعدي) دقيق التقسيم، مثل الزنك أو النحاس، في مياه نفاية تحتوي على أملاح زئبق محلولة؛ فيختزل المعدن الأساس الأملاح الزئبقية الميركوريك والميركوروس) إلى زئبق عنصري، ينحلّ في المعدن ليشكّل سبيكة معدنية صلبة زئبقية الأساس تُسمى مزيجاً ملغمياً. وأما العملية غير المائية فتشتمل على مزج مساحيق معدنية دقيقة التقسيم في النفاية الزئبقية العنصرية، لتشكيل مزيج ملغمّي مصلَّد. وتُطبّق عملية الإحلال المائي على أملاح الزئبق وعناصر الزئبق على حد سواء، في حين أن العملية غير المائية لا تُطبّق إلاّ على عناصر الزئبق. غير أن الزئبق في المزيج الملغمي الناتج عُرضة للتطاير أو النض. ولذلك فإن المزج الملغمي يُستخدم مقترناً بتكنولوجيا التغليف (الكبسَلة) (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠٠٧ب) (United States EPA 2007b).

ب - غسل التربة والاستخلاص الحمضي

١٨٧- غسل التربة هو عملية معالجة خارجية للتربة والترسّبات الملوّثة بالزئبق. وهي عملية مائية في أساسها تُستخدم فيها توليفة تجمع بين فصل الجسيمات الفيزيائية والفصل الكيميائي المائي أساساً من أجل خفض التلوّث في التربة. وتستند هذه العملية إلى المفهوم القائل بأن معظم الملوِّثات تميل إلى الاختلاط بأدق جسيمات التربة (الصلصال والطمي) لا إلى الاختلاط بالجسيمات التي هي أكبر حجماً (الرمل والحصى). ويمكن اتّباع طرائق فيزيائية لفصل الجسيمات الكبيرة النظيفة نسبياً من الجسيمات الدقيقة، لأن هذه الجسيمات الدقيقة تكون متعلقة بالجسيمات الأكبر من خلال عمليات فيزيائية (التراصّ والالتصاق). ومن ثم فإن هذه العملية تركّز التلوّث اللاصق بالجسيمات الدقيقة من أجل معالجتها على نحو إضافي. كما إن استخلاص الأحماض هو أيضاً عملية تكنولوجية خارجية تُستخدم فيها مادة كيميائية مُستخلِصة، مثل حمض الهيدروكلوريك أو حمض الكبريت لاستخلاص الملوّثات من مصفوفة صلبة بواسطة حلّها في الحمض. والملوّثات الفلزية تُستردّ من محلول النضّ الحمضي باستخدام تقنيات مثل التحليل الكهربائي في الطور المائي. ويمكن العثور على معلومات أكثر تفصيلاً في الوثيقة التالية: ''تكنولوجيا معالجة الزئبق في التربة والنفايات والماء، Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (٢٠٠٧ب) (United States EPA 2007b)''.

(ب) مطامر النفايات المنشأة بتصميم هندسي خاص

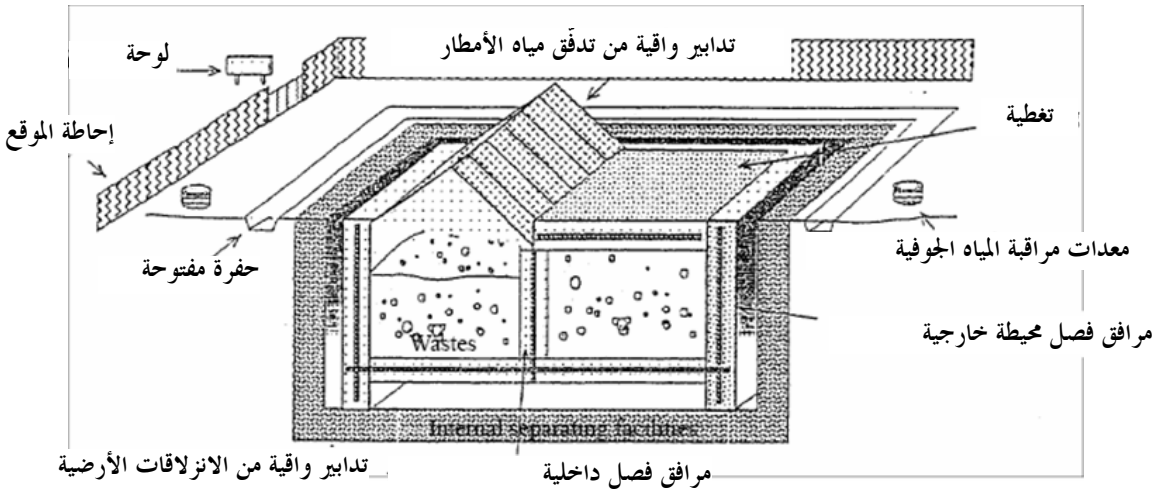
١٨٨- عقب عمليتي التثبيت أو التصليد للنفايات، تُفرز النفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، التي تستوفي معايير قبولها في مطامِر النفايات المنشأة بتصميم هندسي خاص، والمحدّدة في اللوائح التنظيمية الوطنية أو المحلية، حيث قد يتم التخلص منها في تلك المطامِر المخصصة. وقد حدّدت بعض الولايات القضائية معايير طَمْر قبول بشأن طمر النفايات المحتوية على زئبق أو الملوثة بالزئبق. وبمقتضى التشريعات في الاتحاد الأوروبي، فإن النفايات التي تحتوي على قيمتي حدٍ نضيّ تتمثل في ٠،٢ ملغم/كغم و ٢ ملغم/كغم من المادة الجافة بحسب نسبة السائل إلى الصلب تعادل 10 L/kg، هي وحدها التي يمكن قبولها في مطامِر النفايات غير الخطرة وفي مطامِر النفايات الخطرة، على التوالي. وبمقتضى التشريعات الخاصة بمعالجة النفايات الزئبقية في الولايات المتحدة، فإن النفايات ذات التركّز الزئبقي المنخفض هي فقط التي يمكن معالجتها وطمرها في المطامر المخصصة. ويجب أن يكون نض النفايات الزئبقية المعالَجة بمقدار يقلّ عن ٠،٠٢٥ ملغم/لتر (بالاختبار بحسب إجراءات نضّ الخصائص السمية TCLP) لكي تُقبل للتخلّص منها في المطامِر المخصّصة. وبمقتضى التشريعات اليابانية، فإن النفايات المعالَجة ذات التركّز الزئبقي الزائد عن ٠،٠٠٥ ملغم/ل (طريقة اختبار النض: المعيار الياباني لاختبار النضّ رقم ١٣ (JLT-13) (الإشعار رقم ١٣ الصادر عن وزارة البيئة) ينبغي التخلّص منها في مطامِر القمامة ذات التصميم الهندسي الخاص في اليابان (وزارة البيئة، اليابان، ٢٠٠٧ب). وإضافة إلى ذلك، يُحظر في بعض البلدان التخلّص من نفايات معيّنة تحتوي على زئبق أو ملوّثة بالزئبق في مطامِر القمامة.

١٨٩- وإن مطمَر النفايات المنشأ بتصميم هندسي خاص هو عبارة عن نظام سليم بيئياً للتخلّص من النفايات الصلبة، كما إنه موقع تُغلّف فيه النفايات الصلبة وتُعزَل بعضها عن بعض وعن البيئة المحيطة أيضاً. وينبغي أن تخضع جميع جوانب عمليات الطمر للمراقبة والتحكّم لضمان حماية صحة وسلامة كل من يعيش ويعمل في المنطقة المحيطة بمطمر النفايات، وكذلك لتأمين الحفاظ على البيئة (أمانة اتفاقية بازل، ١٩٩٥ب) (SBC 1995b).

١٩٠- من حيث المبدأ، ولفترة زمنية محدّدة، يمكن هندسة مطمَر النفايات ليكون سليماً بيئياً، بشرط أن يكون موقعه مناسباً وتتوافر له تدابير وقائية صحيحة وإدارة ذات كفاءة، وينبغي استيفاء اشتراطات محدّدة فيما يخصّ اختيار الموقع وتصميمه وإنشائه، وعمليات دفن النفايات ورصدها، اللازمة لمطامِر النفايات المنشأة بتصميم هندسي خاص، وذلك من أجل منع حالات التسرّب وتلوّث البيئة. وينبغي تطبيق إجراءات التحكّم والرقابة بالتساوي على عمليات اختيار الموقع وتصميمه وإنشائه وتشغيله ورصده، وكذلك إغلاقه والعناية اللاحقة بعد الإغلاق (أمانة اتفاقية بازل، ١٩٩٥ب). كما ينبغي أن تشمل الأذون اللازمة المواصفات الخاصة بأنواع وتركّزات النفايات التي يمكن قبولها، ونظم مراقبة ارتشاح النض وتسرّب الغاز، والرصد، وأمن الموقع، والإغلاق ومرحلة ما بعد الإغلاق.

١٩١- وينبغي إيلاء اهتمام خاص إلى اتخاذ التدابير اللازمة لحماية موارد المياه الجوفية من نفاذ غُسالة النضّ إلى التربة. وينبغي تحقيق حماية التربة والمياه الجوفية والمياه السطحية، بالجمع بين حاجز جيولوجي ونظام تبطين عازل وقائي سفلي أثناء المرحلة التشغيلية، وبالجمع بين حاجز جيولوجي ونظام تبطين وقائي علوي أثناء الإغلاق ومرحلة ما بعد الإغلاق. وينبغي إنشاء نظام مجاري وجمع

لغُسالة النض داخل مطمر النفايات، يسمح بضخّ غُسالة النضّ إلى السطح من أجل المعالجة قبل التصريف إلى الشبكة المائية. وعلاوة على ذلك، ينبغي إرساء إجراءات لرصد مراحل التشغيل وما بعد الإغلاق في وقع مطمر النفايات، بحيث يمكن تحديد أي آثار ضارة محتملة على البيئة في الموقع ومن ثم اتخاذ التدابير التصحيحية المناسبة. وينبغي أن يتم اختيار أسلوب تطوير المطمر وتبطينه الوقائي على ضوء ظروف الموقع وعوامل الجيولوجيا وغيرها من العوامل الخاصة بالمشروع. كما ينبغي تطبيق مبادئ هندسية جيوتقنية مناسبة على مختلف جوانب مطمر النفايات المنشأ بتصميم هندسي خاص، ومنها مثلاً إنشاء الحواجز والمنحدرات وخلايا المكَبّ والممرّات وبُنى مجاري الصرف (المجلس الكندي لوزراء البيئة، ٢٠٠٦ (CCME 2006)). وعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون مطمَر القمامة ضمن خرسانة إسمنتية محكمة السد منعاً من تسرّب السوائل، ومزوّداً بالتجهيزات اللازمة منع تدفّق مياه الأمطار إلى الداخل ومغطى بسقف ونظام لتصريف مياه الأمطار (الشكل -٦) (وزارة البيئة، اليابان، ٢٠٠٧أ). وقد تم توثيق عدد من نظم التحكّم بتسرّب غُسالة النض والتبطين العازل للمجاري، التي ثبتت فعاليتها في ظروف متباينة. علماً بأن المبادئ التوجيهية التقنية في اتفاقية بازل بشأن مواقع طمر النفايات المنشأة بتصميم هندسي خاص توضّح بتفصيل بعض النهوج الأخرى بشأن نظم الاحتواء الهندسية التي يمكن النظر فيها بعين الاعتبار إذا كانت الظروف مناسبة لذلك (أمانة اتفاقية بازل، ١٩٩٥ب) (SBC 1995b).



الشكل-٦ مواقع طمر النفايات ذات التصميم الهندسي الخاص (وزارة البيئة، اليابان ٢٠٠٧أ)

١٩٢- للاطّلاع على مزيد من المعلومات عن مطامر النفايات ذات التصميم الهندسي الخاص، انظر المبادئ التوجيهية التقنية في اتفاقية بازل بشأن مواقع طمر النفايات ذات التصميم الهندسي الخاص (العملية D5) (أمانة اتفاقية بازل، ١٩٩٥ب) (SBC 1995b).

(ج) التخزين الدائم (مرافق تحت سطح الأرض)

١٩٣- عقب عمليتي التصليد أو التثبيت، تُفرز النفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق،[٣٥] التي تستوفي معايير قبولها بشأن التخزين الدائم، قد يتم تخزينها الدائم، إذا كان ذلك مناسباً، في حاويات خاصة في مناطق مخصصّة، ومنها مثلاً مرافق التخزين تحت سطح الأرض.

(٣٥) تشمل النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق بعد التثبيت أو التصليد.

