

BC



UNEP/CHW.7/8/Add.3

Distr.: General
11 August 2004

Arabic
Original: English



الفريق العامل مفتوح العضوية التابع لاتفاقية
بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة
والتخلص منها عبر الحدود
الاجتماع السابع
جنيف، ٢٥ - ٢٩ تشرين الثاني/أكتوبر ٢٠٠٤
البند ٦ من جدول الأعمال المؤقت*
تقرير بشأن تنفيذ المقررات التي اعتمدها مؤتمر
الأطراف في اجتماعه السادس

مشروع مبادئ توجيهية تقنية بشأن إعادة دوران/استخلاص المعادن
والمركبات المعدنية (R4) بطريقة سليمة بيئياً

* UNEP/CHW.7/1

200904 K0472189

لدواعي الاقتصاد في النفقات يوجد عدد محدود من هذه الوثيقة ويرجى من المندوبين التفضل باصطحاب نسخهم إلى الاجتماعات وعدم طلب نسخ إضافية.

المحتويات

٤	المقدمة	أولاً -
٤	ألف - نطاق المبادئ التوجيهية: الفلزات	
٥	باء - نطاق المبادئ التوجيهية: العمليات	
٨	جيم - نطاق المبادئ التوجيهية: الموضوعات	
٨	مصادر واستخدام معادن الملحق الأول الثانوية	ثانياً -
٩	ألف - الأنتيمون	
١٠	باء - الزرنيخ	
١١	جيم - البريليوم	
١٢	دال - الكادميوم	
١٣	هاء - مركبات الكروم سداسي التكافؤ	
١٤	واو - مركبات النحاس	
١٥	زاي - الرصاص	
١٧	حاء - الزئبق	
١٨	طاء - السيلينيوم	
١٨	ياء - التلريوم	
١٨	كاف - الثاليوم	
١٩	لام - مركبات الزنك	
٢٠	مدة ملاءمة نفايات المعادن للاستعادة والاستخلاص	ثالثاً -
٢٦	إنشاء مرفق إعادة تدوير أو استخلاص للمعادن	رابعاً -
٢٨	إنشاء مرفق لاستخلاص المعادن	خامساً -
٣٠	مرافق الاستخلاص السليمة بيئياً	سادساً -
٣٣	الإعبارات البيئية والصحية	سابعاً -
٣٣	ألف - النفايات والبقايا	
٣٤	باء - نظم التجميع	
٣٤	جيم - النقل والتخزين	
٣٥	دال - الإستجابة للطوارئ	
٣٦	هاء - الإدارة السليمة بيئياً	
٣٧	واو - نظم الإدارة البيئية	
٣٨	تقييم الأضرار البيئية المتوقعة	ثامناً -
٣٩	منع النفايات والإنتاج الأنظف	تاسعاً -
٤٠	الأخطار البيئية المحتملة ومكافحتها	عاشراً -
٤٠	ألف - الأخطار ومكافحتها	
٤٥	باء - الرصد	
٤٦	إغلاق مرافق استخلاص المعادن	حادي عشر -

المرفقات

- ٤٨ المسرد - الأول
- ٥٠ المراجع وثبت المراجع الثاني -
- ٥١ مراجع مفيدة أخرى الثالث -
- ٥٢ المواقع الشبكية الرابع -

أولاً - المقدمة

١ - يقصد من هذه المبادئ التوجيهية التقنية بصورة رئيسية توفير التوجيهات إلى البلدان التي تبني قدراتها لإدارة النفايات بصورة سليمة بيئياً وبأسلوب يتسم بالكفاءة في سياق تطويرها لإجراءات واستراتيجيات لإعادة تدوير المعادن والمركبات المعدنية، ولتشجيع مواصلة إعادة تدوير المعادن بصورة سليمة بيئياً. وتشتمل بعض النفايات على معادن ومركبات معدنية بأشكال ومقادير تكفي لجعل تفضيل إعادة تدويرها واستخلاصها أفضل من التخلص منها، وفي هذه الحالة يتم تفضيل إعادة التدوير والاستخلاص.

ألف - نطاق المبادئ التوجيهية: الفلزات

٢ - تركز هذه المبادئ التوجيهية بصورة رئيسية على إعادة تدوير واستخلاص الفلزات والمركبات الفلزية المدرجة في الملحق الأول لاتفاقية بازل كفضائل للنفايات الواجب إخضاعها للرقابة. وتشمل هذه الفلزات والمركبات الفلزية التالية: الأنتيمون (Sb)، الزرنيخ (As)، البريليوم (Be)، الكادميوم (Cd)، الرصاص (Pb)، الزئبق (Hg)، السيلينيوم (Se)، والتلوريوم (Te)، والثاليوم (Tl). وتشمل كذلك مركبات النحاس والزنك والكروم سداسي التكافؤ، ولكنها لا تحتوي على الفلزات ذاتها. وهذه الفلزات والمركبات الفلزية يشار إليها على أنها الفلزات والمركبات الفلزية للملحق الأول، أو بصورة أكثر بساطة كفلزات الملحق الأول. وتخضع للرقابة المواد التي تشتمل عليها بموجب اتفاقية بازل إذا وقعت في نطاق تعريف الاتفاقية للنفايات، ما لم تشتمل على أي من الخصائص الخطرة الواردة في الملحق الثالث للاتفاقية.

٣ - لأن أغلبية النفايات الخطرة الحاملة للفلزات المدرجة في الملحق الثامن لاتفاقية بازل هي نفايات غير حديدية، ولإبقاء عليها في حجم سهل التناول، فإن هذه المبادئ التوجيهية لا تركز مباشرة على الفلزات الحديدية، مثل الحديد والصلب، وكما أنها لا تركز على المعادن الثمينة كالذهب والفضة.

٤ - ينطبق الكثير مما تجرّي مناقشته في هذه الوثيقة فيما يتعلق باستعادة وإعادة تدوير والاستخلاص على جميع المعادن الشائعة غير الحديدية سواء كانت مدرجة في الملحق الأول لاتفاقية بازل أو لم تكن كذلك. ومع ذلك فإن اهتماماً خاصاً يوجه إلى الملحق الأول أو إلى فلزات القائمة Y. وسوف يشار إلى أن المواد الرئيسية لإعادة التدوير والاستخلاص هي فلزات، وسبائك فلزية أو بعض المركبات الفلزية. وتوجد المركبات الفلزية، حسب شكلها المادي أو الكيميائي، إما كمواد خام أو (وسيلة وليست كمواد موجهة لمجاري النفايات). أما المركبات التي يعاد استخدامها بصورة شائعة عن طريق إعادة التدوير أو الاستخراج/الإنتاج بالاستخلاص فلها تنشأ عن استخدامات الفلزات في عمليات الغلظة، أو من النواتج الفلزية داخل الغبار أو العكارات المتخلفة عن مكافحة التلوث.

٥ - ومن بين المدخلات المحتملة ذات الصلة في القائمة Y - تشمل النفايات Y5 من تصنيع وتركيب واستخدام المواد الحافظة للأخشاب (مثل حرسينات النحاس أو تركيبات معدنية مشابهة مع الزرنيخ)، ونفايات Y7 من المعالجة الحرارية وعمليات التصنيع المحتوية على السيانيدات، ونفايات المواد الكيميائية Y14 الناتجة من أنشطة البحث والتطوير أو التعليم والتي تكون غير محددة/أو جديدة والتي لا

تعرف تأثيراتها على الإنسان و/أو البيئة، والنفايات Y17 الناتجة من المعالجة السطحية للفلزات واللدائن (مثل الطلاء الكهربائي). لاحظ أن نفايات Y16 من إنتاج وتحضير واستخدام مواد التصوير ومواد المعالجة، تدرج في هذه المبادئ التوجيهية فقط إذا كانت المواد لا تشتمل على فضة. ومثل هذه النفايات تشتمل غالباً على الفضة وهي التي لا تنضوي تحت أحكام اتفاقية بازل، والتي يجري استخلاصها عادة من الفضة ولكن التي تتحقق بعمليات كيميائية تختلف عن معظم عمليات الاستعادة.

٦ - وبصفة عامة، فإن اتفاقية بازل تسعى إلى تنظيم المواد التي تنطوي على قدرة لا بأس بها لإحداث تأثيرات بيئية أو صحية ضارة إذا تم التخلص غير السليم منها، وهي تستبعد المواد الأخرى الأقل خطورة من بين الفلزات الخطرة وبعض أشكال الفلزات المدرجة التي تتميز بقدرة منخفضة على إحداث تأثيرات بيئية، مثل خردة الرصاص المعدني في شكل غير قابل للانتشار. فمثلاً لا تدخل خردة النحاس والزنك بين أحكام الاتفاقية، أما مركبات النحاس والزنك فهي تدخل إذا ظهرت عليها أي من خصائص الملحق الثالث. ونورد فيما يلي مثالاً يتم فيه مناقشة المنتجات الثانوية للزنك.

باء - نطاق المبادئ التوجيهية: العمليات

٧ - المقصود من المبادئ التوجيهية تقديم معلومات عن خيارات الإدارة المتوافرة لإعادة تدوير واستخلاص المعادن غير الحديدية والفلزات والمركبات الفلزية وكذلك الممارسات التي ينبغي النظر فيها لتلافي التأثيرات البيئية الضارة المرتبطة بعملية إعادة التدوير تلك. وتقدم هذه المبادئ بعض التوجيه بشأن التخلص النهائي من النفايات التي قد تنتج عن تلك العمليات.

٨ - تستخدم الكثير من المصطلحات التقنية والمصطلحات الصناعية في مناقشة المعادن غير الحديدية. وللإطلاع على المسرد برجاء الاطلاع على <http://www.amm.com/ref/glossary.htm>.

٩ - وتميز المبادئ التوجيهية بين مختلف الأجزاء الداخلة في الهيكل الصناعي، ألا وهي الاستعادة، إعادة التدوير والاستخلاص. ويمكن النظر إلى الاستعادة على أنها أخذ الأشياء المعدنية أو المحتوية على معادن والقطع الفلزية قبل أن تصل إلى مجرى النفايات، أو أخذها من مجرى النفايات. ثم تتلو ذلك إعادة التدوير وتمثل في إعداد تلك الأشياء والقطع بحيث يمكن استخدامها مباشرة (مثل إعادة الصهر المباشر) أو ترسل إلى الاستخلاص. ويشير الاستخلاص بصورة عامة وهو عملية استخلاص المعادن من فلزاتها، إلى أنها عادة ما تكون استخلاصاً حرارياً أو استخلاص المعادن بالعمليات الرطبة بالنسبة لبعض المعادن والعمليات، وحيث يكون المعدن المستخلص أو المعاد تدويره مُنقى أو معاد صهره أو مشكل في شكل يمكن استخدامه كما لو كان معدناً بكاراً. وينبغي ملاحظة أن استعادة وإعادة تدوير والاستخلاص ليست مدرجة دائماً في نظم النفايات لدى جميع البلدان. ومع ذلك فإن إعادة تدوير واستخلاص النفايات الخطرة تقع تحت طائلة نظام إدارة بازل تحت تعريفات النفايات (المادة ١، الفقرة الفرعية ١ (أ) والملحق الرابع، الفرع باء).

١٠ - إن استعادة أو إعادة تدوير معادن الملحق الأول لا يجب أن تكون باهظة التكاليف أو أن تمثل عمليات معقدة تقنياً، وإن كان من الضروري أن يكون أفراد الإدارة والعمال مدربين تدريباً سليماً ومجهزين للتعامل مع الأخطار التي تلحق بصحة الإنسان والبيئة. وكما سبقت مناقشته في هذه الوثيقة،

فإن الاستعادة تكون ممكنة عن طريق تحديدها وتراكمها وفرزها طبقاً للمواصفات، وبيع معادن الملحق الأول في الأسواق المحلية أو العالمية. ويمكن إرسال المعادن المستعادة إلى ورشة إعادة التدوير أو إلى المسبك أو إلى معمل إعادة التكرير أو إلى مرفق الاستخلاص. ويحدث الاستخلاص داخل مصاهر أولية أو ثانوية مختصة، ويحدث كذلك في بعض الحالات في عمليات استخلاص للمعادن بعمليات رطبة.

١١ - وبلدان قليلة فقط هي التي تستطيع أن تبني أو تشغل مصاهر معقدة بما يرافقها من بنيات أساسية. وتنطوي المصاهر على اقتصادات الحجم الكبير وبخاصة المصاهر الأولية، أو المصاهر (المعتمدة على الفلزات)، بحيث يكون الأكبر هو الأفضل عادة. وغالباً ما توجد المصاهر الأولية بالقرب من أماكن وجود الخامات. أما المصاهر الثانوية فتكون مجهزة خصيصاً لاستخلاص المعادن. ويمكن للمعادن الثانوية والمواد التي تشتمل على المعادن أو على بقاياها أن ترسل وأن يعاد استخلاصها داخل مصهر أولي أو ثانوي. وقد يلزم وضع ضوابط بيئية إضافية لإدارة ومعالجة بعض المواد الثانوية بأمان، وتمثل هذه المواد الثانوية نسبة متزايدة من المواد الوسيطة لدى بعض المصاهر.

١٢ - إن صهر المواد الثانوية يفرز عادة ناتجاً رئيسياً إلى جانب العديد من النواتج الثانوية. فمثلاً يستخدم مصنع صهر نموذجي للنحاس عملية من ثلاثة مراحل لإنتاج النحاس النقي. أما النواتج الثانوية فتكون هي أكسيد الزنك، وسبائك الرصاص، والقصدير، وسلفات النيكل، والسيلينيوم ومعادن ثمينة. وهي تحتاج إلى مصاهر أخرى لتكريرها، كما تنتج أيضاً الزرنيخ. وقد يمكن استخدام الخبث كمادة بناء أو في السفع الرملي، إلا أن هذه الاستخدامات لخبث النحاس قد ينتج عنها في جميع الحالات تلوث بالزرنيخ وبالرصاص. والمدخل بـ T24 في الملحق التاسع لاتفاقية بازل يشتمل على الخبث من إنتاج النحاس الذي يستخدم بصورة رئيسية في الإنشاءات والاستخدامات السحجية، شريطة أن تكون ثابتة كيميائياً وبها مستوى حديدي مرتفع (أكثر من ٢٠ في المائة) ومعالجة طبقاً لمواصفات صناعية مثل DIN 4301 و 8201. ويوجد في بعض خبث النحاس محتوى معدني مرتفع يمكن استعادته. ويشتمل المدخل B1100 في الملحق التاسع لاتفاقية بازل على أنواع الخبث التي تنتج من عمليات معالجة النحاس الموجه لمواصلة معالجته وتكريره، شريطة ألا يحتوي على الزرنيخ أو الرصاص أو الكاديوم بتركيزات خطيرة.