١٩٤- أما تكنولوجيا التخزين تحت الأرض فتستند إلى هندسة المناجم والتعدين، وتشمل تكنولوجيا ومنهجية بشأن حفر مناطق المناجم وإنشاء حجرات منجمية شبكية رُباعية الأضلاع مسنّدة بأعمدة[٣٦]. ويمكن استخدام المناجم المهجورة لأغراض التخزين الدائم للنفايات المثبتة والمصلَّدة، عندما يتمّ تخصيص تلك المناجم لهذه الأغراض على وجه التحديد.

١٩٥- وإضافة إلى ذلك، يمكن تطبيق الخبرة المكتسبة في التخلّص من النفايات المشعة تحت سطح الأرض على تخزين النفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق تحت سطح الأرض. وفي حين أن حفر مستودع عميق تحت سطح الأرض باتباع معايير تكنولوجيا التعدين المنجمي أو تكنولوجيا الهندسة المدنية يُعدّ إمكانية متاحة، فإن ذلك يكون مقيّداً بالمواضع المتاح الوصول إليها (مثلاً تحت السطح أو بالقرب من الشاطئ)، وبالوحدات الصخرية المستقرّة نسبياً ومن دون تدفّقات مائية جوفية كبيرة، وبالأعماق التي تتراوح بين ٢٥٠م و١٠٠٠م. وأما الحفر على عمق أكثر غوراً من ١٠٠٠م فإنه يصبح أكثر صعوبة تقنياً ومن ثم باهظ التكلفة جداً (الرابطة النووية العالمية، ٢٠١٠) (World Nuclear Association 2010).

١٩٦- وتحتوي المنشورات التالية على مزيد من المعلومات التفصيلية عن التخزين الدائم للنفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق:

(أ) المفوضية الأوروبية (٢٠٠٣): Safety Assessment for Acceptance of Waste in Underground Storage -Appendix A to Council Decision of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of and Annex II to Directive 1999/31/EC : http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:011:0027:0049:EN:PDF؛

(ب) بيبرو (BiPRO) (٢٠١٠): Requirements for Facilities and Acceptance Criteria for the Disposal of Metallic Mercury, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf؛

(ج) الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) (٢٠٠٩): Disposal of Geological Radioactive Waste: Technological Implications for Retrievability http://www-pub.iaea.org/ MTCD/ publications/PDF/Pub1378_web.pdf؛

(د) الرابطة النووية العالمية (WNA) (٢٠١٠): Storage and Disposal Options, http://www.world-nuclear.org/info/inf04ap2.html؛

(هـ) مشروع أمريكا اللاتينية والكاريبي لتخزين الزئبق (٢٠١٠): Options analysis and feasibility study for the long-term storage of mercury in Latin America and the Caribbean, http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/SupplyandStorage/LACMercuryStorageProject/tabid/3554/language/en-US/Default.aspx؛

(و) مشروع آسيا – المحيط الهادئ لتخزين الزئبق (٢٠١٠): Options analysis and feasibility study for the long-term storage of mercury in Asia, http://www.unep.org/ hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/SupplyandStorage/AsiaPacificMercuryStorageProject/tabid/3552/language/en-US/Default.aspx؛

---

(٣٦) في ألمانيا مثلاً، توجد خبرة واسعة بشأن تخزين النفايات الخطرة تحت الأرض.

١٩٧- والتخزين الدائم في مرافق تقع تحت سطح الأرض في مناجم الملح المعزولة جيوهيدرولوجياً وفي تشكيلات صخرية صلبة هو أحد خيارات فصل النفايات الخطرة عن المحيط الحيوي لفترات جيولوجية من الزمن. وينبغي القيام بتقييم الخطر الخاص بالموقع وفقا للتشريعات الوطنية الوثيقة الصلة بهذا الأمر، مثل الأحكام الواردة في التذييل ألف من مرفق مقرر مجلس أوروبا 2003/33/EC المؤرخ ١٩ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٢ الذي يحدد معايير وإجراءات بشأن قبول نفايات في مواقع طمر القمامة تبعا للمادة ١٦ من التوجيه الإداري 1999/31/EC والمرفق الثاني له، بالنسبة لكل مرفق تخزين تحت الأرض مخطط لاستخدامه.

١٩٨- ينبغي التخلص من النفايات بطريقة تستبعد (أ) أي تفاعل غير مستصوب بين النفايات المختلفة أو بين النفايات وبطانة حوائط التخزين، (ب) انطلاق وانتقال المواد الخطرة. وينبغي أن تحدّد أذون التشغيل أنواع النفايات التي ينبغي استبعادها عموماً. ويتم توفير العزل بواسطة توليفة من الحواجز الهندسية والطبيعية (الصخر والملح والطين)، ولا ينبغي أن يُمرَّر أي التزام بالعمل على صون المرفق إلى أجيال المستقبل. ويُعبَّر عن ذلك اصطلاحاً بمفهوم تعدّد الحواجز، مع ما يرتبط به من تعبئة وتغليف النفايات، والمستودع المنشأ بتصميم هندسي خاص، والبيئة الجيولوجية، بحيث توفّر هذه العوامل كلها حواجز تحول دون تسرّب أي مقدار من الزئبق ووصوله إلى البشر والبيئة (BiPRO، ٢٠١٠؛ الجماعة الأوروبية ٢٠٠٣؛ الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠٠٩؛ الرابطة النووية العالمية، ٢٠١٠) (BiPRO 2010; European Community 2003; IAEA 2009; World Nuclear Association 2010).

١٩٩- كما إن العوامل المعيّنة، مثل مخطط تصميم الموقع وتقسيمات الاحتواء ومكان التخزين وشروط الدخول واستراتيجية الإغلاق وطريقة السّد المُحكَم والرّدم وعمق مكان التخزين، التي تؤثّر في سلوك الزئبق في الصخر الحاضن الذي يحفّ به والبيئة الجيولوجية، لا بدّ من النظر إليها بعين الاعتبار على نحو منفصل عن خواص النفايات ونظام التخزين. وأما الصخور الحاضنة المحتملة في التخزين الدائم للنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق فهي الصخور الملحية وتشكيلات الصخور الصلبة (الصخور البركانية، مثلاً الغرانيتية والمتحوّلة، بما في ذلك الصخور الرسوبية، مثلاً الحجر الجيري والحجر الرملي). (BiPRO، ٢٠١٠؛ الجماعة الأوروبية، ٢٠٠٣؛ الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠٠٩؛ الرابطة النووية العالمية، ٢٠١٠) (BiPRO 2010; European Community 2003; IAEA 2009; World Nuclear Association 2010).

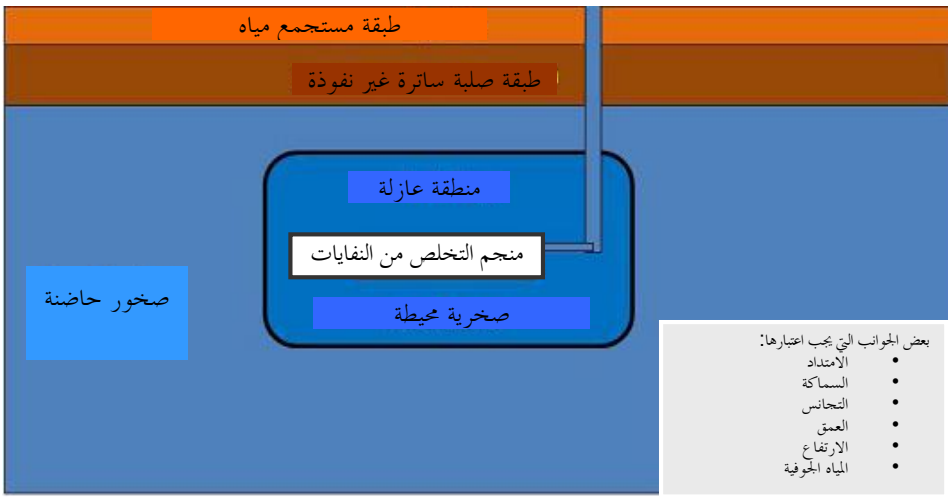
٢٠٠- ينبغي أن يؤخذ ما يلي في الاعتبار عند اختيار موقع تخزين دائم في مناجم تحت الأرض من أجل التخلص من النفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق:

(أ) ينبغي أن تكون الكهوف الواسعة أو الأنفاق المستخدمة في التخزين مفصولة تماماً عن مناطق التعدين النشطة والمناطق التي يجوز إعادة فتحها للتعدين؛

(ب) ينبغي أن تكون الكهوف والأنفاق واقعة في تكوينات جيولوجية أدنى بكثير من مناطق المياه الجوفية المتاحة أو في تكوينات معزولة تماما بواسطة طبقات صخرية أو جيرية كتيمة عن المناطق المحملة بالمياه؛

(ج) ينبغي أن تكون الكهوف والأنفاق واقعة في تكوينات جيولوجية مستقرة للغاية وليس في مناطق معرضة للزلازل.

٢٠١- وبغية ضمان الاحتواء التام، فإن منجم التخلّص من النفايات، وكل منطقة من حوله قد تتأثّر بعمليات التخلّص (مثلاً جيوميكانيكياً أو جيوكيميائياً)، ينبغي إحاطته بصخور صلبة (بما يُسمّى منطقة الصخور العازلة) ذات درجة كافية من السماكة والتجانس، وذات خواص ملائمة وبعمق ملائم (انظر الشكل ٧). ومن حيث المبدأ الأساسي في هذا الصدد، ينبغي أن يمكّن تقييم الخطر على المدى الطويل من البرهان على أن مراحل التشييد والتشغيل وكذلك مرحلة ما بعد التشغيل الخاصة بمرفق التخلّص الواقع تحت سطح الأرض لن تؤدي إلى أي تدهور في المحيط الحيوي. ومن ثم يجب استخدام نماذج مناسبة لتحليل وتقييم كل الحواجز التقنية (مثلاً شكل النفاية، الرّدم، تدابير السّد المحكَم)، وسلوك الصخور الحاضنة والمحيطة، وتشكيلات الغطاء الصخري، ونسق تسلسل الأحداث المحتملة في النظام بأجمعه.



الشكل ٧ - مفهوم الاحتواء الكامل (التخطيطي) (مقدّم مجاملةً من: GRS)

٢٠٢- إذا تبيّن من دراسة التشكيل الصخري وجود مواطن قصور (مثلاً من حيث التجانس والسماكة)، يمكن اللجوء إلى إنشاء نظام متعدّد الحواجز للتعويض عن خواص الحواجز المفتقدة أو غير الكافية في الصخور الحاضنة، وعموماً، قد يتكوّن النظام المتعدّد الحواجز من هذا النوع من واحد من مكوّنات الحواجز الإضافية أو من عدّة منها (انظر الجدول ٥ والشكل ٨) التي يمكن أن تساعد على تحقيق الغاية النهائية، أيْ العزل الدائم للنفاية عن المحيط الحيوي.

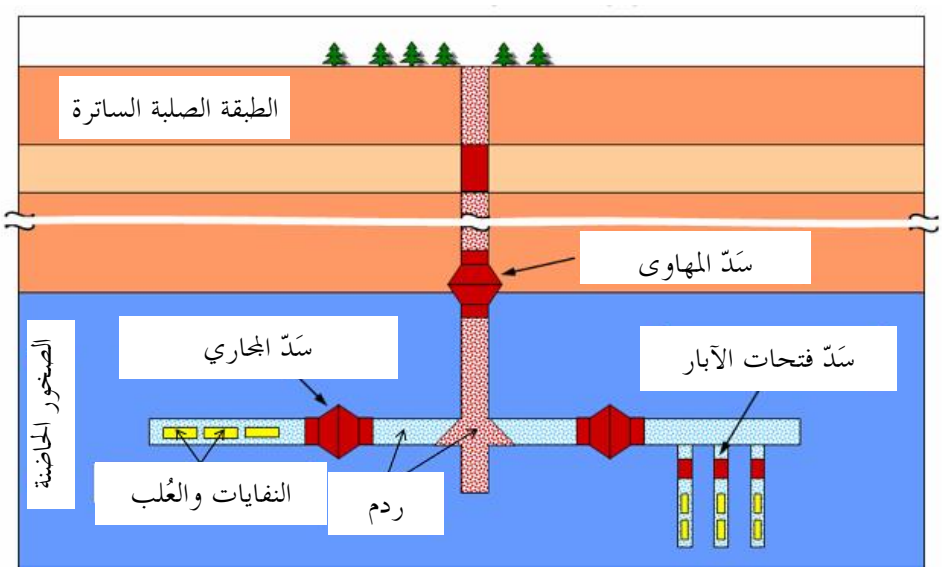
٢٠٣- وينبغي إجراء تقييم للأمان على المدى الطويل (انظر ما ورد أعلاه) للتأكّد من الحاجة إلى نظام متعدّد الحواجز ضمن منظومة التخلّص من النفايات، ووضعية عمل النظام. وعلى سبيل المثال، فإن طبقة التشكيلات الجيولوجية من فوق منجم التخلّص من النفايات ('الطبقة الصلبة الساترة') قد تكون فعّالة بطرائق مختلفة:

(أ) بحماية الطبقة السفلية الصخرية الحاضنة من تضرّر خواصها؛و/أو

(ب) توفير قدرات احتجاز إضافية لاحتواء الملوّثات التي قد تُطلق من منجم التخلّص من النفايات في ظروف معيّنة.