١٣ - والمبادئ التوجيهية هذه موجهة إلى المديرين والمنظمين وليست موجهة إلى المهندسين أو الفنيين ذوي المؤهلات التقنية العليا. فهؤلاء القراء يوجهون إلى المؤلفات التقنية الخاصة بإعادة تدوير المعادن. فمثلاً هناك كتاب شامل للمؤلف هنس توك يقدم تفاصيل كثيرة عن كيمياء استعادة واستخلاص المواد غير الحديدية، على الرغم من أن بعض العمليات الوارد وصفها ليست تجارية لأسباب تقنية أو اقتصادية. كما أن المجلد الموسوعي الشامل لدى مركز البحوث المشترك للمفوضية الأوروبية^(١) يورد تفاصيل الحلول الهندسية الحديثة لإنتاج واستخلاص المواد غير الحديدية.

(١) مركز البحوث المشترك التابع للمفوضية الأوروبية (منع ومكافحة التلوث المتكاملين (IPPC): وثيقة مرجعية بشأن أفضل التقنيات المتوافرة في صناعات المعادن غير الحديدية (٢٠٠٠) <http://www.jrc.org>

١٤ - وليس المقصود بهذا النص أن يقدم تصميماً أو معلومات عن العمليات التي يمكن استخدامها للقيام بعملية إعادة التدوير أو استخلاص المعادن أو المركبات المعدنية. ولكنه بدلاً من ذلك يقدم المبادئ التوجيهية، واستعراضاً لبعض الخيارات المتوافرة، وتعليقاً حول تطبيقها. فإذا اقترحت الاستعادة، إعادة التدوير أو بصفة خاصة الاستخلاص بالنسبة للمعادن أو المركبات المعدنية فإنه يجب عندئذ القيام بعملية تفضيلية اقتصادية وسوقية وهندسية وتصميمية لحماية الاستثمارات الرأسمالية، إلى جانب عمل تقييم وتقدير بالتأثيرات البيئية واستراتيجيات المراقبة. فالمعادن سلع ويتم الاتجار بها وإعادة تدويرها في سوق عالمي، لذلك فإن الخطوات التمهيدية المدرجة فيما بعد ينبغي وضعها في الاعتبار.

١٥ - وليس من المقصود بهذه المبادئ التوجيهية أن تحل محل، أو أن تعطي توجيهات، للقواعد المحلية الخاصة بالمعادن أو مركبات المعادن. ومن المتوقع أن تقوم الأجهزة التنظيمية المحلية مثل سلطة حماية البيئة المختصة بوضع ضوابط تنظيمية ينبغي أن تنطبق في كل حالة. والاستخلاص، سواء كان عن طريق الصهر أو علم استخلاص المعادن بعمليات رطبة. يحتاج إلى بنية أساسية تنظيمية شديدة التقدم. أما إعادة التدوير عن طريق الجمع والفرز والإعداد طبقاً للمواصفات، فإنه يحتاج إلى قواعد تنظيمية أكثر بساطة بحيث تناسب المنشآت الجديدة، وبخاصة لدى البلدان النامية. كما أن هذه المبادئ التوجيهية ليس المقصود بها استكشاف أوجه الفرق بين النفايات والموارد الثانوية أو المواد الخام الثانوية. وتقوم منظمة المعايير القياسية الدولية بمقياسها ISO 14040: ١٩٩٧، الذي يُعريف المواد الخام بأنها "مواد أولية أو مصادر أولية أو ثانوية تستخدم لإنتاج منتج (وسيط) أو نهائي" كما ينبغي الرجوع إليه في هذا الصدد.^(٢)

١٦ - وليس المقصود بهذه المبادئ التوجيهية أيضاً أن تقوم مقام قائمة تعريفية لجميع أشكال المعادن والمركبات المعدنية التي يمكن تنظيمها بموجب اتفاقية بازل. وينبغي الرجوع إلى نص الاتفاقية، وملاحظتها، ووثائقها المساندة الصادرة لدى البلدان الأعضاء لاستجلاء هذا الغرض. كذلك تُذكر القارئ بالفروق بين النفايات الخطرة التابعة لاتفاقية بازل (المادة ٥، الفقرة الفرعية ١ (أ)) والنفايات التي تعتبر خطيرة بموجب التشريعات المحلية (المادة ١، الفقرة الفرعية (ب))، حيث أنهما قد لا يكونان دائماً نفس الشيء.

● تحذير: إن المعادن التي تأتي في هيئة حبيبات دقيقة، أو مساحيق دقيقة يمكن أن تكون

خطيرة.

١٧ - تؤكد هذه المبادئ التوجيهية ضرورة استعادة وبيع المواد طبقاً للمواصفات. حيث أن من المستحيل أن تباع المواد بطريقة أخرى. وتشمل المواصفات غالباً حدوداً خاصة بالنظافة، التي تشجع الإنتاج الأنظف والحماية البيئية. ومع ذلك فإن بعض المواصفات تنطبق فقط على المنشأ، أي أن المادة ينبغي أن تنشأ عن عملية معترف بها.

(٢) أنظر <http://www.iso.ch/>.

١٨ - وتأتي الموصفات إما مقدمة من، أو متفاوض بشأنها بين، المشتريين والبائعين. وقد يعتمد كلاهما على مواصفات سائدة دولياً ومنشورة. ويمكن الحصول على الموصفات الدولية من مكتب إعادة التدوير الدولي (BIR)، www.bir.org، أو معهد صناعات تدوير الخردة (ISRI)، www.isri.org.

١٩ - يمكن للمواد أن تستعاد أو يعاد تدويرها أو تستخلص مرات ومرات دون أن تفقد خصائصها. وهي في شكلها النهائي سواء كانت معادن أو معادن معاد تدويرها لا يمكن التمييز بينها وبين المعادن البكر.

٢٠ - إن الاستعادة وإعادة التدوير واستخلاص المواد هي عمليات صناعية تحتاج إلى ضوابط تطبيقية. فالاستعادة وإعادة التدوير (على النحو الموصوفة به في هذا النص) تحتاج عادة إلى مستوى مختلف جداً من الضوابط تختلف عن الاستخلاص. إلا أن هذه العملية هي عملية أكثر بدائية وغالباً ما تكون أقل احتمالاً لتشتت الملوثات في البيئة أو مكان العمل.

جيم - نطاق المبادئ التوجيهية: الموضوعات

٢١ - وتشمل المبادئ التوجيهية عدداً من المجالات الواسعة في فصول متنوعة:

- مصادر واستخدام مواد الملحق الأول الثانوية
- صلاحية مواد النفايات لعمليات الاستعادة والاستخلاص
- إنشاء مرفق لإعادة التدوير أو الاستعادة
- مرافق الاستخلاص السليم بيئياً
- اعتبارات بيئية وصحية
- تقييم التأثيرات البيئية المتوقعة
- الإنتاج الأنظف ومنع تولد النفايات
- المخاطر البيئية المحتملة والتحكم فيها
- إقفال مرافق استخلاص المعادن
- مسرد بالمصطلحات

ثانياً - مصادر واستخدام معادن الملحق الأول الثانوية

٢٢ - يمكن للمعادن الثانوية أن تستعاد من معادن الخردة أو من الرماد الحامل للفلز، والبقايا، والخبث والكسارة وعمليات الكشط أو التقشير أو الغبار أو المساحيق أو العكارات المترسبة، والكتل الجافة والمواد الحفازة. وتنشأ معادن الخردة بصورة غالبية عن ثلاثة مصادر هي: الموقع، المصنع أو الخردة المتخلفة، أو خردة التصنيع (أو بقايا التشذيب) والخردة المتقدمة من أشياء مفككة أو التي لم يتم التخلص منها.

٢٣ - وما يقال عنه هنا خردة الموقع أو المصنع، أو الخردة المتخلفة هي نواتج النفايات الصادرة عن إنتاج المعادن. قد تكون هذه النفايات بقايا الألواح درفلة أو البقايا الناتجة عن المعادن المنصهرة أو بقايا التشذيب من مسبك، مثل أنابيب صب المعادن أو القوالب ذات القنوات. وهناك طائفة متنوعة من

المعادن غير النقية الوسيطة أو المركبات المعدنية التي تنتج داخل مصهر مواد غير حديدية. حتى هذه ليست نفايات وإنما مواد وسيطة قيّمة ومواد مستخدمة في عملية التحويل للخطوة التالية. وغالباً ما تكون الخطوة التي تلي ذلك في عملية التكرير والاستخلاص تحدث في نفس الموقع أو خارج الموقع.

٢٤ - وتنشأ خردة عمليات التصنيع عن إنتاج منتجات وسيطة (مثل الأذرع المعدنية، القضبان، الصفائح، الأنابيب والسبائك والألواح، والقطع والأعمدة الرأسية) أو من التجهيز الآلي أو تشكيل المنتجات الوسيطة والمنتجات النهائية. وتتخذ الخردة شكل بقايا الخراطة، بقايا التثقيب، والتخريم، وبقايا القضب وبقايا القص أو الأجزاء المستغنى عنها (غير الخاضعة للمواصفات). وهذه الخردة تكون نظيفة بمعنى أنها لم تستخدم من قبل، ومعلومة التكوين، أي كنفس المادة المباعة إلى المصنع. وهذه مادة قيمة وبعض الأحيان يسعى مقدم المادة للحصول عليها. وهي مواد قيّمة كذلك لعمليات تصنيع الخردة. وتتم إعادة التدوير بإعادة الاستخدام المباشر لهذه الخردة أو بإعادة صهرها.

٢٥ - والخردة المتقدمة هي نوع الخردة الذي ينبغي إيلاء اهتمامهم له. فهي تنشأ عن الأشياء المتقدمة مثل بنايات المهذومة والسيارات المنتهي أجلها، والأجهزة والمعدات الإلكترونية. وفي الغالب ما يلزم تفكيك الجسم المتقدم سواء بألة قص أو بمقصات أو بواسطة عمال يستخدمون الأدوات اليدوية. وينبغي تحديد المعادن غير الحديدية وإعدادها وفرزها طبقاً للمواصفات التي يطلبها المشترون حتى تباع لعمليات إعادة التدوير. ويستخدم المشترون هذه الخردة المعدة لإنتاج بعض المنتجات مثل المرافات الحديدية والمهابط الكهربية والحبيبات أو الطبقات المعدنية. وفي بعض الأحيان تقع أشكال المواد الخام الجديدة هذه تحت طائلة اتفاقية بازل (الملحق الثامن) أو تحت طائلة الرقابة القطرية.

٢٦ - ويمكن للقائمين على معالجة الخردة المتقدمة أن يعالجوا قصاصات التشذيب وبقايا الخراطة وبقايا الحفر وبقايا القضم، والأشكال الأخرى إذا أعدت إعداداً سليماً بواسطة معالجي الخردة، ويمكن استخدامها استخداماً مباشراً كمواد خام لإنتاج نواتج عن طريق إعادة التدوير المباشر مثلاً.

٢٧ - ومعظم المعادن غير الحديدية المجموعة أو المصنفة أو المتدرجة والمراد إعادة تدويرها ليست خطيرة، بمعنى أنها ليست واردة في الملحق الثامن. إن الحجم الكبير للنواتج الوسيطة أو النهائية الناتجة من معادن الخردة غير الحديدية المعدة من موارد ثانوية تتألف في العادة من الألمونيوم والنحاس والرصاص وسبائك النحاس ذي القاعدة المعدنية، والألمونيوم والزنك. ومع ذلك فإن المناقشة التالية تُقدّم كوسيلة إرشاد لبعض مصادر الخردة المتقدمة للمعادن وسبائكها ومركباتها الواردة في الملحق الثامن.

ألف - الأنتيمون

٢٨ - لا يستخدم الأنتيمون بشكله النقي وإنما كمضاف أقل أهمية وأن كان مهماً في صناعة السبائك. وأهم استخدام للأنتيمون هو للتصليب في رصاص البطاريات الحمضية، ويدخل هذا المعدن كذلك في استخدامات في اللحامات والسبائك الأخرى مثل أحرف الطابعات. ويستخدم الأنتيمون بكميات قليلة كعنصر تسييك في المحمّلات (رمان البلي) وفي سبائك القصدير مثل القصدير الأصفر وسبائك تركيب الجواهر فوق الملابس. وتستخدم مركبات الأنتيمون كمواد حافزة، وكمكونات في الكبريت والألعاب النارية وكمبيدات لطفيليات الحيوانات. وثالث أكسيد الأنتيمون هو أهم مركبات

الأنثيمون ويستخدم بالدرجة الأولى كمستحضر مقاوم للاشتعال حيث تستخدم في ملابس الأطفال واللعب والطائرات وأغطية مقاعد السيارات. وهي كلها مصادر غير محتملة للأنثيمون الذي يدخل في عملية إعادة التدوير.

٢٩ - وعند إجراء عملية استخلاص للسباتك المحتوية على الأنثيمون، فإن من المحتمل أن تبقى كميات ضئيلة من الأنثيمون في المعدن القاعدي للسبيكة. وإذا تم تدوير سبيكة مشتملة على الأنثيمون والرصاص مثلاً، فإن معدات مكافحة تلوث الهواء يحتفل بدرجة أكبر أن تمسك بالرصاص دون أن تمسك بالأنثيمون. ويذوب الرصاص عند درجة حرارة ٣٢٧ درجة مئوية ويذوب الأنثيمون عند درجة ٦٣٠ درجة مئوية.

٣٠ - وهناك استثناء محتمل هو أن محلول ثلاثي كلوريد الأنثيمون يستخدم في بعض الأحيان لعمل سبيكة حديد برونز، وتلوين الزنك باللون الأسود ولصباغة الأخشاب. وأي من هذه الاستخدامات قد تنشأ عنها بقايا يشك في إمكانية إعادة تدويرها وإن كانت تحتاج إلى إدارة خاصة.

٣١ - ومن غير المحتمل تماماً أن توجد نفايات الأنثيمون في حد ذاتها.