الجدول ٥ - المكوّنات المحتملة لنظام الحواجز المتعدّدة وأمثلة على وضعية عمله

مكوّنات الحواجز	أمثلة على وضعية العمل
محتوى النفايات	خفض إجمالي مقدار الملوّثات المراد التخلّص منها
مواصفات النفايات	معالجة النفايات من أجل تقليل الملوّثات القابلة للذوبان
علب النفايات	تخصيص فترة زمنية انتقالية محدودة إلى حين اكتمال فعالية الحواجز
تدابير الرّدم	ردم المواضع الخالية من المنجم لتحسين الاستقرار الجيوميكانيكي و/أو لتوفير شروط جيوميكانيكية خاصة
تدابير السّد المحكّم	ينبغي أن يوفّر سدّ مهاوى (فتحات) المنجم الخواص نفسها حيث ترتبك الحواجز الطبيعية بسبل الدخول إلى المنجم
الصخور الحاضنة	الاحتواء التام للملوّثات (الحالة المثالية)
الطبقة الصلبة الساترة	حاجز طبيعي إضافي (جيولوجي)، مثلاً طبقة صلصال بسماكة كافية وخواص ملائمة



الشكل ٨- المكونات الرئيسية للنظام المتعدد الحواجز ومخططه التصميمي ضمن النظام الكامل (المخطط) (مقدم مجاملة من: GRS)

٢٠٤- وعموماً، فإن مفهوم التخلّص من النفايات تحت سطح الأرض، بما في ذلك جميع المعايير والمتطلّبات والمخطط التصميمي النهائي، وغير ذلك، ينبغي تصميمه وفقاً للمعايير الخاصة بالنفايات والمعايير الخاصة بموقع التخلّص منها؛ على أن توُضع في الاعتبار اللوائح التنظيمية ذات الصلة بالموضوع (مثلاً المطبّقة لدى الجماعة الأوروبية، ٢٠٠٣) (e.g., European Community 2003). ولتقديم فكرة تقريبية عن عمق وسماكة مختلف أنواع الصخور الحاضنة، يرد في الجدول ٦ تعداد للأبعاد المختلفة، استناداً إلى الخبرات والخطط الحالية.

الجدول ٦ - القيم النمطية للسماكة العمودية لمقوّمات الصخور الحاضِنة والعمق المحتمل للتخلّص من النفايات (نقلاً عن غروندفلِت وآخرين، ٢٠٠٥)

البنية الأرضية		سماكة الكتلة الصخرية الحاضنة	عمق التخلّص المحتمل
الصخور الحاضنة	البدائل		
ملح صخري	قبة ملحية	حتى ١٠٠٠ م <	٨٠٠م
ملح صخري	ملح طباقي	١٠٠م تقريباً	٦٥٠-١٠٠ م
طين/حجر طيني		حتى ٤٠٠م	٤٠٠-٥٠٠م
صخور تحت غطاء طيني		١٠٠م تقريباً	٥٠٠-١٠٠٠ م

حاء - خفض إطلاقات الزئبق أثناء المعالجة الحرارية للنفايات والتخلّص منها

١ - خفض إطلاقات الزئبق أثناء مرحلة المعالجة الحرارية للنفايات

٢٠٥- قد يكون الزئبق باقياً في النفايات البلدية، مثلاً في البطاريات ومقاييس الحرارة والمصابيح الفلورية أو المفاتيح الكهربائية الزئبقية. ويؤدي جمع هذه النفايات منفصلة بعضها عن بعض إلى خفض الحمولة الإجمالية في النفايات الصلبة البلدية (MSW)، ولكن لا يمكن تحقيق معدلات جمع تصل إلى ١٠٠ في المائة في الممارسة العملية. وتبعاً لذلك، يمكن حرق النفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق، حيث يتحوّل كل الزئبق في النفاية أو معظمه، بسبب انخفاض نقطة غليانه، إلى غاز احتراق ويظل قدر ضئيل من الزئبق في رماد القاع. ويكون معظم الزئبق في غاز الاحتراق ضمن وحدة حرق النفايات على شكل زئبق عنصري، ولكن أكثر هذا الزئبق العنصري يتحوّل إلى زئبق ثنائي التكافؤ بعد مروره عبر وحدة الحرق، كما يتحوّل جزء منه إلى رماد متطاير. ويُفترض أن الزئبق الثنائي التكافؤ هو كلوريد الزئبق؛ ومن ثم ينبغي اختيار أجهزة لمعالجة غاز المداخن يمكنها أن تزيل بفعالية كلوريد الزئبق وعناصر الزئبق أيضاً. وإضافة إلى ذلك، فإن النفاية التي يُحتمل أن تحتوي على زئبق أو تكون ملوّثة بالزئبق، مثل النفايات السيّئة الفرز المطروحة من مرافق الرعاية الصحية، لا ينبغي أن تُحرق في مِحرق غير مجهّز بأجهزة معالجة الغاز الدخاني (آراي وآخرون، ١٩٩٧). وينبغي تحديد معايير الانبعاث والتدفق للزئبق، كما ينبغي رصد مستوى غاز المداخن المعالَج ومياه النفايات المعالجة وذلك لضمان إبقاء إطلاقات الزئبق في البيئة عند أدنى حد. وينبغي تطبيق هذه الممارسات أيضاً في وحدات المعالجة الحرارية الأخرى، مثل مرافق التحميص الفراغية المُحكَمة السّد.

٢٠٦- أما التقنيات الرئيسية لمنع إطلاقات الزئبق إلى الهواء من عملية حرق النفايات فهي التقنيات التي تمنع دخول الزئبق في بخار النفايات، أو تتحكّم به، إذا أمكن؛ ومنها مثلاً التقنيات التالية (المفوضية الأوروبية، ٢٠٠٦):

(أ) الإزالة الفعّالة للمنتجات المضاف إليها الزئبق من بخار النفايات، مثلاً الجمع على نحو منفصل لأنواع معيّنة من البطاريات وحشوات (ملغمات) الأسنان (باستخدام فواصل حشوية) قبل أن تمزج هذه النفايات مع نفايات أخرى أو مياه النفايات؛

(ب) إبلاغ منتجي النفايات بضرورة فرز الزئبق؛

(ج) تحديد و/أو تقييد استلام النفايات التي يُحتمل أن تكون محتوية على زئبق أو ملوّثة بالزئبق؛

(د) في حال العلم بتسلّم نفايات من هذا النوع - ضرورة التحكّم الرقابي بإلقام هذه النفايات في وحدات المعالجة من أجل اجتناب التحميل المفرط الذي يضعف قدرة نظام المعالجة على خفض التلوّث.

٢٠٧- وأما التقنيات الثانوية لمنع إطلاقات الزئبق في الهواء من بخار النفايات فتشمل معالجة غاز المداخن. وقد وضع الاتحاد الأوروبي معايير في التوجيه الإداري بشأن حرق النفايات (2000/76/EC) (المفوضية الأوروبية، ٢٠٠١) (European Community 2001)، ومن ذلك مثلاً القيم الحدّية للانبعاثات في تصريف مياه النفايات من وحدات تنظيف غازات المداخن بحدود ٠،٠٣ ملغم/ل بخصوص الزئبق ومركّباته المعبَّر عنها بالرمز (Hg)، وللانبعاثات الهوائية بحدود ٠،٠٥ ملغم/م^3، خلال ٣٠ دقيقة وسطياً و٠،١ ملغم/م^3 كحد خلال ثماني ساعات وسطياً للزئبق ومركّباته، المعبَّر عنها أيضاً بالرمز (Hg). كما إن بروتوكول الفلزّات الثقيلة ضمن إطار اتفاقية لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا بشأن التلوّث الهوائي بعيد المدى عبر الحدود، باعتبارها قيماً حدّية ملزمة قانونياً بشأن انبعاث الزئبق بمقدار ٠،٠٥ ملغم/م^3 في حرق النفايات الخطرة، وبمقدار ٠،٠٨ ملغم/م^3 في حرق النفايات البلدية.

٢٠٨- ويعتمد انتقاء نوع عملية خفض الزئبق على المحتوى الكلوري في مادة الحرق. فإذا كانت نسبة المحتوى من الكلور عالية، فإن الزئبق في الغاز الدخاني الخام سوف يكون أكثر فأكثر في شكل مؤكسد، ويمكن إيداعه في أجهزة شطف رطبة. وفي وحدات الإحراق الخاصة بالنفايات البلدية والخطرة، يكون المحتوى من الكلور في النفايات العادية عالياً بدرجة كافية، في حالات التشغيل المعتادة، وذلك لضمان أن يكون الزئبق (Hg) موجوداً في الأكثر في شكل مؤكسد. وأما مركّبات الزئبق الطيّارة، مثل ثنائي كلوريد الزئبق ($HgCl_2$)، فتتكثّف عند تبريد غاز المداخن، وتنّحل في السوائل التي يطرحها جهاز الشطف. وإضافة مواد كاشفة من أجل إزالة الزئبق (Hg) تحديداً توفّر وسيلة لإزالته خلال عملية المعالجة. وينبغي الإشارة إلى أن انبعاثات الزئبق، في أثناء إحراق حمأة المجاري، تكون في الأكثر في شكل عنصري أساسي، بسبب انخفاض المحتوى من الكلور في النفاية بأكثر من انخفاضه في النفايات البلدية أو الخطرة. وتبعاً لذلك، ينبغي توجيه انتباه خاص إلى احتجاز هذه الانبعاثات. علماً بأن عنصر الزئبق يمكن إزالته بتحويله إلى زئبق مؤكسد؛ ويتم ذلك بإضافة مواد مؤكسِدة ثم ترسيبه في الشطّافة أو ترسيبه مباشرة على طبقة من الكربون المنشّط المقوّى بالكبريت، أو كوكة فرن التحمير، أو الزيولايت. ويمكن تحقيق إزالة الفلزّات الثقيلة من نظم الشّطف الرّطبة بتقنية التنديف، حيث تتشكّل فلزّات الهيدروكسيد بتأثير عوامل ندف (مواد كهرلة متعدّدة) وكلوريد الحديد ($FeCl_3$). وفيما يخص إزالة الزئبق، تُضاف مواد تقوية مركّبة وكبريتيدات (مثلاً مركّب سولفات الصوديوم والكربون (Na_2S)، والكحول الكبريتي تري-ميركبتان).

٢٠٩- وأما الزئبق في غاز المداخن فيمكن إزالته بالامتزاز بكواشف كربون منشّط في نظام تدفّق بالسَّحب، حيث يُحقَن الكربون المنشّط في تدفّق الغاز. ثم يُصفّى الكربون من الدفق الغازي باستخدام مصافي كيسية. ويتّسم الكربون المنشّط بكفاءة امتزاز عالية للزئبق وكذلك لمادتي أكسيد

ثنائي الفنيلين المتعدد الكلورة/الديبتروفورانس البوليكلورينيتد (PCDD/PCDF). وللأنواع المختلفة من الكربون المنشّط كفاءات امتصاص مختلفة. ويُعتقد بأن ذلك يُعزى إلى الطبيعة النوعية لجُسيمات الكربون، والتي هي الأخرى تتأثّر بعملية الصناعة التحويلية (المفوضية الأوروبية، ٢٠٠٦). والمصافي الراشحة الساكنة الطبقة لكوكة أفران التخمير الحُبيبيّة (HFC-كوكة رقية تتراوح بين ١،٢٥مم و٥ مم) فعّالة في ترسيب معظم مكوّنات غاز المداخن المرتبطة بالانبعاثات، وخصوصاً مخلّفات المحتويات من حمض الهيدروكلوريك وحمض الهيدروفلوريك وأكسيدات الكبريت والفلزّات الثقيلة (بما في ذلك الزئبق)، وأحياناً بدرجة هي دون حدّ الكشف. ويستند مفعول الترسيب لكوكة فرن التخمير (HFCs) أساساً إلى آليات الامتزاز والتصفية الترشيحية. وعموماً، تكون المحارق مزوّدة بأجهزة لمعالجة غاز المداخن، وذلك لعدم إطلاق أكسيد النيتروجين (NO_x) وثنائي أكسيد الكبريت (SO_2)، والمواد الجُسيمية (PM)؛ وهذه الأجهزة يمكن أن تحتجز بخار الزئبق والزئبق الجُسيمي، وذلك من ضمن الفوائد الإضافية. كما أن حقن مسحوق الكربون المنشّط (PAC) هو إحدى التكنولوجيات المتقدّمة التي تُستخدم لإزالة الزئبق في المحارِق أو وحدات المعالجة العاملة بطاقة حرق الفحم. ويمكن تثبيت وتصليد الزئبق المستخلَص بالانتزاز بالكربون المنشّط، وذلك من أجل التخلّص منه (انظر القسم الثالث، زاي، ٢، (أ) أعلاه).