باء - الزرنيخ

٣٢ - يتولد الزرنيخ كنتاج ثانوي في صناعة المعادن غير الحديدية. إلا أن مقادير قليلة منه تضاف لسباتك الرصاص لصناعة شبائك البطاريات ولتغليف الكابلات ولزيادة صلابتها. وإذا أضيف بمقادير تصل إلى ٣ في المائة فإن الزرنيخ يحسن من خصائص السباتك ذات القاعدة الرصاصية. وتستخدم كميات أقل في العديد من سباتك النحاس. وقد استخدم الزرنيخ في تصنيع أنواع من الزجاج الخاص الذي ينصهر عند نقطة انصهار دنيا، وهو الزجاج الذي يوجد الزرنيخ فيه مُنْحَى تماماً، وهو يمثل عنصراً ضئيلاً من درجة أنصاف الموصلات. ولا تؤدي أي من هذه الاستخدامات إلى وجود زرنيخ قابل لإعادة التدوير.

• تحذير: إن الزرنيخ المعدني سرعان ما تنشأ عليه طبقة أكسيد مائلة إلى اللون الأبيض. فإذا وجدت بالصدفة البحتة زرنيخاً معدنياً فلا تحاول أن تعيد تدويره بدون الحصول على توجيه من خبير. أما الطبقة التي تظهر فهي مثل الكثير من مركبات الزرنيخ عالية السمية. ولا ينبغي تدوير هذا المعدن إلا بواسطة فنيين مختصين.

٣٣ - إن استخدام الزرنيخ بكميات صغيرة جداً يخدم عدة وظائف في صناعة الإلكترونيات. فهو يستخدم في تصنيع كرات زرنيخيد الغاليوم (الذي يستخدم في الهواتف النقالة وفي أشعة الليزر وما إلى ذلك)، كما يستعمل كعامل إشابة في رقائق السليكون، ولتصنيع غاز الزرنيخين (H_3As)، الذي يستخدم لعمل الشعريات الشبيكة الفائقة، والدارات المتكاملة فائقة الأداء. كذلك فإن معدن الزرنيخ يزيد المقاومة للتآكل، ويزيد قوة الشد التي تتمتع بها سباتك النحاس، ويعزز الأعمدة والشبكات الموجودة في بطاريات الحمض الرصاصية. كما إن النفايات المشتملة على الزرنيخ تحتاج إلى مناوالتها

مناولة فائقة العناية حيث تحدث لها عمليات النض المعدنية، كما أن له درجة غليان منخفضة نسبياً هي ٦١٤ درجة مئوية.

٣٤ - تستخدم مركبات الزرنيخ كمبيدات للآفات، وكمواد حافظة للأخشاب وكمكونات للزجاج والسيراميك وفي علاجات الحيوانات. ويستهلك معظم الزرنيخ في صورة أكسيد ثلاثي، وبصورة رئيسية في تصنيع المواد الحافظة للأخشاب المعالجة بالضغط. وهذه الأشياء لا يُحتمل أن تصبح مصادر لمواد يمكن إعادة تدويرها.

٣٥ - ومن غير المحتمل تماماً أن توجد نفايات الزرنيخ نقيه في حد ذاتها.

جيم - البريليوم

٣٦ - يستخدم البريليوم كمضاف لصناعة السبائك وهو يضاف إلى النحاس والنيكل (بمقدار أقصى هو ٢%) لعمل الزنبروكات للاتصالات الكهربائية ورمان البلبي في عجلات هبوط الطائرات، وكأدوات لصب اللدائن، ولاستكشاف آبار البترول ومعدات الحفر، واللحام النقطي وأذرع حمل النواقل الكهربائية وأدوات الأمان. ويستخدم البريليوم غير المسبوك في الأسلحة النووية والطائرات وعواكس إشعاع المفاعلات النووية، ونوافذ الأشعة السينية، ونظم التوجيه الذاتي والأدوات الدقيقة الأخرى. ويستخدم الأكسيد ويسمى برليا (PaO) في بعض المعدات الإلكترونية كبالوعة حرارة. أما المصادر الصالحة للتدوير منه فهي خردة عمليات التصنيع المتولدة عند معالجة سبائك النحاس والبريليوم وكميات المعدات العسكرية المتقدمة المحتوية على البريليوم المعدني. ويمكن أن تقابل كميات من هذا الأكسيد عند إعادة تدوير السلع الإلكترونية وينبغي عندئذ استعادته أو عزله عن البيئة. ومن غير المحتمل تماماً أن نجد معدن البريليوم بذاته، إلا بواسطة الأخصائيين الذين يتعاملون مع هذا المعدن.

• تحذير: والبريليوم بشكل كبير أو بكميات كبيرة سواء كان نقياً أو داخل سبائك لا يمثل خطورة في تناوله. أما الخطر، فيشمل خطورة التسبب في التهاب الشعب البريليومي الذي ينتج عن البريليوم أو البرليا بكميات ضئيلة جداً في شكل جسيمات يحملها الهواء قادرة على دخول جسم الإنسان عن طريق الاستنشاق. ولا يجوز إلا للتقنيين المتخصصين وللمرافق المتخصصة أن تقوم بنشر أو تناول الآلي أو بتسخين أو تدوير أو حرق هذه المادة. ويمكن بيع كميات كافية من السبائك أو مخلفات نفايات هذا المعدن في الشكل التي توجد به. ويمكن تناولها بالأيدي بعد ارتداء القفازات دون أن تحدث مشاكل. أنظر كذلك الجزء الخاص بالنحاس.

٣٧ - إن مركبات البريليوم باستثناء أكسيد البريليوم (براليا)، نادرة الوجود في المختبر، ومن غير المحتمل أن توجد بذاتها. ومع ذلك فيكون البريليوم موجود بكميات وبتراكيز ضئيلة جداً في جميع الخردة الإلكترونية تقريباً (وبتراكيز عالية في عدد قليل جداً من المعدات الإلكترونية) فإنه يحتاج إلى الاهتمام، لأن مثل هذه الخردة يعاد تدويرها عادة لاستخلاص النحاس والمعادن الثمينة منها. وعند مستويات البريليوم المنخفضة عادة التي توجد في خردة المعدات (< 0.1%) لا يحتاج الأمر عادة إلى اتخاذ

احتياطات خاصة. كما أن آثار البريليوم ومركباته الوسيطة تصبح جزءاً من مجرى خردة النحاس المرسله للاستعادة. وعندما يكون محتوى البريليوم أكثر ارتفاعاً في الخردة، فإن إذابته قد تمثل خطر استنشاق البراليا الموجودة في الخبث، عندئذ ينبغي التقاطه من الهواء وتنقيته للتحكم في هذا الخطر.

دال - الكاديوم

٣٨ - ويستخدم معدن الكاديوم الآن بصورة رئيسية في بطاريات النيكل - الكاديوم، ويحظر الآن استخدام الكاديوم كمادة طلاء لمنع التآكل وفي الأصباغ وفي المثبتات في بلدان أوروبا الشمالية، على الرغم من أن الكاديوم لا يزال يستخدم لهذه الأغراض في بلدان أخرى. ويستخدم الكاديوم كذلك كعنصر من عناصر المكونات الإلكترونية مثل الموصلات الثانوية وفي أذرع التحكم داخل المفاعلات الذرية. كما أن الأسمدة الناتجة من خامات الفوسفات تمثل مصدراً رئيسياً للتلوث الانتشاري بالكاديوم. وفي أستراليا على سبيل المثال، كانت الأسمدة الفوسفاتية مصدراً رئيسياً لإضافات الكاديوم للتربة الزراعية. وقد استطاعت صناعات الأسمدة الأسترالية أن تحقق تخفيضات كبيرة في محتوى الكاديوم في الأسمدة خلال السنوات العشرة الماضية، وتستخدم الآن فوسفات الصخور الذي يحتوي على تركيزات أقل من الكاديوم وذلك في الصناعات المحلية (<http://www.cadmium-management.org.au>). وفي الولايات المتحدة الأمريكية حددت وكالة حماية البيئة (USEPA) حداً أقصى للتركيز المسموح به من الكاديوم هو ١,٤ ملليغرام/كغ (جزء من كل مليون) للوحدة (١ في المائة) كمحتوى زنكي لأسمدة التغذية ذات المقادير الضئيلة من الزنك التي تنتج من نفايات الزنك المعاد تدويره (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/recycle/fertiliz/index.htm>).

٣٩ - تذهب ثلاثة أرباع استهلاك الكاديوم إلى بطاريات النيكل - الكاديوم ، ولأن هذه البطاريات يسهل جمعها لإعادة التدوير، فإن معظم الكاديوم الثانوي يأتي من هذه البطاريات المنتهية الأجل. وينتج الكاديوم كذلك كنتاج ثانوي في عملية إنتاج الزنك، حيث يأتي بعض الكاديوم الثانوي من غبار المداخن الذي ينتج أثناء إذابة خردة الصلب المغلقة المعاد تدويرها في الأفران التي تستخدم القوس الكهربائي. وعملية استعادة الكاديوم من البطاريات وغبار المداخن عملية معقدة وخطيرة، وينبغي أن تتم داخل مرفق متخصص فقط. ويمكن استخلاص الكاديوم من عكارات مكافحة التلوث من مرافق الطلاء الكهربائي. وتنتج هذه العكارات من معالجة المياه المستعملة.

- تحذير: إذا وجدت كاديوم خالصاً فلا تحدث منه غباراً أو أدخنه، مثلاً عن طريق معالجته آلياً أو إذابته، ولا يسمح إلا للتقنيين المتخصصين بإذابة معدن الكاديوم.

هاء - مركبات الكروم سداسي التكافؤ

٤٠ - الكروم عامل مساعد في صناعة السبائك، ويستخدم في الصلب والعديد من السبائك الفائقة المختلفة ذات القاعدة النيكلية والكوبلتيية، وسبائك القاعدة الألومنية، وسبائك المقاومة الكهربائية، والحبيبات الخشنة، والمساحيق كما يستخدم في الطلاء الكهربائي. وليس من الضروري اتخاذ احتياطات خاصة عند مناوله معدن الكروم أو سبائكه.

٤١ - إن سبائك الكروم مثل أنواع الصلب غير القابل للصدأ والسبائك الفائقة، مطلوبة بكثرة لإعادة تدويرها. وتجري إعادة تدوير معظم الكروم كمكون من مكونات الصلب غير القابل للصدأ ليعود صلباً غير قابل للصدأ ولا يوجد إلا القليل جداً من الكروم الذي يوجد في حد ذاته أو الذي يعاد تدويره ككروم.

٤٢ - ومركبات الكروم سداسي التكافؤ (Cr^{6+} or Cr(VI)) هي مركبات خطيرة. ويوجد هذا الشكل من الكروم في محاليل الطلاء، ويمكن إزالته بإضافات كيميائية. ومع ذلك فإن بعض هذه المحاليل لا تزول بماء الشطف. فإذا تم تقليل حجم الكروم سداسي التكافؤ في محاليل الطلاء إي إذا تم "قتلها" فإن الكروم يمكن استعادته من العكارة التي تنشأ بعد ذلك لعلاج المياه المستعملة. وبالرغم من وجود بعض المصاعب عامة في تحقيق نقاء المنتج والتركيزات المطلوبة كتكلفة اقتصادية جذابة، وفي الظروف المواتية، فإن الكروم سداسي التكافؤ يمكن أن يعاد تدويره. وتقوم معظم محلات الطلاء الكبرى بإعادة تدوير مياه الشطف لديها إلى حد ما. وكذلك فإن هناك مواقف كثيرة تنشأ يكون أفضل خيار بيئي عملي فيها هو إعادة تدوير النفايات المحتوية على الكروم سداسي التكافؤ دون اختزاله كيميائياً أولاً (إما داخل عملية، أو إذا كانت النفاية المعنية مناسبة كيميائياً ومادياً، في مرفق تصنيع كيماويات الكروم). ويتم تحديد مركبات الكروم سداسي التكافؤ عادة بكميات صغيرة جداً عندما تكون موجودة إلا في حالة معالجة الأخشاب حيث يكون وجود الكروم سداسي التكافؤ في المنتج الخشبي المعالج كبيراً (>99.9%) ولأن عناصر الاختزال طبيعية في الخشب، فإن الكروم سداسي التكافؤ يكون من الصعب وجوده حتى بكميات ضئيلة جداً.

٤٣ - يستخدم الكروم سداسي التكافؤ لما يحتوي عليه من خصائص قادرة على الحفظ، وكملاح قابل للذوبان في الطلاء الكهربائي بمعدن الكروم. أما في الدباغة فإن الشكل سداسي التكافؤ (كشَبُّ الكروم $(K_2Cr_2O_7)$) هو الذي يستخدم عادة. وفي معالجة الأخشاب، لا يكون الكروم سداسي التكافؤ هو المادة الحافظة (إذا كان الكروم يقوم فعلاً بوظيفة الحفظ على الإطلاق). ويعمل الكروم كعامل تثبيتي، ويوجد في الأخشاب المثبتة بصورة سليمة في شكل سداسي التكافؤ. والكروم سداسي التكافؤ المعقد كيميائياً في الخشب المعالج يختلف اختلافاً بيناً عن حامض الكروم ومركبات الكروم سداسية التكافؤ الأخرى المستخدمة في المعالجة الأصلية.

٤٤ - يمكن استخلاص الكروم من عكارات مكافحة التلوث من مرافق الطلاء الكهربائي. وتنشأ هذه العكارات من معالجة المياه المستعملة. ويمكن أيضاً استخلاص الكروم من عدد من المواد الحفازة المستعملة المختلفة ومن الأغبرة المعدنية.

واو - مركبات النحاس

٤٥ - معظم مركبات النحاس غير خطيرة، ولذلك فهي تندرج في الملحق التاسع للاتفاقية. ويحدد الملحق الثامن عدداً قليلاً منها. ومعدن النحاس وسبائكها (مثل كبريتات الحديد والبرونز) مطلوبة كثيراً للاسترداد وإعادة التدوير والاستخلاص. ومثله مثل الزنك (الفقرة ٦٣ أدناه)، فإن النحاس عنصر أساسي.