٢١٠- ومن أجل خفض انبعاثات الزئبق من محارِق النفايات، تقدّم أيضاً الوثائق التالية مزيداً من المعلومات التقنية:

(أ) التشريعات الوطنية، مثلاً التوجيه الإداري الصادر عن الاتحاد الأوروبي 2000/76/EC بشأن Waste Incineration؛

(ب) برنامج الأمم المتحدة للبيئة (٢٠٠٢) UNEP (2002): Global Mercury Assessment, http://www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=Kpl4mFj7AJU%3d&tabid=3593&language=en-US؛

(ج) المفوضية الأوروبية (٢٠٠٦) European Commission (2006): Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, http://eippcb.jrc.es/reference/wi.html؛

(د) برنامج الأمم المتحدة للبيئة (٢٠١٠ج) UNEP (2010c): Study on mercury sources and emissions and analysis of cost and effectiveness of control measures "UNEP Paragraph 29 study" (UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/4), http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC2/INC2MeetingDocuments/tabid/3484/language/en-US/Default.aspx؛

(هـ) لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (UNECE): UNECE Heavy Metals Protocol under LRTAP Convention.

٢١١- وعند استخدام جهاز شطف رطب كطريقة لمعالجة غاز المداخن، لا بدّ من معالجة مياه النفايات المطروح من جهاز الشطف الرطب.

٢ - خفض إطلاقات الزئبق من مواقع طمر النفايات

٢١٢- عندما يكون اللجوء إلى طمر النفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق أمراً لا بدّ منه (العملية D1)، فإن هنالك ثلاثة أنواع من قنوات إطلاق الزئبق إلى البيئة من مواقع طمر النفايات

الصحية؛ الإطلاقات من السطح التشغيلي لمواقع طمر النفايات، وغُسالة النضّ، وغاز المطامِر. وتتمثل أهم مواقع انبعاثات الزئبق في السطح التشغيلي ومنافِس الميثان (ليندبيرغ وبرايس، ١٩٩٩).

٢١٣- ويُذكر أن إطلاقات الزئبق من خلال غُسالة النضّ تكون في الحدّ الأدنى تقريباً بالمقارنة بالإطلاقات من خلال غاز مواقع طمر النفايات (يانسه وآخرون، ٢٠٠٩؛ تاكاهاشي وآخرون، ٢٠٠٤، ليندبيرغ وآخرون، ٢٠٠١). والزئبق المحوّل إلى غُسالة نضّ يمكن إزالته بمعالجة هذه الغُسالة النضيّة، وهي المعالجة نفسها المتّبعة بخصوص مياه النفايات من جهاز الشّطف الرطب لمحارِق النفايات. كما يمكن خفض إطلاقات الزئبق من مواقع طمر النفايات من خلال منع تسرّب النفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق في مواقع الطمر وكذلك بالوقاية من حدوث حرائق في هذه المواقع.

٢١٤- وينبغي الحرص يومياً على تغطية مطامِر النفايات من أجل خفض إطلاقات الزئبق المباشرة من النفايات التي تُضاف حديثاً في المطامِر (ليندبيرغ وبرايس، ١٩٩٩)، وكذلك الوقاية من احتمالات وقوع الحرائق في مواقع طمر النفايات. وفيما يخص التطبيق الفوري لغطاء التربة الأرضي في حالة حرائق المطامِر، ينبغي خزن مواد الغطاء الأرضي، وكذلك ينبغي توفير الآلات المستخدمة في ذلك لأغراض إخماد الحرائق (مثلاً الشاحنة القلاّبة وجاروف الشق).

٢١٥- كما ينبغي تركيب نظام لاحتجاز غازات مطامِر النفايات من أجل احتجاز أبخرة الزئبق وثنائي ميثيل الزئبق، بغية منع انطلاق الغازات إلى الغلاف الجوي.

طاء - علاج المواقع الملوّثة

٢١٦- تنتشر المواقع الملوّثة بالزئبق على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، وذلك في الأكثر نتيجة للأنشطة الصناعية، ومن أولها التعدين وإنتاج الكلور والصناعة التحويلية للمنتجات المضاف إليها الزئبق. وأكثر التلوّث في تلك المواقع هو نتيجة لتعدين الذهب الحرفيّ والصغير النطاق (ASGM) باستخدام الزئبق؛ وهو نشاط قد يتوقّف في الأكثر أو هو الآن خاضع للتنظيم الرقابي والضوابط الرقابية الهندسية في البلدان المتقدمة، ولكنه لا يزال جارياً في العالم النامي في مواقع كبرى وبالشكل الحرفي نفسه. كما إن المواقع ذات التربة الملوّثة بالزئبق ومخلّفات المناجم الكبيرة، أو المواقع ذات المناطق المتشتتة على نطاق واسع المصابة بالتلوّث الذي انتقل عبر مسارات المياه وغير ذلك من العناصر، هي نتيجة لعمليات تاريخية وحالية على حد سواء. وهذا القسم يلخّص: (أ) تقنيات العلاج المستقرّة والمستجدة المتاحة لعمليات التنظيف؛ و(ب) إجراءات التصدي المناسبة لحالات الطوارئ عند اكتشاف موقع ملوّث جديد.

١ - تحديد المواقع الملوّثة والتصدي لحالات الطوارئ

٢١٧- يمكن تحديد المواقع الملوّثة بالزئبق التي تهدّد بأخطارها الصحة البشرية أو البيئة، وذلك من خلال ما يلي:

(أ) المراقبة البصرية لظروف المواقع ومصادر التلوّث المقترنة بها؛

(ب) المراقبة البصرية لعمليات الصناعة التحويلية وغيرها من العمليات المعلوم أنها استخدمت أو أدت إلى ملوّثات خطرة بصفة خاصة؛

(ج) تحديد الآثار الضارة الملاحظة في البشر أو النباتات أو الحيوانات التي يُفترض أن سببها هو القرب من الموقع المعني؛

(د) النتائج الفيزيائية (مثلاً الطور pH) أو التحليلية التي تدلّ على مستويات تلوّث؛

(هـ) التقارير المقدمة من المجتمع المحلي إلى السلطات عن الإطلاقات المشتبه فيها.

٢١٨- المواقع الملوّثة بالزئبق مشابهة لغيرها من المواقع الملوّثة، من حيث أن الزئبق يمكن أن يصل إلى مستقبِلات بطائفة متنوعة من السبل. والزئبق إشكالي بصفة خاصة وذلك بسبب طوره البخاري الخطر، وانخفاض مستوى الآثار التي يمكن ملاحظتها على الحيوانات، واختلاف درجات السميّة تبعاً لشكله (أي عنصر الزئبق أو ميثيل الزئبق). والزئبق أيضاً سهل الكشف باستخدام توليفة تجمع بين الأدوات الميدانية والتحليل المختبري.

٢١٩- الأولوية الأولى هي عزل التلوّث عن المستقبِلات بعيداً بقدر الإمكان من أجل التقليل إلى أدنى حد من ازدياد التعرّض للتلوّث. وعلى هذا النحو، فإن المواقع الملوّثة بالزئبق مشابهة لأيّ موقع مصاب بأي نوع آخر من العوامل الملوّثة السامّة القابلة للانتقال.

٢٢٠- وإذا كان الموقع المعني منطقة سكنية وصغيراً نسبياً، فإن هنالك قدراً وافراً من التوجيهات الإرشادية بشأن التصدّي لحالات الطوارئ، متاحاً لدى وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (US EPA) في منشورها المعنون الكتيب الإرشادي للتصدي للزئبق (Mercury Response Guidebook)، الذي أُعدّ بقصد التصدي للانسكابات التي تتراوح بين الصغيرة والمتوسطة النطاق في المناطق السكنية (United States EPA 2001).

٢٢١- وأما فيما يخص المواقع التي هي أكبر نطاقاً الناتجة عن استخدام الزئبق غير النظامي في البلدان النامية (مثلاً تعدين الذهب الحرفيّ والصغير النطاق)، في المقابل، فهنالك توصيات بشأن التصدي ترد في البروتوكولات الخاصة بالتقييم البيئي والصحي لانبعاثات الزئبق المطلَقة عن أنشطة العاملين في تعدين الذهب على النطاق الصغير (الشراكة العالمية بشأن الزئبق، ٢٠٠٤ (GMP 2004)).

٢ - تدابير العلاج السليمة بيئياً

٢٢٢- تعتمد تدابير العلاج (عمليات التنظيف التام) للمواقع الملوّثة بالزئبق على طائفة متنوعة من العوامل التي تعيّن الموقع والتأثير البيئي والصحي المحتمل. ولدى اختيار مجموعة أولية من تكنولوجيات المعالجة من أجل فرزها ثم انتقاء إحدى التقنيات أو التكنولوجيات أو توليفة منها، تتضمن العوامل المشمولة في هذا الاختيار ما يلي:

(أ) **العوامل البيئية:**

'١' مقدار الزئبق المطلق أثناء العمليات؛

'٢' منشأ التلوّث؛

'٣' حالة الزئبق الكيميائية في الموقع الملوَّث؛

'٤' عدد البُقع الحرجة من التلوّث بالزئبق وأحجامها ومواضعها (التي تتطلّب علاجاً)؛

'٥' خواص عمليات التعدين التي ينجم عنها الزئبق، بما في ذلك خصائص التربة؛

'٦' ميثلة الزئبق المحتملة؛

'٧' نضّ الزئبق المحتمل المطلَق من وسائط التلوّث (مثلاً التربة والترسّبات)؛

'٨' خلفية التلوّث الزئبق-ترسّب الزئبق الجوّي الإقليمي مما لا يُعزى لمصادر في مواضع معينة؛

'٩' حراك الزئبق المنتقل في المنظومة المائية؛

'١٠' معايير التنظيف التام المحلية/في الولايات/الاتحادية: المياه، التربة/الرّسوبات، الهواء.

(ب) الوسَط المستقبِل

'١' التوافر الأحيائي للنباتات والحيوانات المائية، واللاّفقريّات، والنباتات الصالحة للأكل؛

'٢' تركّزات الزئبق في الأوساط المستقبِلة-البشرية والحيوانية والنباتية، لتبيان التعرّض.

٢٢٣- وحينما يتم تقييم هذه العوامل، يمكن البدء بتحليل أكمل لتقنيات العلاج المناسبة. وتبعاً لشدة حالة التلوّث بالزئبق وحجمها ومستواها ونوعها، والملوِّثات الأخرى الموجودة، والأوساط المستقبِلة، من الأرجح أن يتسنّى وضع خطة علاج تُستخدم فيها عدّة تقنيات تمكّن من خفض سميّة التلوّث بالزئبق في الموقع ووجوده وحجمه بفعالية وكفاءة. وتوجد تقنيات علاج أكثر تفصيلاً في المنشور: "Mercury Contaminated Sites: A Review of Remedial Solutions" (Hinton 2001) and "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water"، (USEPA 2007b).[٣٧] وتُتاح معلومات عن حالات علاج بخصوص خليج ميناماتا، اليابان (Minamata City Hall 2000)، ومنطقة مصنع كيميائي في ماركتسريد فيتز، ألمانيا (North Atlantic Treaty Organization Committee on the Challenges of Modern Society 1998).

ياء - الصحة والسلامة

٢٢٤- ينبغي لأصحاب العمل أن يضمنوا حماية صحة وسلامة كل الأشخاص العاملين لديهم أثناء قيامهم بالعمل. وينبغي لكل صاحب عمل أن يحصل على تأمين ويحافظ عليه، بمقتضى بوليصة معتمدة صادرة عن شركة تأمين مأذون لها توفّر مستوى كاف من تغطية التأمين في حال المسؤولية (التعويض) بشأن المرض البدني أو الإصابة التي تقع على العاملين وتكون ناشئة عن عملهم وفي أثناء قيامهم به. وينبغي أن تكون خطط الصحة والسلامة جاهزة في جميع المرافق التي تقوم بمناولة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق، وذلك لضمان حماية الجميع في المرفق وما حوله. وينبغي إعداد خطة من هذا النحو لكل مرفق، فيقوم بذلك خبير مهني مؤهّل بشأن الصحة والسلامة لديه خبرة في إدارة التصدي للمخاطر الصحية المقترنة بالزئبق.