٤٦ - من غير المحتمل العثور على مركبات النحاس المدرجة في الملحق الثامن لإعادة تدويرها. ويوجد القليل منها كنواتج وسيطة أو كعناصر كيميائية تدخل في العمليات التي تتم في المصاهر. أما الكثير منها فلا يغادر المصهر، حيث يتم استخلاصه عادة. وتستثنى من ذلك محاليل التتميش الأكلة (etching solutions) التي تشتمل على النحاس من تصنيع لوحات الدارات الكهربائية. ويمكن استعادة هذه المحاليل لتأخذ شكلاً سهلاً الاستخدام، ومن ثم يسهل إعادة تدويرها. وتقوم التفاعلات الكيميائية بهذه الوظيفة أو باستعادة النحاس. ولا بد لاستعادة النحاس من أن يتم على أيدي خبراء يكونون في بعض الأحيان هم القائمين بتقديم محاليل التتميش الأكلة.

• تحذير: ينبغي إيلاء اعتبار خاص للتجميعات الكهربائية والإلكترونية أو للمكونات الخطرة المحتوية على خردة. وكما أن ترميد الخردة الكهربائية والإلكترونية وترميد الكابلات يُنتج أبخرة خطيرة ويحتاج إلى ضوابط بيئية. فينبغي تقشير الأسلاك الكهربائية وعدم حرقها. فبمجرد تقشيرها تنتفي الخطورة عن الأسلاك الكهربائية التي توجه إلى الإذابة لأنها تكون نحاساً عالي النوعية جداً.

٤٧ - يمكن استخلاص النحاس كذلك من مختلف أنواع الخبث والرماد والكدارات (drosses) والمواد الحفازة (catalysts) والغبار وكذلك من العكارات (sludges)، كما يحدث من معالجة المياه المستعملة في مرافق الطلاء الكهربائي. والنحاس هو أحد المعادن الأوسع استخداماً وأكثرها استعادة وإعادة تدوير واستخلاصاً، ويرجع ذلك إلى أسباب من بينها أنه يسهل استعادته نظراً للمظهر المميز للمعدن وسبائكها.

• تحذير: يحتاج صهر النحاس إلى معدات مكافحة تلوث حديثة. والنحاس المتحصل من الخردة الإلكترونية قد يشتمل على البريليوم الذي ينبغي، بسبب خطورته على الصحة، أن يتم أسره بواسطة معدات مكافحة التلوث.

• تحذير: إذا تم طحن الخردة الإلكترونية المحتوية على النحاس لاستعادته، فإنه عندئذ ينبغي التحكم في الغبار وأسره. ذلك أن الطحن يمكن أن يطلق غباراً يحتوي على البريليوم.

زاي - الرصاص

٤٨ - يوجد الرصاص في كل مكان في القشرة الأرضية وتوجد طبقات غنية من خامه لدى الكثير من البلدان. وكذلك فإن انخفاض نقطة ذوبانه وسهولة تشكيل الرصاص أدى إلى دخوله في كثير من الاستخدامات منذ العصور التاريخية الأولى. أما اليوم، فإن الاستخدام الرئيسي للرصاص هو في بطاريات السيارات. ونتيجة لذلك فإن استهلاك الرصاص يزداد مع نمو اقتصاد أي بلد وازدياد عدد السيارات فيها.

٤٩ - وقد حدث في منتصف الثمانينات تحول كبير في استخدام الرصاص بسبب القلق على الصحة والبيئة. واستخدام الرصاص في منتجات غير البطاريات هو استخدام آخذ في التناقص. ففي الولايات المتحدة الأمريكية كمثال يذهب ٨٨ في المائة من الرصاص المستخدم إلى البطاريات. وحوالي مليون طن (ما يعادل ٦١ في المائة من استهلاك الولايات المتحدة الأمريكية) تتم استعادته من البطاريات المستعملة فقط. والاستخدام الكلي للرصاص الثانوي يبلغ ٧٦ في المائة من الرصاص الذي أنتج في عام ١٩٩٩ لدى الولايات المتحدة الأمريكية. وفي عام ١٩٩٩، بلغ المستعاد من البطاريات الرصاص الحمضية في الولايات المتحدة ١٨ في المائة من الإنتاج العالمي للرصاص. وهذا يوضح أهمية وسهولة إعادة تدوير الرصاص.

٥٠ - وعلى المستوى العالمي، تتألف المصادر الرئيسية للرصاص الثانوي الموجه لإعادة التدوير من بطاريات الرصاص الحمضية (المستخدمة في السيارات والجرارات والسفن والمستلزمات المكتبية) وكذلك الغبار والخبث الصادر عن المصاهر، وأغلفة الكابلات المتروعة (وهو مصدر ضخم، الملحق التاسع). والرصاص المستعاد من البطاريات المنتهية آجالها يحتاج إلى إدارة خاصة، كنفادي إعادة التفكيك يدوياً (عن طريق كسر البطارية بمعول) أو بحرقها في مكان مكشوف. وفي مقرره ٢٢/٦ اعتمد مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل مقررًا بشأن مبادئ توجيهية تقنية للإدارة السليمة بيئياً لبطاريات الرصاص الحمضية. ويمكن الاطلاع على معلومات أخرى على الموقع www.ilmc.org، وقد قدم مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية بعض الورقات عن خبراته في مساعدة البلدان النامية في النهوض بجمع البطاريات ومصانع الصهر (سواء الأداء التقني أو البيئي) وزيادة إعادة التدوير (أنظر www.unctad.org). وتقبل المصاهر كذلك كبريتات الرصاص الموجودة داخل البطاريات المنتهية آجالها بحيث لا يصبح من الضروري إزالتها قبل استخلاص الرصاص منها.

٥١ - إن إعادة تدوير البطاريات الرصاص الحمضية مهمة لسبب آخر هو أن إعادة التدوير تبعد هذه البطاريات عن مجاري النفايات الموجهة للتخلص النهائي. وذلك أن الرصاص الموجود في البطاريات الحمضية الرصاصية الموضوع في أماكن طمر غير مبطنة يمكن أن يجد طريقه إلى المياه الجوفية ما لم يدخل في تركيبات كيميائية معقدة ويُثَبَّت في التربة الخاصة التي تستقر فيها تلك النفايات.

٥٢ - يمكن استخلاص الرصاص من ركازات مكافحة التلوث الناتجة عن معالجة المياه المستعملة في مرافق الطلاء بالكهرباء. ويمكن للرصاص كذلك أن يستخلص من نفايات القصدير. غير أن إعادة

تدوير الرصاص/والقصدير يمكن أن تكون في غاية الخطورة بسبب انبعاثات الديوكسينات، والبريليوم، والزرنيخ، والأيزوسيانات والرصاص ذاته.

٥٣ - ويمكن استخلاص الرصاص من صمامات الأشعة المهبطية كالتالي تستخدم في شاشات الكمبيوترات الشخصية. ويمكن تكسير زجاج الصمام وإرساله إلى المرفق لاستخلاص الزجاج أو الرصاص، ولكن ينبغي مراعاة إدارة بعض الأخطار مثل التعرض للفوسفورات السمية وخطر التترب الرئوي بالسيلكا. وعلى العكس من ذلك يمكن للزجاج أن يستخدم في مصهر للرصاص كمادة متدفقة. وفي أي من الحالتين فإن المرفق الذي يقوم باستعادة الزجاج المرصص من صمامات الأشعة المهبطية يمكن أن يفصله عن المكونات الأخرى للصمام مع مراعاة عدم تمهيش الزجاج إلى جزيئات دقيقة يمكن أن يستنشقتها عامل التشغيل.

٥٤ - تستخدم كميات ضئيلة من مركبات الرصاص في بعض اللدائن، على الرغم من أن هذا الاستخدام يتم التخلص منه تدريجياً. وتستخدم بعض المركبات القليلة في الطب البيطري. أما أكاسيد الرصاص والكرومات فيجوز استخدامها في طلاءات متخصصة للمباني، مثل الجسور وذلك بسبب مقاومتها الممتازة للتحلات: والذي تكسيه لهذه الجسور بفضل هذه الطلاءات. ويستخدم الرصاص رباعي الإيثيل في الوقود كعامل مضاد للخبث، على الرغم من أن استخدامه لهذا الغرض أخذ في التناقص. ومعظم العالم (حساباً بالسكان) قد تخلص من هذا الاستخدام للرصاص (<http://www.ilmc.org/>). ولا يزال يستخدم الرصاص على نطاق واسع في الأسلاك المغلفة بكلوريد البوليفينيل (٢% - ٥%) واستخدام الرصاص بهذه الطريقة لا يتم التخلص التدريجي منه حتى الآن. ولا يدخل هذا الرصاص في إعادة التدوير ولكنه ينبعث إذا تم حرق الأسلاك أو المواد العازلة للأسلاك.

• **تحذير: والرصاص المستعاد وبخاصة من البطاريات لا ينبغي إذابته في مكان مكشوف ولكن داخل مصاهر مجهزة خصيصاً لهذا الغرض. وينبغي على عمال التشغيل أن يرتدوا أدوات حماية شخصية كأقنعة الأوجه المعتمدة. وعليهم أيضاً أن يغيروا ملابسهم وأن يستحموا في نهاية يوم العمل حتى لا ينتقل غبار الرصاص إلى منازلهم.**

٥٥ - يمكن أن تحتوي كبريات الحديد على مقدار يصل إلى ٣% من الرصاص لزيادة قابليته للتشغيل الآلي. والرصاص لا يذوب تقريباً في كبريتات الحديد ولكنه يتشتت على هيئة كريات دقيقة. وفوق ذلك كله، فإن انخفاض نقطة انصهاره تسمح له بأن يُستخدم كمادة تشحيم، حيث يقلل من مكافء الاحتكاك بين الأدوات والمنتج. وهكذا ينخفض البري الذي تتعرض له الآلات ويتحسن السطح اللامع للمنتجات. وفي أوروبا يتألف ثلث حجم الإنتاج من كبريتات الحديد المرصصة المعاد تدويرها أو التي أعيد صهرها، ويقوم المورد باستعادة نصف مجموع الخردة الداخلة في التشغيل الآلي. وأثناء عمليات فرن كبريتات الحديد، ينبغي أخذ الحيطة من جانب المشغلين بنفس القدر الذي يأخذه عمال التشغيل في إنتاج الرصاص، على الرغم من أن القيود المفروضة تكون أقل صرامة حيث أن تركيز الرصاص يكون

أقل بكثير. ويستخدم الرصاص كذلك كعنصر تسبيك (عمل السبائك) مع معادن أخرى مثل الألمونيوم. وعادة ما يكون ذلك من أجل تيسير التشغيل الآلي.

حاء - الزئبق

٥٦ - والزئبق من غرائب الطبيعة، فهو المعدن الوحيد الذي يوجد سائلاً عند درجة حرارة الغرفة. ونتيجة لهذه الخاصية الفريدة بالإضافة إلى تمدده بالحرارة بقيم موحدة وكذلك خاصية توصيله للكهرباء بصورة طيبة، دخل الزئبق في استخدامات خاصة من بينها معدات المختبرات. ويستخدم بعضه في الإضاءة وفي المصنوعات الكيميائية. أما استخدامه في بطاريات الخلايا الجافة أو كناقل كهربائي في الخلايا الكهروكيميائية فيتم التخلص التدريجي منه. ويستخدم معظم الزئبق في تصنيع المواد الكيميائية الصناعية وفي الاستخدامات الكهربائية والإلكترونية، بما في ذلك استخدام جديد في الحواسيب الإلكترونية والتلفزيونات ذات الشاشات المسطحة. ويوجد في أنابيب إضاءة الفلوروسنت. ونادراً ما يوجد الزئبق في عملية نموذجية لاسترداد/إعادة تدوير معدن غير حديدي. ولا يزال الزئبق يستخدم من جانب عمال التنجيم الحرفيين لتجميع الذهب من خامه، ولكن هذه الممارسة ليست سليمة بيئياً. ويمكن لميثيل الزئبق أن يتوافر في الطبيعة من الزئبق البدائي، وهو أحد التهديدات السمية متناهية الخطورة التي عرفت حتى الآن. ويمثل خطورة شديدة على عمال التخلص من/أعمال تدوير نفايات الزئبق.

- تحذير: الأبخرة المتصاعدة من الزئبق تضر بالصحة. وينبغي لحاوياته أن تُغطى بإحكام، وينبغي تنفيذ جميع العمليات التي يدخل فيها معدن الزئبق في منطقة جيدة التهوية، أو داخل نظام مغلق لمنع تراكم أبخرة الزئبق في مكان العمل. وهذا على جانب كبير من الأهمية إذا كانت العملية تشتمل على تسخين الزئبق إلى ما فوق درجة حرارة الغرفة. وهناك أخطار كذلك أكبر حجماً على الصحة العامة.

٥٧ - يستخدم الزئبق في عمليات طب الأسنان لعمليات الحشو. وتستخدم مركبات الزئبق بكميات قليلة في الطب البيطري، وفي المتفجرات والألعاب النارية والمواد الممتازة المضادة للبكتيريا. وتوجد مركبات الزئبق الموجهة لإعادة التدوير كسبائك الزئبق (ملاغم الأسنان) وكلوريد الزئبق (كالوميل) (كلوريد الزئبق)، التي يعاد تدويرها في المستحضرات الصيدلانية. والزئبق معدن نزر يوجد في الطبيعة في بعض الخامات المعدنية ويمكن استخلاصه من الغسالات الغازية التي توجد مركبة في مصاهر الزنك والنحاس والرصاص.

٥٨ - يمكن إعادة تدوير معدن الزئبق في مرافق خاصة بواسطة التقطير الخوائي. ومع ذلك فإن إعادة تدوير الزئبق تنطوي على مخاطر، وقد حدثت مآسي كموت ثلاثة عمال وإصابة ٢٠ آخرين على الأقل بسبب التعرض للزئبق في جنوب أفريقيا في أوائل التسعينات. وعملية إعادة التدوير هي مصدر مهم للحصول على الزئبق إذ تمثل معظم كميات الزئبق المحلية المنتجة في الولايات المتحدة الأمريكية. ولا يزال الزئبق يستخدم أيضاً في المنتجات والعمليات، وسوف تظل إعادة التدوير مصدراً مهماً للزئبق وذلك لتدنية إنتاج الزئبق الأولي. ولوقف إعادة تدوير الزئبق داخل المجتمع تقوم بعض الدول ببحث

بعض الطرق للتخلص التدريجي منه بوسائل كالتخزين فوق الأرض والتخزين الآمن القابل للاستعادة والخاضع للرصد الدقيق، إلى جانب وضع سياسات للإنتاج والتسويق والاستخدام. ويجري الآن التخلص التدريجي من الكثير والكثير من استخدامات الزئبق لدى البلدان المتقدمة إلا أن هذه الاستخدامات تزايد لدى البلدان النامية التي توجد لديها قدرة محدودة جداً عادة لمعالجة نفايات الزئبق.

طاء - السيليوم

٥٩ - وتتولد نفايات السيليوم داخل صناعة تكرير النحاس (المواد الغروية المتخلفة من المصاعد الكهربائية للبطاريات) (Anode Slimes) وفي مغاسل الغاز، وفي مصاهر النيكل، وفي مصانع عمل السبائك وما إلى ذلك. ويستخدم السيليوم كعامل تسييك، وبخاصة ليحل محل الرصاص داخل كبريتات الحديد التي تدخل في التشغيل الآلي لأغراض السباكة. ويستخدم المعدن كذلك في مقومات (rectifiers) التيار الكهربائي، على الرغم من أن هذا الاستخدام بدأ يترك مكانه للسليكون، كعامل تسييك (أي عمل السبائك) في اسطوانات حبر المطابع وفي ماكينات الاستنساخ. وبالرغم من هذا الاستخدام يترك مكانه سريعاً للمركبات العضوية في الملونات وكملون للزجاج. ومن بين الاستخدامات الرئيسية إضافته للأعلاف للماشية، وفي بعض الإضافات الغذائية لبني الإنسان كعامل مضاد للسرطنة، لأن السيليوم من المغذيات الأساسية. وتستخدم بعض مركبات السيليوم في الطب البيطري. وكميات السيليوم أو مركباته الموجهة لإعادة التدوير تتفاوت من كميات ضئيلة جداً إلى كميات لا تذكر.

ياء - التليوم

٦٠ - والتليوم عنصر نادر نسبياً في الطبيعة وهو منتج ثانوي لعملية إنتاج النحاس. وهو يستخدم كعنصر لعمل السبائك في الحديد والصلب (الاستخدام الأوسع يصل إلى ١،٠%)، في السبائك الحرارية الكهربائية، وفي أسلاك الفيوزات في المفرقات وفي العوامل الحفازة وفي الفلكنة كملون للزجاج والسيراميك. ويستخدم التليوم النقي بدرجة كبير في أشباه النواقل الكهربائية. ويمكن أن تحل مركبات التليوم محل العنصر ذاته كعوامل تلوين. أما كميات التليوم أو مركباته التي توجه لإعادة التدوير فتتراوح بين الضئيلة جداً والكميات التي لا تذكر.

كاف - الثاليوم

٦١ - الثاليوم ومركباته مواد عالية السمية وتخضع للرقابة الصارمة لمنع أن تلحق أضرارها بصحة البشر والبيئة. وللثاليوم استخدامات محدودة كعامل لصنع السبائك الزئبقية التي تدخل في لوحات تحويل الكهرباء في الطائرات وفي الأجهزة الإلكترونية عالية التقنية. ويستخدم مقدار ضئيل من الثاليوم المشع في إجراءات التشخيص الطبية. ومن غير المحتمل العثور على الثاليوم أو مركباته موجهة لإعادة التدوير.

- تحذير: إذا، لأي سبب من الأسباب، قابلت معدن الثاليوم أو مركباته فلا تتعامل معه بسبب سميته المرتفعة. اتصل بالسلطات المختصة.

٦٢ - يستخدم سلفيد الثاليوم كسم للفئران، ويستخدم سلفيد الثاليوم كمبيد للحشرات والآفات. وتستخدم بعض مركبات الثاليوم المشعة في إجراءات التشخيص الطبية. ولا يوجد احتمال مقابلة الثاليوم أو مركباته موجهة لعملية إعادة التدوير. ومع ذلك، تجرى الآن نشر نواقل فائقة ذات الحرارة العالية والقاعدة المصنوعة من الثاليوم لاستخدامها في المنتجات الإلكترونية فائقة التوصيل.

لام - مركبات الزنك

٦٣ - يستخرج ثلث إنتاج الزنك من عملية إعادة التدوير. والزنك ضروري لأسلوب الحياة العصرية وللصحة. فمن حيث كمية إنتاجه يحتل الزنك المرتبة الرابعة، أي يعتبر المعدن الرابع في العالم ولا يسبقه إلا الحديد والألمونيوم والنحاس. وتستهلك ثلاثة أرباع مجموعة الزنك كمعدن، ويستخدم بصورة رئيسية ككسوة لحماية الحديد والصلب من التآكل (معدن للغلجنة) وكمعدن لصنع السبائك ولصناعة البرونز وكبريتات الحديد، وفي سبائك التشكيل ذات القاعدة الزنكية، وكنزك مُدْرِفَل. أما الربع المتبقي فيستخدم في شكل مركبات زنكية وبصورة رئيسية في صناعات المطاط والكيماويات والدهانات والصناعات الزراعية وبصورة أساسية كأكسيد الزنك. والزنك عنصر ضروري للنمو السليم لدى الإنسان والحيوان والنبات، وهو ثاني معدن نزر انتشاراً بعد الحديد ويوجد في الطبيعة في جسم الإنسان. ويستخدم أكسيد الزنك كدواء.^(٣)

٦٤ - وبالنظر إلى التفاوتات الشديدة في طابع خردة الزنك ومحتواها الزنكي، فإن عمليات إعادة تدوير الخردة المحتوية على الزنك تتفاوت تفاوتاً واسعاً. فإعادة تدوير الخردة النظيفة الجديدة ككبريتات الحديد وقصاصات الزنك المدرفل، ومخلفات قوالب التشكيل، تحتاج عادة إلى إعادة تدويرها فقط. وفي حالة الخردة المعدنية غير الحديدية المقصودة والممتزجة، يجرى فصل الزنك عن المواد الباقية باليد أو بواسطة مغناطيس. وللزنك نقطة انصهار منخفضة نسبياً عند الفصل عن بعض المعادن الأخرى في أفران التعرق.^(٤)

٦٥ - تدرج مركبات الزنك، وليس المعدن، في الملحق الثامن لاتفاقية بازل. ومركبات قليلة جداً من الزنك هي الخطيرة.^(٥) ويجري إعادة تدوير رماد الزنك وكدارته بصورة شائعة. ولم تصدر إلا تقارير قليلة عن وجود رصاص يحتوي على كدارات تكفي لإظهار خاصية تبرز إدراجها في الملحق الثالث لاتفاقية بازل. ومع ذلك فإن مستويات الرصاص والكادميوم في الرماد أو في الكدارات ترهن بمستويات الزنك التي تكون عادة أقل حجماً، أو في شكل نزر حيث يستخدم جزء كبير من النحاس في علميات الغلجنة المستمرة والتي تنتج رماد وكدارات تبرر إدراجها في الملحق الثالث لاتفاقية بازل.

(٣) من بين مركبات الزنك المنتجة يوجد أغلبه في صورة أكسيد الزنك، والذي يكون نقياً جداً في صورته التجارية.

(٤) أفران التعرق (والتي تعرف بأفران الحمرة الحافة) تفصل المعادن عن طريق الإذابة تبعاً لنقاط الانصهار لكل معدن على حدة. ومعظم الزنك المستعاد من غبار فرن القوس الكهربائي تستعاد في قمانن دواره بعملية والنز (WAZEL).

(٥) بعض المراجع تصف الزنك رباعي الإيثيل كمادة خطيرة. ويستخدم هذا المركب في المفرعات العسكرية وهو قليل الاستخدام في المختبرات. ولا ينتج عن إعادة التدوير.

٦٦ - "إن الرماد" و"الكدارات" هما مصطلحان يستخدمان عادة في علم استخراج المعادن من الفلزات. فمثلاً في عملية صهر الزنك ينشأ "رماد" ليس عن حرق أي مادة في حد ذاتها ولكن الطبقة العليا للزنك المصهور هي التي تتأكسد في الهواء. وعندما يتم كشطها فإن الرماد يصبح مزيجاً نظيفاً من أكسيد الزنك وفلز الزنك، ومن ثم يكون مادة صالحة لإعادة التدوير. والكدارات هي الكميات المكشوفة والكميات المتخلفة من وعاء لإذابة الزنك، وهو كذلك مصدر ممتاز للمعدن الموجه للاستعادة أو لإعادة الاستخدام. أما الكدارات المتخلفة من عمليات الغلجنة المستمرة حيث الألمونيوم هو العامل الداخلة في صناعة السبائك، فلا تحتوي على الزنك. ومع ذلك فإن الرماد والكميات المكشوفة والكميات المتخلفة من عمليات الغلجنة بالغمس الساخن تحتوي عادة على الزنك بتركيزات خطيرة لو استخدمنا هنا زنك الدرجة الأولى الغربي، أو إذا كان الرصاص يستخدم في قاع الحوض.

٦٧ - ثمة مصدر آخر للزنك هو الغبار المتخلف عن عمليات مكافحة تلوث الهواء من صناعة الصلب بالقوس الكهربائي، ويتكون القدر الكبير من الفولاذ المستخدم في هذه الأفران قطع السيارات الممزقة التي تم تكهينها. أما صفائح الفولاذ المستخدمة في المركبات الحديثة فهي مغلفة بالزنك (الغلجنة). ويتبخر الزنك داخل الفرن الذي يعمل بالقوس الكهربائي ويتم أسره بمعدات مكافحة تلوث الهواء، وهو صالح لإعادة التدوير فقط في مصانع متخصصة. وتعرف السلطات التنظيمية الرئيسية هذا الغبار الدقيق على أنه ضار بسبب محتواه من الكاديوم ومن الرصاص، ولكن يمكن إعادة تدويره لإنتاج أسمدة ذات مغذيات دقيقة من الزنك. ففي الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً، يصنع نحو نصف جميع أسمدة الزنك من النفايات الصناعية الخطيرة التي يمكن أن تشمل على غبار مكافحة الانبعاثات من أفران الصلب العاملة بالقوس الكهربائي، ومن مسابك كبريتات الحديد وكذلك، كرماد من مرافق استعادة الطاقة التي تحرق الإطارات. وتقوم وكالة حماية البيئة الأمريكية بتنظيم تحويل نفايات الزنك إلى أسمدة، التي تستخدم في معظمها مقادير ضئيلة جداً في المزارع (عادة قليل من الأرتال لكل أكر سنوياً)، وتستخدم لتسميد محاصيل مثل الذرة والبطاطس وأشجار الفاكهة. وتضع اللوائح حداً للمعادن الخطرة في الأسمدة الزنكية المعاد تدويرها وذلك عن طريق تحديد معايير تستند إلى ممارسات التصنيع الجيدة التي ثبتت صلاحيتها، وبوضع معيار للديوكسينات على أساس المستويات الطبيعية الموجودة في التربة.

ثالثاً - مدى ملاءمة نفايات المعادن للاستعادة والاستخلاص

٦٨ - تكون نفايات المعادن بصفة عامة التي توجه للاستعادة والاستخلاص هي مواد تحتوي على معادن نقية أو على مركبات معدنية، أو تكون قد اختزلت بالفعل في هذين الشكلين. ومزجها بمواد أخرى يمكن أن يُدخل الشوائب التي تجعل عملية التنقية أكثر ارتفاعاً في الأسعار، أو والتي إذا لم تتم إزالتها، فيمكن أن تحدث آثاراً عكسية لعمليات الإنتاج المقصودة أو في الاستخدام النهائي للمعدن أو للمركب المعدني. وتضم بعض عمليات استخراج المعادن من الفلزات مع ذلك لتصنيع المواد والمعادن الممزوجة. ومن أمثلة عمليات الفصل التي تنتج معدناً نقياً من المزائج هي الكهرلة (electrolysis) التي تستخدم بصفة خاصة في حالة النحاس والزنك؛ والتبخير/التصعيد/التطهير (والتي تنطبق بصفة خاصة على الكاديوم والزنك)؛ وفصل الكدارات (وبخاصة التي تنطبق على الرصاص).

٦٩ - تتحدد استعادة المعدن عادة بواسطة تقييم تجاري لما إذا كان سيعود المعدن إلى الاستخدام بصورة مربحة. إما مستخدمو ذلك المعدن فيشترطونه من المصادر الأولية. أما المعدن المنتج من المصادر الثانوية فعليه أن يتنافس في نفس الأسواق. والعوامل التي تحدد ما إذا كانت إعادة التدوير والاستخلاص عملية تستحق العناية فتشتمل على:^(٦)

- النقاء المبدئي للمعادن المراد استعادتها
- السوق لمنتجات عمليتي التدوير والاستخلاص
- القيمة النقدية للمعدن
- تكلفة الجمع والنقل
- تكلفة الفرز والتحويل إلى معدن يمكن استخدامه
- تكلفة العامل الخاص أو الإضافي وأوجه الوقاية البيئية المرتبطة بالمادة
- تكلفة الامتثال لأي لوائح بيئية إضافية مرتبطة بالمادة
- تكلفة التخلص النهائي التي لا تدفع مقابل حدوث إعادة التدوير
- تكلفة التخلص من أي مادة متخلفة بعد استكمال إعادة التدوير والاستخلاص

ومن العوامل المحددة الأخرى انخفاض استهلاك الطاقة مقارنة بالإنتاج الأولي والتوافر طويل الأجل لمصادر إعادة التدوير، المرتبطة بقرار الاستثمار في مرافق إعادة التدوير المحددة ذات قدرة معينة والتي ينبغي استخدامها للمحافظة على القدرة التنافسية.

٧٠ - تستعاد المعادن غير الحديدية على نطاق واسع ويعاد تدويرها واستخلاصها من جانب المجتمع العالمي.^(٧) ويعطي الجدول ١ فكرة عامة عن نطاق استعادة بعض المعادن غير الحديدية. ويمكن للمصاهر أن تكون مصادر رئيسية للتلوث ما لم تُدر بطريقة نظيفة، ويمكن الاطلاع على الانبعاثات النموذجية من المصاهر في بلد تابع لمنظمة التنمية والتعاون في الميدان الاقتصادي على العنوان الشبكي http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri_home_e.cfm.