(٣٧) تُتاح معلومات إضافية على المواقع الشبكية الخاصة بوكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (US EPA)، ومنها مثلاً: Mercury Treatment Technologies (http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/ Mercury/ cat/Treatment_Technologies/) and Policies and Guidance (http://www.epa.gov/superfund/policy/guidance.htm).

٢٢٥- إن حماية العمال الذين يقومون بمهام التصدي للنفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق، وكذلك حماية الجمهور العام، يمكن تحقيقها بالسبل التالية:

(أ) إبعاد العمال وأفراد الجمهور عن كل مصادر النفايات المحتملة؛

(ب) مراقبة النفايات لتقليل احتمال التعرّض إلى أدنى حد ممكن؛

(ج) حماية العمال من خلال ضمان استخدام معدات الوقاية الشخصية.

٢٢٦- وقد وضعت منظمة الصحة العالمية قيماً إرشادية محددة بشأن تركّزات الزئبق في مياه الشرب والهواء المحيط: وهي ٠،٠٠٦ ملغم/لتر (زئبق لا عضوي) و١ عμ/م^{٣} (بخار الزئبق اللاعضوي)، على التوالي (منظمة الصحة العالمية ٢٠٠٦، مكتب المنظمة الإقليمي لأوروبا، ٢٠٠٠) وتُشجع الحكومات على رصد الهواء والمياه بغية حماية الصحة البشرية، وبخاصة بالقرب من المواقع التي تجرى فيها أنشطة إدارة النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق. وقد أقرّت بعض البلدان مستويات مسموحاً بها في وجود الزئبق في بيئة العمل (مثلاً ٠،٠٢٥ ملغم/م^{٣} من (Hg) للزئبق اللاعضوي، ما عدا كبريتيد الزئبق، و٠،٠١ ملغم/م^{٣} من (Hg) لمركّبات الألكيل الزئبقي، في اليابان؛ ومن ثم ينبغي الاضطلاع بعمليات إدارة النفايات على نحو يتوافق مع مستويات الزئبق المسموح بها في بيئة العمل، والمرافق التي تُنفَّذ فيها تلك العمليات ينبغي أن تكون مصمَّمة وأن تُشغَّل بحيث يتسنى التقليل إلى أدنى حد ممكن تقنياً من إطلاقات الزئبق في البيئة.

٢٢٧- وينبغي توجيه انتباه خاص إلى المواقع التي تجري فيها مناولة المنتجات المضاف إليها الزئبق. ذلك أن إطلاقات الزئبق داخل مجاري النفايات المنبعثة من المنتجات المضاف إليها الزئبق يمكن أن تسبّب حالات تعرّض تثير دواعي قلق صحية وتسهم في توسيع مدى التعرّض في البيئة في مواضع متعددة. كما يمكن أن يتعرّض جامعو النفايات وسائقو الشاحنات والعمال في محطات التحويل لبخار الزئبق بذُرى وجيزة عند قيامهم بمناولة هذه النفايات. كذلك فإن العاملين في إدارة النفايات في منطقة ''واجهة العمل'' في مواقع طمر النفايات-وهي المنطقة الناشطة التي تُكبّ فيها النفايات وتُنشر وتُدمج وتُدفن — يمكن أن يتعرضوا لبخار الزئبق مراراً وتكراراً. وأما قطاع النفايات غير الرسمي الذي ينشط في التنقيب في مطامر النفايات بحثاً عن الأشياء القابلة لاستخلاصها، يمكن أن يكون معرّضاً على نحو مزمن. ومن المصادر الإضافية لإطلاقات الزئبق والتعرّض لها نقاط التنفيس والتهوية لغاز الميثان المولَّد من تحلّل النفايات العضوية.

٢٢٨- كذلك فإن مرافق التخلّص من النفايات، وبخاصة حيث تُجرى عمليات استرداد المواد، فيها أيضاً درجة عالية من مخاطر التعرّض للتلوث. وتشمل الأنشطة الرئيسية العالية درجة المخاطر: عمليات سحق المصابيح الفلورية، واستخلاص عناصر الزئبق من المنتجات المضاف إليها الزئبق، مثل مقاييس الحرارة والبارومترات، والنفايات المعالجة حرارياً المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق، وعمليات تثبيت/تصليد عناصر الزئبق.

٢٢٩- ومن ثم ينبغي توفير برامج لتدريب العاملين على الأسلوب الفعال في الإدارة السليمة بيئياً، وكذلك لضمان سلامة العاملين من التعرض للزئبق وحوادث الإصابة الطارئة أثناء إدارة النفايات.

٢٣٠- ويشمل مستوى المعرفة الأساسي الذي يحتاج إليه العاملون، ما يلي:

(أ) تعريف النفايات المكونة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق، والجوانب الكيميائية الخاصة بالزئبق وآثاره السلبية؛

(ب) كيفية عزل هذه النفايات من النفايات الأخرى؛

(ج) السلامة المهنية وحماية الصحة ضد الزئبق؛

(د) استخدام معدات الحماية الشخصية، مثل الحماية التي تغطي الجسم والعين والوجه، والقفازات وحماية الجهاز التنفسي؛

(هـ) وضع العلامات التعريفية ومتطلبات التخزين السليم، والتوافق في تصميم الحاويات ومتطلبات التأريخ، والمتطلبات الخاصة بالحاويات المغلقة؛

(و) كيفية التعامل تقنياً مع النفايات التي تتكون من الزئبق العنصري والنفايات المحتوية على زئبق أو الملوثة بالزئبق، وخصوصاً المنتجات المستخدمة التي تحتوي على الزئبق مثل مقاييس الحرارة، ومقاييس الضغط الجوي، الخ، وذلك باستخدام المعدات المتاحة في المرفق.

(ز) أغراض استخدام التدابير الرقابية الهندسية لأجل التقليل من التعرض إلى أدنى حد؛

(ح) كيفية الاستجابة في حالة الطوارئ إذا انسكب عرضاً الزئبق الموجود في النفايات.

٢٣١- ومن المهم أن يتوفر تأمين للعمال وتأمين لأصحاب العمل بشأن المسؤولية، حرصاً على الاستعداد على نحو أفضل للحوادث أو الإصابات التي تقع على العمال في المرفق.

٢٣٢- وإضافة إلى ذلك، يُوصى باتباع مجموعة أدوات التوعية (Awareness Raising Package) (UNEP 2008d) في تدريب العاملين. ويجب ترجمة كل مواد التدريب إلى اللغات المحلية.

كاف - الاستجابة للطوارئ

١ - خطة الاستجابة للطوارئ

٢٣٣- ينبغي تجهيز خطط للاستجابة للطوارئ الخاصة بالزئبق في مجالات الإنتاج والاستخدام والتخزين والنقل، وفي مرافق التخلّص من النفايات. وفي حين أن خطط الاستجابة للطوارئ والتصدي لها يمكن أن تتباين وفقاً لمرحلة إدارة النفايات والظروف المادية والاجتماعية في كل موقع، فإن العناصر الرئيسية التي تتكون منها أي خطة استجابة للطوارئ تشمل: تحديد الأخطار المحتملة، والتشريعات الناظمة لخطط الاستجابة للطوارئ، وإجراءات العمل الواجب اتخاذها في حالات الطوارئ، بما في ذلك تدابير التخفيف، وخطط تدريب العاملين، والجهات المستهدفة في الاتصالات (أي فِرق مكافحة الحرائق والشرطة والجماعات المحلية المجاورة، والحكومات المحلية، وغيرها)، والطرائق المتّبعة في حالات الطوارئ، وطرائق اختبار معدات الاستجابة للطوارئ والترددات الخاصة بتشغيلها.

٢٣٤- وعندما تقع حالة طارئة فإن الخطوة الأولى هي في المبادرة إلى إجراء التحريات في الموقع. وينبغي للشخص المكلف بذلك أن يتوخى الحذر في الاقتراب من المكان على عكس اتجاه الريح، وتأمين المكان، وتحديد الخطورة. ومن مصادر المعلومات ذات القيمة الكبيرة في هذه الحالات وضع اللوحات التنبيهية، ولصق العلامات التعريفية على الحاويات، ووثائق الشحن، وصحائف بيانات السلامة المادية، وجداول

تعريف هويات السيارات، والشخص صاحب المعرفة في هذه الأمور الموجود في مسرح الحدث. ثم ينبغي تقدير مدى ضرورة إخلاء المكان، وتوافر الموارد البشرية والمعدات، والإجراءات الفورية الممكنة. وبغية ضمان سلامة الجمهور، ينبغي توجيه نداء لهيئة التصدير للطوارئ، كتدبير وقائي فوري، وينبغي عزل منطقة الانسكاب أو الارتشاح على بعد مسافة لا تقل عن ٥٠ متراً في جميع الاتجاهات. وفي حالة نشوب حريق، ينبغي استخدام عوامل إخماد ملائمة لنوع الحريق المحيط، ولكن لا ينبغي استخدام المياه حينذاك. وللحصول على مزيد من المعلومات، من المفيد الاطلاع على المواد المرجعية التالية: Emergency Response Guidebook، وزارة النقل والمواصلات في الولايات المتحدة، وهيئة النقل في كندا، ووزارة الاتصالات والنقل في المكسيك (SCT) 2008.

٢ - اعتبارات خاصة بشأن انسكاب عناصر الزئبق

٢٣٥- تحدث حالات انسكاب عناصر الزئبق عَرضياً عند تكسّر المنتجات المضاف إليها الزئبق، ويبدو أن معظم هذه الحالات مقاييس الحرارة الزجاجية المحتوية على زئبق، التي تُستخدم على نطاق واسع في العالم، مع أنها سهلة الانكسار. ومع أن الزئبق في كل مقياس حرارة زجاجي يبلغ حوال ٠،٥ غ و٣ غ، ولا يؤدي عادة إلى مشاكل صحية خطيرة، فإنه ينبغي اعتبار انسكابات الزئبق خطرة، وينبغي تنظيفها تماماً بحذر. وإذا ما تعرّض شخص ما لآلام بعد وقوع حادث انسكاب زئبق، فينبغي المبادرة فوراً إلى الاتصال بطبيب و/أو سلطات الصحة البيئية.

٢٣٦- وإذا كانت بُقعة الانسكاب صغيرة وعلى رُقعة غير ذات مَسامّ نفوذة، كأرضيات مُشمّع اللينوليوم أو الخشب الصلب، أو على شئ ذي مسامّ نفوذة ويمكن رميه بعيداً (كسجادة أو حصيرة صغيرة)، فيمكن تنظيف الانسكاب شخصياً. أما إذا كانت بقعة الانسكاب كبيرة، أو على سجادة لا يمكن التخلّي عنها، أو تنجيدات، أو في فجوات شُقوق أو صُدوع، فقد يكون من الضروري استدعاء شخص مهني. وأما انسكابات الزئبق الكبيرة التي تشتمل على مقدار من الزئبق أكثر مما يوجد في المنتجات المترلية النمطية فينبغي الإبلاغ عنها إلى سلطات الصحة البيئية المحلية. وفي حال وجود أيّ شكل من أشكال انعدام اليقين فيما إذا كان ينبغي تصنيف الانسكاب باعتباره ''كبيراً''، فينبغي الاتصال بسلطات الصحة البيئية المحلية من باب الحرص على السلامة. وفي ظروف معينة، قد يكون من المستصوب الحصول على المساعدة من موظفين مؤهّلين للتنظيف المهني أو لرصد الهواء، بصرف النظر عن حجم الانسكاب (منشور هيئة البيئة الكندية، ٢٠٠٢).

٢٣٧- ولكن انسكاب الزئبق العنصري الأساسي في أثناء الأنشطة التجارية وفي المنازل تنطوي على احتمالات تعرض العمال والجمهور العام لأبخرة الزئبق الخطرة. وإضافة إلى ذلك فإن هذه الانسكابات باهظة التكلفة من حيث تنظيفها، كما إنها تثير الارتباك. ويمكن الاطلاع على إجراءات التنظيف الخاصة بانسكابات الزئبق الصغيرة في منشور وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (US, EPA 2007c).

٢٣٨- مما يتسم بأهمية حاسمة لتحديد ما هو نوع الاستجابة المناسبة لأي انسكاب من الزئبق تقييم حجمه وانتشاره، وما إذا كانت الموارد والخبرات اللازمة للتنظيف متاحة. وينبغي التماس مساعدة مهنية في الحالات التالية:

(أ) كمية الزئبق يمكن أن تكون أكثر من ٢ ملعقة طعام (٣٠٠ ميلّيلتر) وينبغي الإبلاغ عن الانسكابات الكبيرة للسلطات من أجل الإشراف والمتابعة؛

(ب) منطقة الانسكاب غير محددة: إذا لم يكن الانسكاب قد شُوهد عياناً أو أن كان مداه من الصعب تحديده، يمكن أن تكون هناك كميات صغيرة من الزئبق التي يصعب الكشف عنها والتي تتطلب جهودا للتنظيف؛

(ج) مساحة بقعة الانسكاب تحتوي على أسطح مسامية نفوذة وشبه مسامية: السطوح مثل السجاد والبلاط يمكن فيها امتصاص الزئبق المسكوب وتجعل تنظيفه من الناحية العملية أمرا مستحيلا؛

(د) الانسكاب يحدث بالقرب من مروحة نظام التهوية، أو قناة أخرى: الزئبق وأبخرة الزئبق يمكن أن تتحرك بسرعة بعيداً عن موقع الانسكاب ولكي تلوث مناطق أخرى دون أن يتم اكتشافها بسهولة.