٧١ - بعض البيانات الواردة في الجدول ١ تخص الولايات المتحدة الأمريكية وحدها وذلك نظراً لتوافر البيانات عنها. وعلى الرغم من أن البيانات قديمة فهي أحدث بيانات متاحة. ومع ذلك فإن معدلات إعادة التدوير مرتفعة بصفة عامة بالنسبة للمعادن غير الحديدية وهو ما يعطي فكرة عن قيمة إعادة التدوير. أما أرقام الإنتاج العالمي وقليل من معادن الملحق التاسع فهي مدرجة أيضاً في الجدول وذلك لبيان الأبعاد الصحيحة للموضوع.^(٨)

(٦) أنظر M. C. Campbell، إعادة تدوير المعادن غير الحديدية (المجلس الدولي للمعادن والبيئة، أتوا، ١٩٩٦).

(٧) أعيد تدوير هذه المواد في عصر يرجع إلى العصر البرونزي (سنة ٤٥٠٠ قبل الميلاد في الشرق الأوسط) لأنها كانت ذات قيمة عالية لا يمكن الاستغناء عنها. ولم يتغير هذا الموقف.

(٨) البيانات مأخوذة من M. C. Campbell، إعادة تدوير المعادن غير الحديدية (المجلس الدولي للمعادن والبيئة، أتوا، ١٩٩٦)، H. Alter، http://www.icmm.com/html/pubs_intro.php، "إعادة التدوير الصناعي واتفاقية بازل" (صيانة الموارد وإعادة التدوير، المجلد ١٩، الصفحات من ٢٩ إلى ٥٣، ١٩٩٧)، التي تقتبس أرقاماً من مكتب مناجم الولايات المتحدة الأمريكية، والمسح الجيولوجي للولايات المتحدة الأمريكية، الكتاب السنوي للمعادن (وزارة التجارة الأمريكية، مكتب الطباعة الحكومي، واشنطن العاصمة، ٢٠٠٠).

٧٢ - ينبغي النظر إلى معدلات إعادة التدوير ببعض الحذر لعدة أسباب. منها أن معظم المعادن التي أعيد تدويرها قد أنتجت منذ سنوات أو منذ عقود (جاءت من خردة متقدمة). وتُقارن معدلات إعادة التدوير غالباً بالاستهلاك الحالي الذي يمكن أن يكون أكثر ارتفاعاً عما كانت عليه البنود المتقدمة قد صنعت في بادئ الأمر. ومن الناحية الحسابية كلما ازداد إنتاج المعدن، فإن إعادة التدوير كنسبة مئوية من الإنتاج يمكن أن تنخفض حتى لو ازداد حجم المعدن المعاد تدويره. وفي الحقيقة أن معدل إعادة التدوير يجب أن يحسب من مجموع حجم المعدن الآتي من استخدام عقب نهاية حياة المعدن، ومن المعادن التي يعاد تدويرها حقيقة. وهذه المقارنة هي بين المعدن المتوافر لإعادة التدوير والمعدن الذي لا يسير في نفس الدائرة المقفلة نتيجة لأسباب عدة (صعوبة إعادة تدويرها بسبب شكلها المادي أو ببساطة للتخلص منها في موقع لطمر النفايات في الأرض).

٧٣ - وتوجد قيود قليلة على إعادة التدوير على نطاق واسع للمعادن غير الحديدية وبقيائها التي تحدث عادة (بقايا حاملة للمعدن تكون غالباً في شكل مركب للمعدن من الأكسيد أو الفلزات المركبة التي تُكوّن الخبث).

٧٤ - لا بد أن تكون هناك كمية كافية من المادة وأن تكون المادة ذات قيمة لكي تجعل عملية الاستعادة أمراً ذا جدوى. وينبغي أن يأخذ ذلك في الحسبان تكلفة الإحلال بمادة جديدة وتكلفة التخلص من نفايات المواد. وقد يكون من المجدي مراعاة كميات أكبر عبر فترات زمنية أطول أو من مناطق جغرافية أوسع. ويمكن لتكاليف النقل أن تمثل عاملاً مهماً، وبخاصة إذا كان المحتوى المعدني هو نسبة قليلة من المجموع. ففي الغالب يعد إجراء تحليل تكاليف بسيط كافياً للإشارة إلى ما إذا كانت عملية الاستعادة ذات جدوى عملية. وبالنسبة للمعادن التي تتناولها هذه المبادئ التوجيهية، فإن كميات المعادن والمركبات المعدنية تتفاوت تفاوتاً كبيراً من معدن إلى معدن، ويمكن أن تتفاوت من آلاف الأطنان إلى مئات الكيلوغرامات فقط سنوياً على مستوى العالم.

٧٥ - ولتحديد مدى ملاءمة المعادن والمركبات المعدنية لدخولها لعمليات الاستعادة يكون من الضروري التشاور مع المستخدم النهائي للمادة، أي القائم بإعادة تدوير المادة أو مرفق الاستخلاص. ومن الضروري تحديد القيود والمواصفات بالنسبة للكمية والشكل المادي والمكونات المقبولة وغير المقبولة، ومتطلبات ضمان الجودة. وفي الحقيقة أن معامل التكرير تقوم في الغالب بتحديد المستويات العليا للشوائب المرتبطة بنفاية معدنية مطلوبة قبل قبولها، والسعر يتفاوت (الملاءمة الاقتصادية) هو الآخر طبقاً لمستويات الشوائب. فمثلاً:

- قد يقوم معمل تكرير النيكل بأخذ نفايات النيكل المحتوية على النحاس كمكون وُثراوح السعر طبقاً للمحتوى من النحاس، ولكنها تضع قيوداً صارمة على الزنك.
- قد يقبل مصهر للنحاس نفاية نحاس بها نسبة مئوية قليلة من النيكل وكذلك من الزنك والقصدير والرصاص ولكنه قد يضع مواصفات مشددة على التركيز الأقصى للزئبق في هذه المادة والبريليوم والبسموث والكروم والصدوديوم.

- قد تقبل مصانع الصلب غير القابل للصدأ نفايات المواد التي تجتمع بين الحديد والنيكل والكروم حيثما يكون التركيب معروفاً.
 - قد تحتاج بعض أشكال المعادن مثل الهاليدات والسيانيدات إلى تحويلها إلى مركبات أخرى مثل الهيدروكسيد قبل قبولها في المصهر.
- ٧٦ - أما المواد التي تشتمل على معادن فقط (أو بعض مركبات المعادن فقط، وهذا وضع غير محتمل الحدوث)، أو القابلة للاختزال فعلاً تكون هي الأكثر مناسبة للاستعادة والاستخلاص. وتوضح مواصفات المشترين تفصيلاً للملوثات التي ينبغي التحكم فيها. ومن المستحسن دائماً القيام بتحديد (أو إعداد) معادن وسبائك وحيدة ومزائج من الخردة مسموح بها لعملية إعادة التدوير. فمثلاً يكون مزيج من النحاس وخردة الزنك مناسباً لمسبك كبريتات الحديد.
- ٧٧ - وقد صممت بعض العمليات لأن تقبل المزائج وأن تعالجها بكفاءة. فمثلاً أضافت بعض مصاهر النحاس نظم مكافحة تلوث متخصصة حيث يمكنها استخدام لوحات الدارات المطبوعة كمواد وسيطة لاستعادة معادن ثمينة واستعادة النحاس ومواد أخرى.
- ٧٨ - وتتناول المواصفات كذلك خردة عمليات التصنيع (prompt scrap) وهي الخردة المهمة لعملية مراقبة الإنتاج الأنظف إذا كان المصنع يريد أن يقوم ببيع خردة عمليات التصنيع.
- ٧٩ - ويمكن استعادة بعض المعادن من مزائج خام إلى حد ما. فمثلاً تتألف خردة السباكة من النحاس وكبريتات الحديد ومن بعض الرصاص (من القصدير) حيث يمكن بيعها إلى مسابك خاصة لكبريتات الحديد. أما مسابك النحاس الثانوية، فتقبل خردة السباكة بدون أي قيود لأنها تنتج رصاصاً أو منتجات ثانوية محتوية على الرصاص.
- ٨٠ - إن المزائج المركبة من المعادن (ومركبات المعادن) نادراً ما توجد خارج صناعات المعادن غير الحديدية الأولية. وتتكون هذه المزائج نتيجة لعمليات التكرير والصهر. ويتم معاملتها وفصلها بنفس هذه العمليات (تشمل خامات المعادن غير الحديدية باستثناء الألمونيوم على أكثر من معدن قابل للاسترداد، ويتم معالجتها في خطوات متسلسلة بحيث تصبح مخلفات عملية الاسترداد مواداً للتقديم في الخطوة التالية من العمليات).
- ٨١ - تجري استعادة العديد من المعادن غير الحديدية من عكارات المياه المستعملة في عملية الطلاء بالكهرباء. وهذه العكارات يمكن بيعها اعتماداً على محتواها المعدني، حيث يتم بعد ذلك استخلاص تلك المعادن.
- ٨٢ - وتقوم مرافق الطلاء الكهربائي السليم بيئياً بمعالجة أحواض الشطف ومخلفات الطلاء قبل التخلص منها. والمقادير القليلة من مركبات المعادن الموجودة في هذه المواد المتخلص منها (مثل النحاس والكروم والرصاص والزنك والكادميوم أو النيكل) يمكن إزالتها من محاليلها المخففة بعدة طرق. وأبسط هذه الطرق هي زيادة قلويتها (أي إضافة مادة كاوية) لترسيب هيدروكسيدات المعدن حيث ترتبط أهميتها برزنها المعدني وتزداد القيمة إذا تم اتخاذ احتياطات معينة مسبقاً. ولزيد من الاطلاع أنظر <http://www.namf.org>.

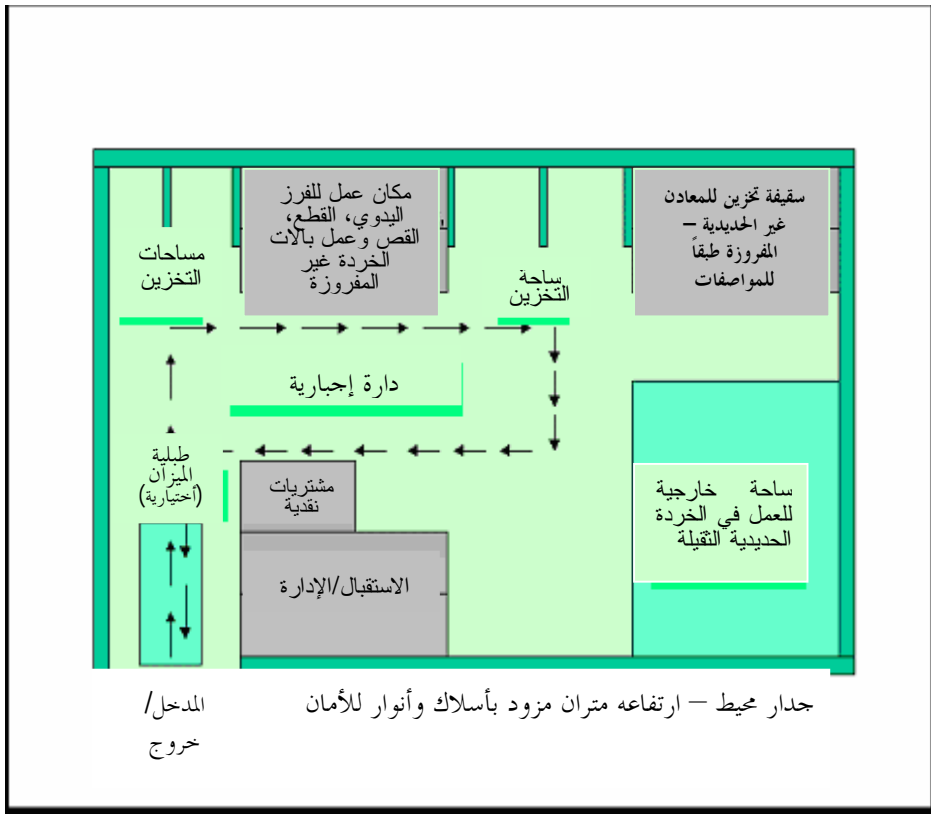
٨٣ - إن عكارات معالجة المياه المستعملة لهيدروكسيدات المعدن أو غيرها هي نفايات معدنية كثيرة أخرى غير حديدية (أو خامات) حيث أن قيمتها تعتمد على رزنها (أي محتواها المعدني). ويتقدم المشترون بمواصفات ولمزيد من الاطلاع أنظر <http://www.namf.org>.

٨٤ - تتمتع بعض الأبحاث والبقايا الأخرى الناتجة عن عمليات استخلاص المعادن حرارياً من الفلزات بقيمة سوقية (حيث يكون رزنها المعدني مرتفعاً) بالنسبة لمرافق استخلاص المعادن من الفلزات الأخرى بالحرارة. ومع ذلك فإن أي معمل للمصهر مدار بطريقة حسنة (أو أي مسبك) تتكون لديه أبحاث منخفضة الرزن أي أنها لا تفقد كنفائيات أي معادن قيمة. كما أن بعض الغباريات أو العكارات الناتجة عن مكافحة التلوث في الهواء تكون بالضرورة ذات قيم رزنية عالية. وأفضل صورة هي استعادة هذه العكارات والغباريات داخل نفس المصهر شريطة ألا يتسبب ذلك في تراكم الشوائب. والفنيون المدربون بصورة جيدة والمرافق ذات الخبرة هم أفضل من يقوم بمناولة غباريات وعكارات مكافحة التلوث التي يكون كثير منها خطراً.

الجدول ١: نطاق إنتاج واستعادة المعادن							
(بآلاف الأطنان في العام بالنسبة لمعادن منتقاة، بيانات ١٩٨٩ التي يجري إعادة تدويرها كنسبة مئوية من الاستهلاك)							
ملاحظات	معاد تدويرها كنسبة مئوية من الإنتاج		معاد تدويرها		إنتاج ١٩٩٩		أسم المعادن
	الولايات المتحدة الأمريكية	العالم الغربي	الولايات المتحدة الأمريكية	العالم الغربي	الولايات المتحدة الأمريكية	العالم الغربي	
الإنتاج من الخام فقط	٤٩ (١٩٨٩)			٢٠	٠,٥	١٢٢	الأنثيمون
الإنتاج من الخام فقط					٥,١	٦,٢	البريليوم
ازدياد حجم المعاد تدويره بازدياد إعادة تدوير البطاريات	١٠			١٩	١,٢	١٩,١	الكادميوم
استعادة في صورة صلب غير قابل للصدأ، سبائك حديدية وإنتاج من الخام	٢١ (١٩٨٩)		١١٨			١٤ ٠٠٠	الكروم
بقايا موجهة لإعادة التدوير المحدد	٢٢ (١٩٨٩)		٠,٣			٣١,٢	الكوبالت
	٣١	٣٤	١ ٢٥٧	٥ ٥٨٢	٢ ١٣٢	١١ ٥٨٢	النحاس
ارتفاع الاستعادة مع ارتفاع إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية	٧٦	٦٠	١ ٠٩٧	٢ ٩٥٣	١ ٤٤٧	٤ ٩٤٤	الرصاص
انخفاض الطلب على الزئبق		٦٢				٣	الزئبق
استعادة مرتفعة كصلب لا يصدأ	٣٣		٧١			١ ٠٥٠	النيكل
						٠,١٥	السيلينيوم
						٠,٠١	التليريوم
	٣٠		١٦	١٧	١٦	٢٦٩	القصدير
يزداد حجم الاستعادة باستخدام الغبار المتوافر من أفران القوس الكهربائي	٢٥ >	٣٠	١٤٠	٥٥٥	٣٧١	٥ ٨٣١	الزنك

رابعاً - إنشاء مرفق إعادة تدوير أو استخلاص للمعادن

٨٥ - يصف هذا الفصل كيفية إنشاء مرفق استعادة لجمع وفرز وخزن والتصنيف حسب الدرجة والتغليف وبيع المعادن غير الحديدية (طبقاً للمواصفات). ويمكن وصف هذه المرفقات بأنها منخفضة التقنية وأنها تحتاج إلى معدات كبيرة ومعقدة. وهدفها هو تلقي وفرز وتدرج المعادن لبيعها إلى المصاهر أو لمصانع إعادة الإذابة أو لمعامل التكرير. وهذه المرافق أو أماكن بيع الخردة جزء لا يتجزأ من البنية الأساسية لإعادة التدوير العالمية للمعادن غير الحديدية.^(٩) ونجد في الرسم التالي مصنعاً نموذجياً لمعالجة المعادن قبل استعادتها.



الشكل ١ - رسم توضيحي لمرفق نموذجي لاستعادة المعادن (ساحة الخردة)

٨٦ - يتكون المرفق عادة من مكان لتلقي المعادن (ويوجد به ميزان وصراف) وسقيفة للتخزين ومكان للفرز ومرقاً للشحن. وتزود سقيفة التصنيف بأدوات للقطع وهي تلزم لتقطيع القطع المعدنية إلى الحجم الذي تتطلبه المواصفات، ولتقطيع القطع المركبة إلى أنواع مختلفة منفصلة من المعادن (مثال ذلك

(٩) هذه الأماكن تعتبر جزءاً لا يتجزأ من إعادة تدوير الحديد والصلب. وتحتاج إعادة تدوير هذين المعدنين عادة إلى معداً أكبر مثل المقصات وآلات عمل البالات. وتوجد لدى بعض المرفقات آلات تمزيق طولي للمركبات المنتهي عمرها.

إزالة أنبوب نحاسي من صمام برونزي، أو إزالة الصلب غير القابل للصدأ من الحديد). ويمكن أن توجد في المرفق آلات لتقشير الأسلاك ومقصات كبيرة إذا كان المرفق يقبل الأسلاك والكابلات الخردة.

٨٧ - ينبغي أن يكون المرفق بكامله مسوراً بطريقة تقلل من الغبار الذي يحمله الهواء والزباله ويبعد عنه اللصوص: حيث أن الخردة ذات قيمة.

٨٨ - ينبغي لمكان تلقي الخردة أن يسمح للأفراد والمركبات بالدخول لتسليم الخردة إلى المرفق. حيث يتم وزن المادة ويمكن الدفع فوراً للبائع. ونقل الخردة غير الحديدية إلى منطقة الخزن.

٨٩ - ينبغي أن تكون المساحة المعدة للتخزين على أرضية كثيفة وذلك لحماية الأرض من أي تلامس مع الخردة، ومن ثم حماية البيئة، ويجب بناء سقيفة لحماية محتويات المخزن من الأحوال الجوية السيئة عند الضرورة. لذلك ينبغي تزويد منطقة الخزن بخاويات أو حاويات أخرى (مثلاً حاويات خالية ونظيفة وصناديق من الورق المقوى)، وعادة ما تباع الخردة غير الحديدية على هيئة قطع صغيرة. أما الحاويات المملوءة هنا أو في منطقة الفرز حيث ينبغي حملها وتحريكها حيث يكون حجم الحاويات يسمح بالنقل اليدوي أو الآلي (ماكينات تحميل أمامية). أما التوصيات المتعلقة بالخزن والمناولة وعمليات النقل والمرور والطرق فيمكن الاطلاع عليها في الاتفاقية الخاصة بحماية البيئة البحرية لشمال شرق الأطلنطي، توصية لجننا أسلو وباريس لمنع التلوث في البحار ١/٩٨ المتعلقة بأفضل التقنيات المتوافرة وأفضل الممارسات البيئية بالنسبة لصناعة المعادن الأولية غير الحديدية (أعمال الزنك، النحاس، الرصاص والنيكل) (أنظر <http://www.ospar.org>).

٩٠ - أما مكان الفرز فينبغي أن يكون مسوراً بالمثل، ذا ممشى ممهّد. وتزود المنطقة بمناضد وحاويات. أما قطع المعادن غير الحديدية فتقطع عند الضرورة (طبقاً للمواصفات) وتفرز وتوضع في حاويات يمكن أن تكون هي حاويات النقل الأخيرة. وينبغي أن يتم الفرز على أيدي أفراد مدربين يمكنهم التمييز بين مختلف الدرجات مثلاً سبائك النحاس (النحاس وكبريتات الحديد) أو مختلف درجات الصلب غير القابل للصدأ. وهذا ضروري للوفاء بالمواصفات وللحصول على أعلى سعر ممكن.

٩١ - والغرض من حوض الشحن هو المساعدة في تحميل اللوريات وتحركها حاملة الخردة المفروزة إلى المصاهر. وغالباً ما ينطوي الشحن إلى المصاهر على عبور الحدود، وفي هذه الحالة تُملأ البراميل الصغيرة أو الصناديق الكبيرة المصنوعة من الورق المقوى وتوضع داخل حاويات الشحن. ويستحسن في هذه الحالة الاستعانة بسمسار جمارك.

٩٢ - ينبغي أن تمثل طرق التغليف للوائح النموذجية للأمم المتحدة والخاصة بنقل السلع الخطرة. أنظر http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html for assistance للحصول على المساعدة اللازمة.

٩٣ - وللحصول على مساعدة فيما يتعلق بالفرز وبخاصة المواصفات برجاء الرجوع إلى <http://www.bir.org/> or www.isri.org.

٩٤ - يتحدد نجاح هذا النوع من المشروعات عادة بالتقييم التجاري تبعاً لمدى الالتزام بالمعايير الدولية الخاصة بالشكل والمواصفات والنفاد إلى السوق (السماسة والتجار يقدمون في هذه الحالة مساعدة عظيمة). ويعتمد النجاح على سعر السوق العالمية للمعادن الأمر الذي يؤثر على الواردات ومقدار ما سيدفع فيها.

٩٥ - من بين العوامل الأخرى التي تؤثر في النجاح الاقتصادي تكلفة التخلص من أي مواد متبقية من موقع تولد الخردة وتكلفة الجمع والنقل.

٩٦ - ويحصل مرفق الاستعادة الموصوف أعلاه (موقع تولد الخردة) على مواد الخام عن طريق عمل ممارسة للشراء. أما المصدران الرئيسيان للمعدن فهما التصنيع أو جهات التصنيع التي تستخدم المعادن غير الحديدية إلى جانب مصانع تفكيك السيارات (تجار قطع الغيار المستعملة). أما، الرادياتير المتقدمة وعلب نقل القوة في السيارات (transmission cases) والموتورات والمولدات الكهربائية ذات التيار المتردد وما شابه ذلك فتمثل مصادر غنية بالمعادن غير الحديدية. وهناك مطبوعات كثيرة متوافرة يمكن للقائمين بالتشغيل الاطلاع عليها.^(١٠)

٩٧ - يمكن الاطلاع على الأسعار العالمية في Metal Bulletin (www.metalbulletin.co.uk) أو سوق المعادن الأمريكية (<http://www.amm.com>).

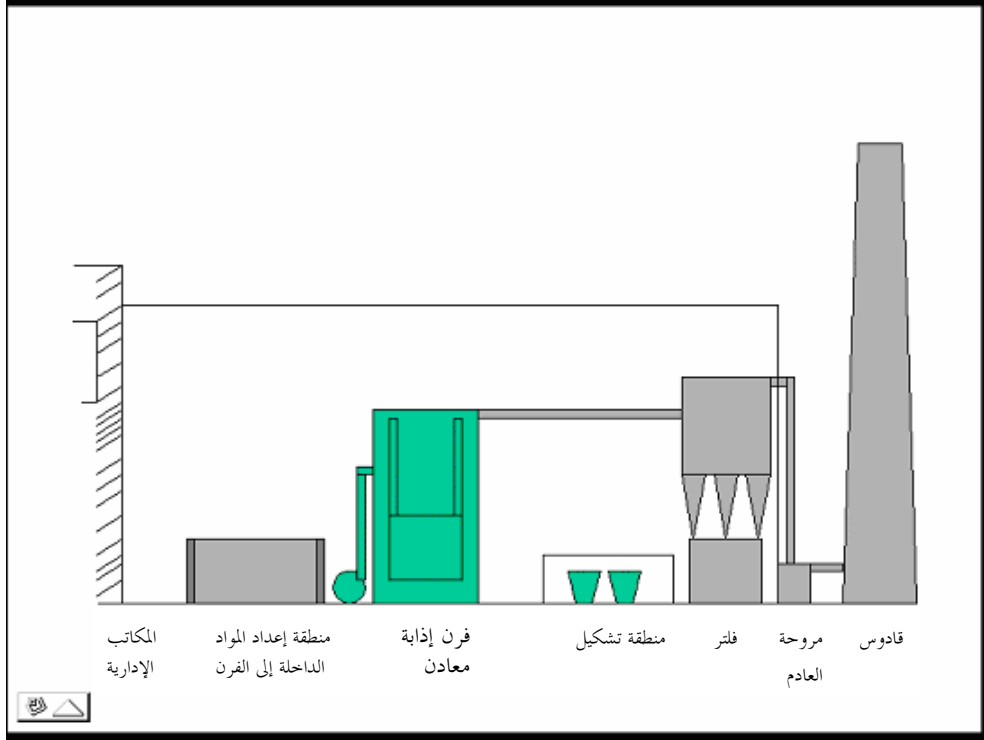
خامساً - إنشاء مرفق لاستخلاص المعادن

٩٨ - إن إنشاء مرفق لإعادة التدوير أو الاستخلاص (أولي أو ثانوي) يمكن أن يمثل عملية كبرى. فأى منهما يحتاج إلى بحوث مستفيضة وتخطيط وهندسة وتحليلات هندسية واقتصادية وأفراد مدربين واستثمارات كبيرة بل وإلى أكثر من ذلك. كما أن الوقت الذي يستغرقه التخطيط والإنشاء يمكن أن يكون طويلاً، عقداً من الزمان أو أكثر. ومن ثم ينبغي عمل توقعات للطلب في السوق بعد دخول المرفق مرحلة التشغيل. وينطوي ذلك على مخاطر مالية كبيرة. فمرافق إعادة التدوير هي أبسط النوعين من المصنع لأنها تستخدم غالباً معادن مستردة من ساحات الخردة كمعادن وسيطة. أما مرافق الاستخلاص فهي أشبه بمصاهر الخام الأولية من حيث أن المادة الوسيطة تمر بعدة عمليات لفصل المعدن (المعادن) المرغوب فيها. ونورد فيما يلي مصنع معالجة نموذجي يقوم باستخلاص المعادن وذلك في الشكل ٢. (برجاء ملاحظة مصطلح: "فلتر" في الشكل ٢ حيث يشير بصورة عامة إلى أي نظام مناسب مكافحة تلوث للهواء.)

٩٩ - يحتاج تصميم وتشغيل مرفق للاستخلاص بصورة سليمة بيئياً إلى مهارات هندسية وتقنية متقدمة، وإلى مستوى عالٍ من الصيانة. وليست هذه العملية لمن يكون متردداً أو ليس لديه المال الكافي. ويمكن الاطلاع على ملخص صدر مؤخراً عن أفضل التكنولوجيات على العنوان الإلكتروني

(١٠) مثلاً، كتيب تقنيات إعادة التدوير لـ A.A Nijkerk، (بيت خبرة Nijkerk، لاهاي،) يوزع في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا بواسطة سوق المعادن الأمريكية، نيويورك، ٢٠٠٠.

<http://www.jrc.org>. والجانب الكبير من هذه التكنولوجيا يكون واسع النطاق ومعقدًا غالباً. ومما لا يثير الدهشة، أن معظم المصاهر ومرافق استخلاص المعادن تكون مملوكة ويجري تشغيلها بواسطة شركات عالمية رئيسية وذلك على النقيض من المصاهر الثانوية أو معامل التكرير أو معامل إعادة التدوير التي يمكن أن تكون شركات محلية.



الشكل ٢ - رسم توضيحي لمرفق إعادة إذابة

١٠٠ - تتسم الأسعار والطلب العالمي على المعادن غير الحديدية بأنها دورية: فالمعادن غير الحديدية هي سلع. أما القدرة فليست دورية لأن المصاهر تُبنى وتعمل. وفي وقت انخفاض الطلب (والأسعار)، تعمل المصاهر دون طاقتها. أما حينما ينخفض الطلب فإن الطلب (والسعر) على المصادر الثانوية ينخفض كذلك. ولحسن الحظ أنه بالنسبة لصناعة إعادة التدوير غالباً ما تستخدم المصاهر كمية قليلة من المواد الوسيطة في شكل معادن قابلة لإعادة التدوير. وفي وقت تحرير هذا التقرير (٢٠٠٣) كانت الأسعار العالمية للمعادن غير الحديدية منخفضة نسبياً بصورة شاملة. وهذه العوامل الاقتصادية والتقنية والمتعلقة بالسوق تخلق درجة ليست قليلة من المخاطر المالية بالنسبة لتشديد مرافق استخلاص جديدة.