٢٣٩- وينبغي قدر الإمكان تفادي إزالة الزئبق المنسكب (برشّ الماء مثلاً) لأنه يضاعف إلى حد كبير معدل التبخر (المجلس العالمي للكلور، ٢٠٠٤) (World Chlorine Council 2004).

لام - التوعية والمشاركة

٢٤٠- تؤدي التوعية والمشاركة الجماهيرية أدواراً أساسية في تنفيذ أسلوب الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكونة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على زئبق أو الملوّثة بالزئبق. والمشاركة الجماهيرية مبدأ أساسي في إعلان بازل بشأن الإدارة السليمة بيئياً، والكثير من الاتفاقات الدولية الأخرى. ومن الضروري أن تُتاح للجمهور ولجميع فئات أصحاب المصلحة فرصة للمشاركة في وضع التشريعات والسياسات العامة والبرامج، وفي غير ذلك من عمليات صنع القرارات، فيما يتصل بمعالجة الزئبق.

٢٤١- تشترط المواد ٦ و٧ و٨ و٩ من اتفاقية آرهوس (١٩٩٨) بشأن الحصول على المعلومات والمشاركة الجماهيرية في صنع القرار وسبل الوصول إلى العدالة في المسائل البيئية، الاضطلاع بأنواع محددة تماما من الأنشطة الخاصة بالمشاركة الجماهيرية في أنشطة حكومية نوعية، ووضع الخطط والسياسات العامة والبرامج، ووضع التشريعات، وتدعو إلى تيسير سبل وصول الجمهور إلى القضاء فيما يتعلق بالبيئة.

٢٤٢- وفي مستهل القيام بأنشطة مثل جمع النفايات المحتوية على زئبق وإعادة دورة استخدامها، من الضروري الحرص على التماس التعاون من المستهلكين الذين تتولد عن أنشطتهم نفايات محتوية على زئبق. ومن ثم فإن مواصلة التوعية هي مفتاح النجاح في جمع وإعادة تدوير النفايات المحتوية على زئبق. كما إن تشجيع الجمهور على المشاركة في تصميم نظم جمع وإعادة تدوير النفايات المحتوية على زئبق، مما يوفّر للمشاركين من المقيمين في المنطقة المعنية المعلومات عن المشاكل المحتمل أن تسببها الإدارة غير السليمة بيئياً لهذه النفايات، من شأنه أن يساعد على زيادة الوعي لدى المستهلكين.

٢٤٣- كذلك فإن حملات التوعية واستثارة الحساسية لدى الجمهور الموجهة للمجتمعات المحلية والمواطنين عموماً من العناصر العامة في الترويج لمشاركة الجمهور في مجال الإدارة السليمة بيئياً للنفايات المكونة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على زئبق أو الملوثة بالزئبق. وبغية زيادة الوعي لدى المواطنين، لا بد للسلطات المعنية، مثل الحكومات المحلية، أن تبادر إلى مباشرة مختلف أشكال حملات التوعية واستثارة الحساسية لكي يتسنى للمواطنين الاهتمام بجدية في درء الآثار الضارة التي تقع على الصحة البشرية والبيئة. وإضافة إلى ذلك، من المهم إشراك الجمعيات القائمة في المجتمعات المحلية

في هذه الحملات، لأن لها علاقة وثيقة بالمقيمين فيها وغيرهم من أصحاب المصلحة في تلك المجتمعات المحلية (هوندا، ٢٠٠٥) (Honda 2005).

٢٤٤- وينبغي عموماً إعداد برامج لتوعية الجمهور والمشاركة الجماهيرية على نحو يتمحور حول حالة معيّنة من إدارة النفايات على الصعيد الوطني/المحلي/المجتمعي. ويقدم الجدول ٧ أمثلة على برامج التوعية الجماهيرية والمشاركة الجماهيرية. وتوجد أربعة عناصر: المنشورات، وبرامج التثقيف البيئي، وأنشطة العلاقات العامة، والتبليغ عن المخاطر، والتي يستطيع المواطنون الوصول إليها بسهولة في الأماكن العامة (هوندا، ٢٠٠٥).

الجدول ٧- برامج التوعية الجماهيرية والمشاركة الجماهيرية

	المحتويات	النتائج المتوقعة
المنشورات	• كتيبات، كرّاسات، نشرات، مجلات، ملصقات، مواقع شبكية، إلخ، بلغات ولهجات مختلفة، لتقديم توضيح بسيط للمسائل الخاصة بالزئبق • كتيبات إرشادية عن كيفية التخلّص من النفايات	• مصادر المعرفة • توضيح كيف يمكن للناس أن يتصرفوا في مناولة المنتجات المضاف إليها الزئبق ويتخلصوا من النفايات
برامج التثقيف البيئي	• حلقات دراسية طوعية • لقاءات مجتمعية • روابط مع حلقات عمل صحية أخرى • بيان عملي لتوضيح برامج الاستعادة • دراسات علمية • جولات إلى المرافق وغيرها • التعلُّم الإلكتروني	• رفع مستوى المعارف • التشارك في القضايا المشتركة • إتاحة الفرص للمناقشة حول القضايا البيئية على نحو مباشر
الأنشطة	• برامج الاستعادة • حملات بشأن المنتجات الخالية من الزئبق • حملات التقليل إلى أدنى حد من النفايات • لقاءات مجتمعية • زيارات منزلية	• تنفيذ أنشطة بيئية فيما بين جميع الشركاء • مناشدات للمواطنين بشأن البيئة • توثيق الاتصالات
التبليغ عن المخاطر	• التعرض للزئبق في بيئات المعيشة العامة • المستوى الآمن من التعرَّض للزئبق • مستويات التلوّث بالزئبق • سجل إطلاقات الملوِّثات وانتقالها (PRTR) • خدمات مشورة بشأن استهلاك الأسماك (فقط للسكان الذين يستهلكون كميات كبيرة من لأسماك) • خدمات مشورة بشأن استهلاك الأرز • التصدي لانسكابات الزئبق من المنتجات المضاف إليها الزئبق	• الفهم الصحيح لمستويات السلامة والمخاطر في التعرَّض للزئبق، في الظروف المناسبة • اجتناب الإفراط في ردّ الفعل

٢٤٥- وفي إطار برامج التثقيف البيئي، تقدّم المنشورات معارف أساسية عن خواص الزئبق، وسُميّة الزئبق، والآثار السلبية على الصحة البشرية والبيئة، والقضايا ذات الصلة بالبيئة، والتعرّض للزئبق المطروح من النفايات، وكذلك عن كيفية إدارة النفايات. وينبغي ترجمة المنشورات إلى اللغات واللهجات المحلية المعنية، لضمان إيصال المعلومات بكفاءة إلى السكان المستهدفين.

٢٤٦- وفيما يلي نبذة عن مكوّنات برنامج للتثقيف البيئي بشأن النفايات المكوّنة من عناصر الزئبق والنفايات المحتوية على الزئبق أو الملوّثة بالزئبق (هوندا، ٢٠٠٥) (Honda 2005):

(أ) التوعية والحساسية بشأن البيئة والتحديات البيئية؛

(ب) معرفة وفهم البيئة والتحديات البيئية؛

(ج) مواقف القلق بشأن البيئة والدوافع الرامية إلى تحسين نوعية البيئة أو الحفاظ عليها؛

(د) مهارات تحديد التحديات البيئية والمساعدة على تسويتها؛

(هـ) المشاركة في الأنشطة التي تؤدي إلى تسوية التحديات البيئية.

٢٤٧- وفيما يلي قائمة وجيزة عن الشركاء في برامج المشاركة الجماهيرية (هوندا، ٢٠٠٥):

(أ) المسؤولون والموظفون في الحكومات الذين يعملون لصالح القضايا البيئية؛

(ب) الأشخاص المهتمون بالمشاكل البيئية، ولديهم إمكانات كبيرة لسرعة الإدراك وتعميم المعلومات عن الآخرين:

'١' الأطفال والتلاميذ في المدارس وطلبة المعاهد والجامعات؛

'٢' المعلّمون في المدارس الابتدائية والوسطى، وأحياناً أساتذة الجامعات؛

'٣' الرجال والنساء من المجتمعات والجماعات المحلية؛

'٤' الأشخاص المتقاعدون ممّن لديهم مستوى ثقافي ملائم.

(ج) الأشخاص الذين يعملون في الميادين البيئية على الصعيد المحلي أو المجتمعي:

'١' المنظمات غير الحكومية؛

'٢' المنشآت الصغيرة والمتوسطة؛

'٣' المنتجون والعاملون في جمع النفايات وإعادة تدويرها على الصعيد المحلي؛ ومالكو مرافق التخلّص من النفايات الذين يقومون بمناولة النفايات؛

(د) الأشخاص الذين كانوا يسكنون في مواقع ملوّثة؛

(هـ) المنظمات المحلية؛

(و) المقيمون في المدن؛

(ز) المؤسسات.

٢٤٨- وبغية ضمان إبقاء إطلاقات الزئبق من عمليات جمع النفايات ونقلها والتخلّص منها، عند أدنى حد، من المهم زيادة الوعي لدى الأطراف المعنية (مثلاً الناقلين والعاملين في إعادة التدوير وفي المعالجة). ويمكن تحقيق ذلك من خلال: أنشطة إذكاء الوعي، مثل الحلقات الدراسية، التي يمكن أن تقدّم المعلومات عما يستجد من النظم واللوائح التنظيمية وعن الفرص المتاحة لتبادل المعلومات؛ وكذلك إعداد وتوزيع المنشورات؛ وتعميم المعلومات عبر الشبكة الدولية (الإنترنت).

المرفق

ببليوغرافيا

Amuda, O.S., Alade, A.O., Hung, Y.T., Wang, L.K. (2010): Wastewater Treatment Process. In: Wang, L.K., Hung, Y.T., Shammas, N.K. (eds.) Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment, Volume 2. CRC Press, New York, USA, 926.

Amin-Zaki, L., Maheed, M. A., Clarkson, T.W., Greenwood, M.R. (1978): Methylmercury Poisoning in Iraqi Children: Clinical Observations over Two Years, British Medical Journal, 11, 613-616, http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1603391&blobtype=pdf.

Arai, Norio et. al. (ed.) (1997): Products of Incineration and Their Control Technology [in Japanese].

Asano, S., Eto, K., Kurisaki, E., Gunji, H., Hiraiwa, K., Sato, M., Sato, H., Hasuike, M., Hagiwara, N., Wakasa, H. (2000): Acute Inorganic Mercury Vapour Inhalation Poisoning, Pathology International, 50, 169-174.

ASTM International (2008): ASTM D6784 - 02(2008) Standard Test Method for Elemental, Oxidized, Particle-Bound and Total Mercury in Flue Gas Generated from Coal-Fired Stationary Sources (Ontario Hydro Method).

Bakir, F., Damluji, SF., Amin-Zaki, L., Murtadha, M., Khalidi, A., al-Rawi, NY., Tikriti, S., Dahahir, HI., Clarkson, TW., Smith, JC., Doherty, RA. (1973): Methylmercury Poisoning in Iraq, Science, 181, 230-241.

Bansal, R.C., Goyal, M. (2005): Activated Carbon Adsorption of Mercury. In: Activated Cardon Adsorption. CRC Press, New York, 326-334.

BiPRO (2010): Requirements for Facilities and Acceptance Criteria for the Disposal of Metallic Mercury, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf.

Boom, G. V., Richardson, M. K., Trip, L. J. (2003): Waste Mercury in Dentistry: The Need for Management, http://www.ifeh.org/magazine/ifeh-magazine-2003_v5_n2.pdf.

Bull, S. (2006): Inorganic Mercury/Elemental Mercury, http://www.hpa.org.uk/chemicals/compendium/Mercury/PDF/mercury_general_information.pdf.

Butler, M. (1997): Lessons from Thor Chemicals: the Links between Health, Safety and Environmental Protection. In: The Bottom Line: Industry and the Environment in South Africa. L. Bethlehem, Goldblatt, M. Cape Town, South Africa, University of Cape Town Press. 194-213.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety (1998): Health Effects of Mercury, http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/mercury/health_mercury.html

CCME (2006): National Guidelines for Hazardous Waste Landfills, http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn_1365_e.pdf.

Chang, T. C. and J. H. Yen (2006): On-site mercury-contaminated soils remediation by using thermal desorption technology, Journal of Hazardous Materials, 128(2-3), 208-217.

Chiarle, S., Ratto, M. (2000): Mercury Removal from Water by Ion Exchange Resins Adsorption, Water Research, 34, 2971-2978.

Chlorine Institute (2009): Chlor-Alkali Industry 2008 Mercury Use and Emissions in the United States (Twelfth Annual Report), http://www.epa.gov/reg5oair/mercury/12thcl2report.pdf.

Chojnacki, A., Chojnacka, K, Hoffmann, J., Gorecki, H. (2004): The application of natural zeolites for mercury removal: from laboratory tests to industrial scale, Minerals Engineering, 17, 933-937.

Damluji, S. F., Tikriti, S. (1972): Mercury Poisoning from Wheat, British Medical Journal, 25, 804.

Department of Environmental Affairs and Tourism, South African Government (1997): Report of the First Phase. Pretoria, South Africa.

Department of Environmental Affairs and Tourism, South African Government (2007): Thor Chemicals, http://www.environment.gov.za/.

Environment Canada (2002): Cleaning Up Small Mercury Spills, http://www.ec.gc.ca/MERCURY/EN/cu.cfm.

Environmental Management Bureau, Republic of the Philippines (1997): DENR Administrative Order No. 38, Chemical Control Order for Mercury and Mercury Compounds, http://www.emb.gov.ph/chemicals/DAO%2097-38.pdf.

Euro Chlor (2010): EURO CHLOR KEY FACTS ABOUT CHLORINE, http://eurochlor.clients.cwndesign.co.uk/upload/documents/document566.pdf.

European Commission (2001): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques in the Chlor-Alkali Manufacturing industry - ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/cak_bref_1201.pdf. [currently being updated]

European Commission (2003): Commission Decision of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste, http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:226:0003:0024:EN:PDF

European Commission (2006): Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, http://eippcb.jrc.es/reference/wi.html.

European Commission (2010): 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:2008:304:0075:0079:EN:PDF.

European Commission (2008): Options for reducing mercury use in products and applications and the fate of mercury already circulating in society.

European Committee for Standardization (2001): EN 13211: Air quality - Stationary source emissions - Manual method of determination of the concentration of total mercury.

European Committee for Standardization (2002a): EN 12457-1 to 4: Characterization of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges.

European Committee for Standardization (2002b): EN 13656: Characterization of waste - Microwave assisted digestion with hydrofluoric (HF), nitric (HNO3) and hydrochloric (HCl) acid mixture for subsequent determination of elements in waste.

European Committee for Standardization (2002c): EN 13657: Characterization of waste - Digestion for subsequent determination of aqua regia soluble portion of elements in waste.

European Committee for Standardization (2003): EN 13370: Characterization of waste - Analysis of eluates - Determination of Ammonium, AOX, conductivity, Hg, phenol index, TOC, easy liberatable CN-, F-.

European Committee for Standardization (2004): TS 14405: Characterization of waste - Leaching behaviour test - Up-flow percolation test.

European Committee for Standardization (2005): EN 14884: Air quality - Stationary source emissions - Determination of total mercury: Automated measuring systems.

European Committee for Standardization (2006): EN 12920: Characterization of waste - Methodology for the determination of the leaching behaviour of waste under specified conditions.

European Committee for Standardization (2007): EN 15309: Characterization of waste and soil - Determination of elemental composition by X-ray fluorescence.

European Community (2001): Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the Incineration of Waste, http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/Document_Centre/OP_Resources/Incineration_Directive_2000_76.pdf.

European Community (2003): Safety Assessment for Acceptance of Waste in Underground Storage, Appendix A to Council Decision of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of and Annex II to Directive 1999/31/EC: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:011:0027:0049:EN:PDF.

FAO (1985): Guidelines for the Packaging and Storage of Pesticides, http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/pacstor.doc.

Gay, D.D., Cox, R.D., Reinhardt, J.W. (1979): Chewing Releases Mercury from Fillings, Lancet, 1, 985-986.

Galligan, G, Morose, G., Giordani, J. (2003): An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products, Prepared for the Maine Department of Environmental Protection (Lowell Center for Sustainable Production, University of Lowell, MA), http://www.maine.gov/dep/mercury/lcspfinal.pdf.

Glenz, T. G., Brosseau, L.M., Hoffbeck, R.W. (2009): Preventing Mercury Vapor Release from Broken Fluorescent Lamps during Shipping, J. Air and Waste Management Association, 59, 266-272.

GMP (2004): Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by Artisanal and Small -Scale Gold Miners, GEF/UNDP/UNIDO, Vienna, Austria, http://www.undp.org/gef/documents/iw/practitioner/Protocols_for_Environmental_Health_Assess_of_Mercury-Released%20by-Artisanal-Small-Scale-Gold-Miners-1.pdf.

GMP (2006): Manual for Training Artisanal and Small-Scale Gold Miners, UNIDO, Vienna, Austria, www.cetem.gov.br/gmp/Documentos/total_training_manual.pdf.

GroundWork (2005): Advising and Monitoring the Clean-up and Disposal of Mercury Waste in Kwazulu-Natal, South Africa, http://www.zeromercury.org/projects/Proposal_EEB_Thor_Chemicals_Final_revised_new_WebVs.pdf.

Grundfelt, B., Jones, C., Wiborgh, M., Kreusch, J., Appel, D.(2005): Bedeutung des Mehrbarrierenkonzeptes für ein Endlager für radioaktive Abfälle – Abschlussbericht. Kemakta Konsult AB, Bericht, Kemakta AR 2005-28, Stockholm, (Report in German. Translation of title: Importance of the multi-barrier concept for the final disposal of radioactive waste). http://www.bfs.de/de/endlager/publika/AG_3_Konzeptgrund_Mehrbarrierenkonzept1.pdf .

Hagemann, S. (2009): Technologies for the stabilization of elemental mercury and mercury-containing wastes. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS). GRS Report 252.

Hinton, J., Veiga, M. (2001): Mercury Contaminated Sites: A Review of Remedial Solutions, NIMD Forum 2001 - Mercury Research: Today and Tomorrow, Minamata City, Japan, National Institute for Minamata Disease, Ministry of the Environment, Japan, 73-84, http://www.facome.uqam.ca/pdf/Minamata_Forum_2001.PDF.

Hitachi. (2006): Corporate Social Responsibility Report, http://www.hitachi.com/csr/csr_images/csr2006.pdf.

Honda, S. (2005): Study on the Environmentally Sound Management of Hazardous Wastes and Other Wastes in the Asia, Tsinghua University, Beijing, P.R.China, Postdoctoral Dissertation.

Honda, S., Sakamoto, M., Sambo, S., Kung, S., Sotheavun, T. (2006): Current Mercury Level in Cambodia - with Issue on Waste Management -, NIMD Forum 2006 II - Current Issues on Mercury Pollution in the Asia-Pacific Region, Minamata City, Japan, NIMD, 91-102, http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_2006_II.pdf#page=98.

Hylander, L.D., Meili, M. (2005): The Rise and Fall of Mercury: Converting a Resource to Refuse after 500 Years of Mining and Pollution, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 35, 1-36.

IAEA (2009): Geological Disposal of Radioactive Waste: Technological Implications for Retrievability: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1378_web.pdf.

IATA (2007): Dangerous Goods Regulations Manual.

ICAO (2001): The Safe Transport of Dangerous Goods by Air, Annex 18 to the Convention on International Civil Aviation.

ILO (2000): Mercurous Chloride, http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc09/icsc0984.htm.

ILO (2001): Mercuric Oxide, International Occupational Safety and Health Information Centre, http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc09/icsc0981.htm.

IMO (2002): International Maritime Dangerous Goods Code, http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=158.

ITRC (1998): Technical Guidelines for On-site Thermal Desorption of Solid Media and Low Level Mixed Waste Contaminated with Mercury and/or Hazardous Chlorinated Organics, The Interstate Technology and Regulatory Cooperation Work Group - Low Temperature Thermal Desorption Work Team: 68.

Jang, M., Hong, S. M., Park, J. K. (2005): Characterization and Recovery of Mercury from Spent Fluorescent Lamps, Waste Management, 25, 5-14.

Jacobs and Johnson Matthey (2011): Mercury Free VCM Catalyst, presented at VCM Catalyst Workshop, Beijing, September 19, 2011.

Japan Standards Association (1997): JIS K 0222: Analysis Method for Mercury in Flue Gas.

Japan Public Health Association (2001): Preventive Measures against Environmental Mercury Pollution and Its Health Effects, Japan Public Health Association, Tokyo, Japan, http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/docs/manual.pdf

Kanai, Y., Endou, H. (2003): Functional Properties of Multispecific Amino Acid Transporters and Their Implications to Transpoter-Mediated Toxicity, the Journal of Toxicological Sciences, 28, http://www.jstage.jst.go.jp/article/jts/28/1/1/_pdf.

Kerper, L.E., Ballatori, N., Clarkson, T.W. (1992): Methylmercury Transport Across the Blood-Brain Barrier by an Amino Acid Carrier, American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 262, 761-765.

Kobelco Eco-Solutions Co. Ltd. (2001): Recycling System for Fluorescent Lamps [in Japanese], GIHO-Kobelco Eco-Solutions Co., Ltd., 45.

Kuncova, H., Petrlik, J. and Stavkova, M. (2007): Chlorine Production – a Large Source of Mercury Releases (The Czech Republic Case Study), Arnika - Toxics and Waste Programme, Prague, http://english.arnika.org/files/documents/Mercury_CZ.pdf.

Lambrecht, B. (1989): Zulus Get Exported Poison - US Mercury Waste Pollutes Drinking Water in S. Africa. St Louis Post-Dispatch. 26.

Lowell Center for Sustainable Production (2003): An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products, http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/lcspfinal.pdf.

Lindberg, S.E. and Price, J. L (1999): Airborne Emissions of Mercury from Municipal Landfill Operations: A Short-Term Measurement Study in Florida, Journal of the Air & Waste Management Association, 49, 520-532.

Lindberg, S. E, Wallschlägerb, D., Prestbob, E. M., Bloomb, N. S., Pricec, J. and Reinhart, D. (2001): Methylated mercury species in municipal waste landfill gas sampled in Florida, USA, Atmospheric Environment, 35 (23), 4011-4015.

Maine DEP (2008): Maine Compact Fluorescent Lamp Study, http://www.maine.gov/dep/rwm/homeowner/cflreport.htm

Maxson, P. (2010): Personal communication for the update of the UNEP 2005 mercury trade report.

Maxson, P. (2011) Personal communication.

Mattus, C. H. (1999): Measurements of mercury released from amalgams and sulfide compounds. Oak Ridge National Laboratory. ORNL/TM 13728 https://www.etde.org/etdeweb//servlets/purl/5899-ysqvR6/webviewable/5899.pdf?type=download.

Minamata City Hall (2000): Minamata Disease - History and Message -. Minamata Disease Museum. Minamata City, Japan.

Ministry of Environmental Protection, China (2010): Project Report on the Reduction of Mercury Use and Emission in Carbide PVC Production, http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/ChloralkaliSector/tabid/3560/language/en-US/Default.aspx

Ministry of the Environment, Japan (1997): Our Intensive Efforts to Overcome the Tragic History of Minamata Disease.

Ministry of the Environment, Japan (2002): Minamata Disease - The History and Measures, http://www.env.go.jp/en/chemi/hs/minamata2002/index.html.

Ministry of the Environment, Japan (2007a): Guidebook for Waste Management - Case Study of Promoting 3Rs in Japan -. JICA Seminar on Waste Management in Japan. Yokohama International Center.

Ministry of the Environment, Japan (2007b): Waste Disposal and Recycling Measures, http://www.env.go.jp/en/recycle/manage/waste.html.

Ministry of the Environment, Japan (2010): Lessons from Minamata Disease and Mercury Management in Japan, http://www.env.go.jp/chemi/tmms/pr-m/mat01/en_full.pdf

MMSD Project (2002): Artisanal and Small-Scale Mining, Documents on Mining and Sustainable Development from United Nations and Other Organisations.

Mottet, N.K., Shaw, C.M., Burbacher, T.M. (1985): Health Risks from Increases in Methylmercury Exposure, Environmental Health Perspectives, 63, 133-140, http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1568483.

NEWMOA (2004): Mercury-Added Product Fact Sheet, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/FactSheets/factsheet_ranges.cfm.

North Atlantic Treaty Organization Committee on the Challenges of Modern Society (NATO/CCMS) (1998): NATO/CCMS Pilot Study Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment and Clean Up of Contaminated Land and Groundwater PHASE II FINAL REPORT APPENDIX IV — PROJECT SUMMARIES Number 219, http://www.epa.gov/tio/download/partner/append-4.pdf.

NIMD (1999): Mission Report – Investigation into Suspected Mercury Contamination at Sihanoukville, Cambodia. NIMD. Minamata City, Japan, http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_1999.pdf#page=134

Nomura Kohsan Co. Ltd. (2007): Treatment of Mercury-containing Wastes at Itomuka Plant of Nomurakohsan Co., Ltd. Tokyo, Japan.

OECD (2001a): Extended Producer Responsibility - A Guidance Manual for Governments.

OECD (2001b): Harmonised Integrated Classification System for Human Health and Environmental. Hazards of Chemical Substances and Mixtures.

OECD (2004): Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management of Waste, http://webdomino1.oecd.org/horizontal/oecdacts.nsf/linkto/C(2004)100.

OECD (2007): Guidance Manual on Environmentally Sound Management of Waste, http://www.oecd.org/dataoecd/23/31/39559085.pdf.

Ogaki, Y., Yamada, Y., Nomura, M. (2004): Recycling Technology of JFE Group for Recycle Oriented Society [in Japanese], JFE GIHO, 6, 37-43, http://www.jfe-steel.co.jp/research/giho/006/pdf/006-07.pdf.

Oikawa, K., Saito, H., Kifune, I., Ohshina, T., Fujii, M., Takizawa, Y. (1983): Respiratory Tract Retention of Inhaled Air Pollutants, Report 1: Mercury Absorption by Inhaling Through the Nose and Expiring Through the Mouth at Various Concentrations, Chemosphere, 11, 943-951.

Oliveira, R.B., Gomes-Leal, W., do-Nascimento, J.L.M., Picanço-Diniz, C.W. (1998): Methylmercury Intoxication and Histochemical Demonstration of NADPH-Diaphorase Activity in the Striate Cortex of Adult Cats, Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 31, 1157-1161.

Ozonoff, D.M. (2006): Methylmercury, http://www.ijc.org/rel/pdf/health_effects_spring2006.pdf.

PACE Working Group (2011): Environmentally Sound Management (ESM) Criteria Recommendations.

Panasonic (2009): Akari Ansin Service, http://panasonic-electric-works.net/csr/environment/communication/event2009/panel/a14.html.

Parker, J. L, Bloom, N.S. (2005): Preservation and storage techniques for low-level mercury speciation, Science of the Total Environment, 337, 253-263.

Richardson, G.M., Allan, M. (1996): A Monte Carlo Assessment of Mercury Exposure and Risks from Dental Amalgam, Human and Ecological Risk Assessment, 2, 709-761.

Richardson, G.M. (2003): Inhalation of Mercury-Contaminated Particulate Matter by Dentists: An Overlooked Occupational Risk, Human and Ecological Risk Assessment, 9, 1519-1531.

Sakamoto, M., Kubota, M., Liu, X., Murata, K., Nakai, K., Satoh, H. (2004): Maternal and Fetal Mercury and n-3 Polyunsaturated Fatty Acid as a Risk and Benefit of Fish Consumption to Fetus, Environmental Science and Technology, 38, 3860-3863.

Sakamoto, M. Murata, K., Nakai, K., Satoh, H. (2005): Difference in Methylmercury Exposure to Fetus and Breast-Feeding Offspring, Korean Journal of Environmental Health, 31, 179-186.

Sanborn, J.R., Brodberg, R.K. (2006): Evaluation of Bioaccumulation Factors and Translators for Methylmercury, http://www.oehha.ca.gov/fish/special_reports/pdf/BAF020907.pdf.

SBC (1992): Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, http://www.basel.int/text/17Jun2010-conv-e.doc.

SBC (1994): Guidance Document on the Preparation of Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Subject to the Basel Convention, http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/framewk.doc.

SBC (1995a): Manual for the Implementation of the Basel Convention, http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/manual.doc.

SBC (1995b): Basel Convention Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5), http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d5.pdf.

SBC (1998): Guide to the Control System, http://www.basel.int/pub/instruct.doc.

SBC (1999): Report of the Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Basel Convention, http://www.basel.int/meetings/cop/cop5/cop5reportfinal.pdf.

SBC (2000): Methodological Guide for the Undertaking of National Inventories of Hazardous Wastes within the Framework of the Basel Convention, http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html.

SBC (2006): Updated General Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (POPs), http://www.basel.int/pub/techguid/tg-POPs.doc.

Spiegel, S., Veiga, M. (2006): Interventions to Reduce Mercury Pollution in Artisanal Gold Mining Sites - lessons from the UNDP/GEF/UNIDO Global Mercury Project, NIMD Forum 2006 II, Minamata City, Ministry of the Environment, Japan, 1-18, http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_2006_II.pdf#page=8.

Steffen, A., Douglas, T., Amyot, M., Ariya, P., Aspo, K., Berg, T., Bottenheim, J., Brooks, S., Cobbett, F., Dastoor, A., Dommergue., A., Ebinghaus, R., Ferrari, D., Gardfeldt, K., Goodsite, M E., Lean, D., Poulain, A., Scherz, C., Skov, H., Sommar, J., Temme, C. (2007): A Synthesis of Atmospheric Mercury Depletion Event Chemistry Linking Atmosphere, Snow and Water, Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 7, 10837-10931.

Tajima, S. (1970): Studies on the Formation of Methylmercury Compounds. 1. Preparation of Monomercurated Acetaldehyde $XHgCH_2CHO$ and Formation of Methylmercury Compounds from Monomercurated Acetaldehyde [in Japanese], Kumamoto Igakkai Zasshi, 44, 873-886.

Takahashi, Nakamura, Mizoiri, Shoji. (2004): Mercury Behaviour in Chuo Bohatei Sotogawa Landfill [in Japanese], Annual Report of the Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection 2004, 165-171.

Tanel, B., Reyes-Osorno, B., Tansel, I.N. (1998): Comparative Analysis of Fluorescent Lamp Recycling and Disposal Options, Journal of Solid Waste Technology and Management, 25, 82-88.

The Office of Technology Assessment (1983): Case Examples of Process Modification - Appendix 5A. In: Technologies and Management Strategies for Hazardous Waste Control. The Office of Technology Assessment. Darby, USA, Diane Publishing. 213-217.

The School of Natural Resources and Environment, University of Michigan (2000): Environmental Justice Case Study - Thor Chemicals and Mercury Exposure in Cato-Ridge, Kwazulu-Natal, South Africa, http://www.umich.edu/~snre492/Jones/thorchem.htm.

The Zero Mercury Working Group, Mercury Policy Project, Global Alliance for Incinerator Alternatives, Ban Toxics! (2009): Mercury Rising: Reducing Global Emissions from Burning Mercury-Added Products, http://www.zeromercury.org/International_developments/FINAL_MercuryRising_Feb2009.pdf.

UNECE (2003): Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), http://live.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev00/00files_e.html.

UNECE (2007): UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (Model Regulations), http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev15/15files_e.html.

UNEP (1995): Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal, http://www.basel.int/pub/modlegis.pdf.

UNEP (2002): Global Mercury Assessment, UNEP, Geneva, Switzerland, http://www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=Kpl4mFj7AJU%3d&tabid=3593&language=en-US

UNEP (2005): Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases, http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingMaterialToolkits/MercuryToolkit/tabid/4566/language/en-US/Default.aspx.

UNEP (2006a): Strategic Approach to International Chemicals Management, http://www.chem.unep.ch/saicm/saicm%20texts/SAICM_publication_ENG.pdf.

UNEP (2006b): Guide for Reducing Major Uses and Releases of Mercury, http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector%20Guide%202006.pdf.

UNEP (2006c): Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury, UNEP Chemicals, Geneva, Switzerland, http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf.

UNEP (2008a): Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport,

http://www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=Y0PHPmrXSuc%3d&tabid=3593&language=en-US.

UNEP (2008b): Report on the Major Mercury Containing Products and Processes, Their Substitutes and Experience in Switching to Mercury Free Products and Processes, http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/g7)/English/OEWG_2_7.doc.

UNEP (2008c): Summary Report on UNEP Mercury Inventory Activities, http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/y25_14)/English/OEWG_2_INF14.doc.

UNEP (2008d): Awareness Raising Package, http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/ReportsPublications/AwarenessRaisingPackage/tabid/4022/language/en-US/Default.aspx.

UNEP (2010a): Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases,http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingMaterialToolkits/MercuryToolkit/tabid/4566/language/en-US/Default.aspx.

UNEP (2010b): Global ASGM Forum Report, http://www.unep.org/hazardoussubstances/GlobalForumonASGM/tabid/6005/Default.aspx.

UNEP (2010c): Study on mercury sources and emissions and analysis of cost and effectiveness of control measures “UNEP Paragraph 29 study” (UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/4), http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC2/INC2MeetingDocuments/tabid/3484/language/en-US/Default.aspx.

UNEP (2011): Global Mercury Partnership Reports and Publications, http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/PrioritiesforAction/ArtisanalandSmallScaleGoldMining/Reports/tabid/4489/language/en-US/Default.aspx.

UNEP and WHO (2008): Identifying Populations at Risk, http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingmaterialToolkits/GuidanceforIdentifyingPopulationsatRisk/tabid/3616/language/en-US/Default.aspx.

UNEP and SETAC (2009): Life Cycle Management, http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1208xPA-LifeCycleApproach-Howbusinessusesit.pdf.

US Department of Energy (2009): US Department of Energy Interim Guidance on Packaging, Transportation, Receipt, Management, and Long-Term Storage of Elemental Mercury, http://www.mercurystorageeis.com/Elementalmercurystorage%20Interim%20Guidance%20(dated%202009-11-13).pdf.

US Department of Transportation, Transport Canada, and the Secretariat of Communications and Transportation of Mexico (SCT) (2008): Emergency Response Guidebook, http://www.phmsa.dot.gov/hazmat/library/erg.

US EPA (1992): US EPA Method 1311: TCLP, Toxicity Characteristic Leaching Procedure.

US EPA (1994): US EPA Method 7470 A: Mercury in Liquid Waste (Manual Cold-Vapor Technique).

US EPA (1996): US EPA Method 0060: Determination of Metals in Stack Emissions.

US EPA (1997a): Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds, http://www.epa.gov/ttn/chief/le/mercury.pdf.

US EPA (1997b): Sensitive Environments and the Siting of Hazardous Waste Management Facilities, http://www.epa.gov/osw/hazard/tsd/permit/site/sites.pdf.

US EPA (2000): Section 2 - Treatment and Disposal Options, Proceedings and Summary Report - Workshop on Mercury in Products, Processes, Waste and the Environment: Eliminating, Reducing and Managing Risks from Non-Combustion Sources, http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r00014/625r00014.pdf.

US EPA (2001): Mercury Response Guidebook (for Emergency Responders), http://www.epa.gov/mercury/spills/index.htm.

US EPA (2007a): Mercury Treatment Technologies, http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/Mercury/cat/Treatment_Technologies.

US EPA (2007b): Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste and Water, http://www.epa.gov/tio/download/remed/542r07003.pdf.

US EPA (2007c): Spills, Disposal and Site Clean-up, http://www.epa.gov/mercury/spills/index.htm.

US EPA (2007d): US EPA Method 7471B: Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique).

US EPA (2007e): US EPA Method 7473: Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry.

US EPA (2008): Manual for the Construction of a Mercury Collection System for Use in Gold Shops, http://www.epa.gov/oia//toxics/asgm.html.

World Chlorine Council (2004): Code of Practice, Mercury Housekeeping, Environmental Protection 11, 5th Edition, http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/ENV%20Prot%2011%20Edition%205.pdf

WHO (1972): WHO Food Additives Series, No.4: Evaluation of Mercury, Lead, Cadmium and the Food Additives Amaranth, Diethylpyrocarbonate, and Octyl Gallate, http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v004je07.htm.

WHO (1990): Environmental Health Criteria 101, Methylmercury, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc101.htm.

WHO (1991): Environmental Health Criteria 118, Inorganic Mercury, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc118.htm.

WHO (2003): Elemental Mercury and Inorganic Mercury Compounds: Human Health Aspects, http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad50.pdf.

WHO (2006): Guidelines for drinking-water quality, third edition, incorporating first and second addenda, http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/.

WHO Regional Office for Europe (2000): Air Quality Guidelines-Second Edition, http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/123079/AQG2ndEd_6_9Mercury.PDF.

Wood, J.M. (1974): Biological Cycles for Toxic Elements in the Environment, Science, 15, 1043-1048.

World Nuclear Association (2010): Storage and Disposal Options, http://www.world-nuclear.org/info/inf04ap2.html.

Yanase R., Hirato, O., Matsufuji, Y. (2009): Behaviour of Mercury from Used Batteries in Landfills over 20 Years, Journal of the Japan Society of Material Cycles and Waste Management, 20 (1), 12-23.