١٠١ - وفي القليل من الحالات تقدم صناعة استخراج المعادن من الفلزات بدائل تقنية للاستخلاص الحراري لمعادن ومواد وسيطة بعينها. فمثلاً يمكن غسل بقايا المغاسل لدى مصاهر النيكل والنحاس، وتلييس جوانبها ورشها بمحلول سلفيت الصوديوم عند درجة عالية من الحرارة ودرجة حموضة محددة لمنع الترشيع، وسلفيت الصوديوم عنصر مهم إلى أبعد حد لتدوير السيلينيوم وجعله مادة مركبة، كما

أن كل السيلينيوم المعدني الحر الموجود في المادة والمذابة إلى محلول سلفيت الصوديوم يشكل مركباً من سلفيت السليونيوم والصوديوم القابل للذوبان مُركب السيلينوسلفات. أما المحلول النضيد فيجري غليانه لكي ييخر المياه كبخار فيزيد من تركيز المحلول. وعند بلوغ حد قابلية الذوبان في السليونيوم داخل محلول سلفيت الصوديوم، يبدأ السليونيوم الأسود في الترسب، مكوناً ملاطاً أسود يتم تكريره بعد ذلك لإنتاج مركب السليونيوم الذي يباع كسليونيوم تجاري.

سادساً - مرافق الاستخلاص السليمة بيئياً

١٠٢ - بعد اعتبار فرص تفادي حدوث النفايات وتنمية النفايات كأولوية أولى، يمكن بعد ذلك البدء في المفاضلة بين الاسترداد والاستخلاص. وينبغي أن يشتمل ذلك أولاً على تحديد مجموعة واسعة من الخيارات الممكنة، ثم القيام بتحليل تلك الخيارات لتحديد أكثرها جاذبية للقيام بمزيد من التحليل لها.

١٠٣ - وهناك طائفة واسعة من تكنولوجيات الاستعادة والاستخلاص المتوافرة. أما مدى ملاءمة هذه التكنولوجيات للتطبيق فتعتمد على الشكل المادي للمعدن وعلى تركيبه. فبعض التكنولوجيات تطبق على نفايات المعادن ذات الشكل الصلب وبعضها على النفايات الذائبة في الماء وفي الماء المستعمل. ونورد في الجدول أدناه موجزاً يشير إلى مجموعة طرق الاستعادة وقابليتها للتطبيق على مختلف المعادن. المعلومات الواردة في هذا الجدول إشارية وليس المقصود بها أن تقدم خيارات محددة أو شاملة.

الجدول ٢: إدراج لطرق استعادة المواد وقابليتها للتطبيق

Zn	Tl	Te	Se	Hg	Pb	Cu	Cr	Cd	Be	As	Sb	طريقة الاستعادة
												من النفايات في شكل صلب
ü	ü	ü	ü		ü	ü		ü		ü	ü	النض
ü					ü	ü	ü	ü				التقشير
ü				ü	ü	ü	ü				ü	الصهر
ü				ü	ü			ü		ü		التبخير (الحراري)
												من النفايات في شكل مذاب
ü				ü	ü	ü	ü	ü		ü	ü	الإدمصاص
						ü						الطلاء بالأسمنت
ü					ü	ü	ü	ü		ü		الترسيب
						ü	ü					التركيز
ü				ü	ü	ü		ü				استخلاص المذيبات

Sb = الأنتيمون؛ As = الزرنيح؛ Be = البريليوم؛ Cd = الكاديوم؛ Cr = الكروم؛ Cu = النحاس؛ Pb = الرصاص؛ Hg = الزئبق؛ Se = السيلينيوم؛ Te = التليريوم؛ Tl = الثيلانيوم؛ Zn = الزنك.

١٠٤ - من الجوانب الأساسية لأي عملية للاسترداد أو الاستخلاص أن تتم بصورة سليمة بيئياً. وهذا ينطوي على اتخاذ جميع الخطوات العملية لضمان إدارة النفايات الخطرة وغيرها من النفايات بصورة تحمي صحة البشر والبيئة من الآثار المعاكسة التي قد تنتج عن مثل هذه النفايات.

١٠٥ - ينبغي أن تكون مرافق الاستخلاص مزودة بنظام إدارة فعال لضمان وقاية البيئة والصحة. ويمكن لهذه المرافق أن تبت غازات ضارة (مثل ثاني أكسيد الكبريت (SO2) في الغلاف الجوي وأن تولد الغبار المحتوي على المعادن والنفايات السائلة لإنتاج نفايات صلبة يمكن أن تكون خطيرة. وتدير الكثير من المرافق في جميع أنحاء العالم هذه الانبعاثات والنفايات السائلة والبقايا بصورة وقائية. وينبغي لنظام الإدارة أن يتخذ جميع الخطوات العملية لضمان إدارة النفايات الخطرة بصورة تقي صحة الإنسان والبيئة من الآثار الضارة التي قد تنجم عن مثل هذه النفايات.^(١١)

١٠٦ - وبعض عناصر نظام الإدارة السليمة بيئياً تتمثل في أن المشغل:

- ينبغي أن يكون مشغلاً بإعادة التدوير.
- ينبغي أن يشغل بمعرفة كاملة وترخيص من سلطة محلية مختصة.
- ينبغي أن يكون ممتثلاً امتثالاً كاملاً لجميع اللوائح والقواعد المحلية والقطرية السارية ومتطلبات الإبلاغ (التي تكون قد وضعتها الحكومات الوطنية والقطرية).
- ينبغي أن يحتفظ بسجلات عمل سليمة.
- ينبغي أن يجري المعاملات استناداً إلى عقود.
- ينبغي أن يضمن أن منتجاً واحداً على الأقل من منتجات العملية يعود إلى التيار الاقتصادي الرئيسي.
- ينبغي أن يضمن أن ضوابط التكنولوجيا والتلوث المستخدمة كافية لإعادة تدوير المواد الوسيطة بنجاح وأنها تفي باللوائح والقوانين المحلية السارية.
- ينبغي أن ينتقي المواد الوسيطة التي تفي بالموصفات من حيث الشكل والدرجة والمحتوى المعدني على النحو المتفق عليه بين المشتري والبائع.
- ينبغي أن تكون لديه الخبرة الضرورية المناسبة التقنية والبيئية لتشغيل المعدات المناسبة وصيانتها لتحقيق الأهداف المقصودة وضمان أن العاملين في المرفق قادرين ومدربين تدريباً كافياً.
- عليه أن يناول ويخزن المواد بصورة مصممة لتدنية الخسائر التي تلحق بالبيئة ولا تتسبب في نشوء نفايات خطيرة.
- ينبغي أن يكون لديه برنامج لرصد انبعاثات الملوثات من المرفق وأن يبلغ النتائج إلى أجهزة البنية الأساسية الحكومية على النحو المطلوب.

^(١١) ولوصف نظم الإدارة هذه، أنظر مقرر مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل ١٣/٢ و H. Alter، "الإدارة السليمة بيئياً للنفايات الخطرة المعاد تدويرها في إطار اتفاقية بازل"، (الموارد والحفظ وإعادة التدوير، المجلد ٢٩، الصفحة ١١١ - ١٣٠، ٢٠٠٠).

- عليه أن يدير بقايا عملية التحويل. بصورة لا تخلق أخطاراً كبيرة على صحة البشر أو البيئة.
 - ينبغي أن يكون عنده خطة استجابة للطوارئ في حالات الحوادث وأن يتخذ الإجراءات المناسبة في حالة حدوث إنسكاب عرضي أو انطلاقات عرضية.
 - ينبغي أن يكون لديه برنامج للتحسين المستمر سواء داخلياً أو طبقاً للمعيار ١٤٠٠٠، خطة مراجعة الإدارة البيئية التابعة للمفوضية الأوروبية (EMAS)،^(١٢) وبرنامج العناية المسؤولة (Responsible Care®) وبرنامج معترف به آخر.
 - يجب أن يجري عمليات الاستخلاص داخل بنية أساسية مؤسسية حكومية لديها السلطة والقدرات على تنظيم التأثيرات البيئية الناتجة عن إعادة التدوير وإنفاذ اللوائح.
- ١٠٧- ينبغي النظر في الخواص المادية والكيميائية للنفايات وأن توثق تبعاً لنظام إدارة سليم بيئياً. فمثلاً كما سبق أو وضحنا في عدة مواضع من هذا النص، أن المعادن الموجودة في أشكال قابلة للتشتت مثل الغبار والمساحيق، تمثل غالباً خطراً بيئياً وخطراً على الصحة. كما أن المعادن السائلة، والموجودة في أشكال نهائية مثل الصفائح والألواح والأعمدة أو الأذرع لا تنطوي بالكاد على أي خطر على الصحة. وبعض المعادن القليلة مثل الثاليوم والزرنيق تكون خطرة بصرف النظر عن الشكل الذي توجد فيه. وتقوم هذه الاعتبارات بتحديد بعض لوائح وطرق الإدارة.
- ١٠٨- تتفاوت المتطلبات القانونية للبنية الأساسية للتشغيل من عملية إلى عملية ومن بلد إلى آخر تبعاً لمستوى وطبيعة وتعقيد عملية الاستخلاص تبعاً للظروف المحلية و/أو القطرية. وفي بعض الحالات، يقوم مرفق - و/أو سلطته المختصة - باختيار الالتزام بمعايير إدارية تابعة لبلد آخر. وقد نشر نهج تجاه الإدارة السليمة بيئياً وبخاصة لعمليات النقل عبر الحدود ويمكن الاطلاع عليه في الموقع الشبكي للمجلس الدولي للتعدين والمعادن.^(١٣)
- ١٠٩- أما بالنسبة للرصاص، فيتم تمديد معيار مكان العمل بحيث يتطلب من العمال أخذ حمامات سريعة وتغيير ملابسهم قبل تركهم العمل. وبذلك يتم تحاشي نقل غبار الرصاص إلى منازل العمال. وللحصول على المزيد من التوجيهات بشأن ذلك أنظر المركز الدولي لإدارة الرصاص Inc، الموقع الشبكي www.ilmc.org.
- ١١٠- يجب اختيار غايات مكافحة التلوث طبقاً للمؤشرات الخاصة بالأخطار المحتملة على صحة الإنسان وعلى البيئة. يرد في جدول ٣ أدناه بعض الأمثلة الخاصة بالرصاص مستقاة من تشريعات وقوانين قطرية مختلفة (ليس من المزمع أن يتم في هذا الجدول تحديد الحدود الخاصة بأي مرفق أو بلد ولكنه يقدم نظرة عامة أو أمثلة عن ماهية الحدود التي تم تحديدها في بعض الأوقات).

(١٢) <http://europa.eu.int/comm/environment/emas/>

(١٣) المؤسسة العالمية للبيئة والتكنولوجيا، "تنفيذ وتأمين نهج عملي للإدارة السليمة بيئياً للمواد المعينة الخطرة القابلة لإعادة التدوير" ورقة العمل (المجلس الدولي للمعادن والبيئة، أتاوا، ٢٠٠١). أنظر http://www.icmm.com/html/library_publicat.php?red=32.

جدول ٣ - أمثلة عن غايات مكافحة التلوث بالنسبة لأحد مصاهر الرصاص

إنبعاثات الرصاص	غايات مكافحة التلوث النموذجية بالنسبة للرصاص والأجهزة المستخدمة (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة)
التصريفات من الأكذاس	المرخص به: أقل من ١٠ ميلليغرام/م ^٣ المتحقق نموذجياً: أقل من ١ ميلليغرام/م ^٣ الجهاز المستخدم: مُدوِّمة يليها إستخدام مَبَيِّت الأكياس
الهواء المحيط	غايات السياسة العامة: أقل من ١,٥ ميكروغرام/م ^٣ في المتوسط خلال ٩٠ يوماً الأجهزة المستخدمة في المصنع لجمع نفايات المواد المبعثرة وللحد من الإنبعاثات الشاردة: المكائس الكهربائية، الستائر الحاجبة، الفلاتر، أجهزة تنقية الهواء
هواء مكان العمل	القيم القياسية: ١٥٠ ميكروغرام/م ^٣ خلال فترة تبلغ ٨ ساعات أجهزة الحماية الشخصية: أجهزة التنفس الإصطناعي الواقية والملابس المناسبة في المناطق التي تتجاوز الإنبعاثات فيها هذه القيمة

سابعاً - الاعتبارات البيئية والصحية

ألف - النفايات والبقايا

١١١ - يجب تحديد هوية ومآل جميع الإنبعاثات، الفضلات السائلة والبقايا في مواقع الإستعادة، إعادة التدوير والإستخلاص وذلك عند النظر في الآثار المحتملة لهذه الأنشطة على البيئة وعلى صحة الإنسان. وكما ورد آنفاً في هذا النص، فإنه بينما تكون الآثار البيئية والصحية الناجمة عن مواقع الإستعادة وإعادة التدوير قليلة إلى حد ما، إلا أن الآثار المحتملة من أحد مرافق الإستخلاص مثل المصاهر تكون أكبر، سواء كان هذا المرفق يقوم بإستخلاص المعدن من خامات المعادن أو من مواد تم إستعادتها. لجميع عمليات إعادة التدوير والصهر وسائل مكافحة وإدارة للهواء، الماء والبقايا قائمة بالفعل. تعتبر الآثار المحتملة من أحد مرافق إعادة الصهر المباشر، مثل المسابك والمصانع متوسطة. ومع ذلك، يجب أن يكون لهذه المرافق أيضاً وسائل مناسبة للمكافحة سواء كان الصهر لمعادن بكرة أو مستعادة.

١١٢ - إذا كانت البقايا الصلبة خطيرة، فإن من الواجب إدارتها بعناية. حيث يجب عدم تركها على هيئة أكوام مفتوحة. يجب التخلص من هذه البقايا الخطرة بطريقة جيدة في مدافن نفايات مبطنة. توجد مجموعة كبيرة من المطبوعات للتوجيه في هذا الشأن. أنظر بصفة خاصة في دليل التدريب الخاص ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة، الذي تم إصداره بوجه خاص للبلدان النامية^(١٤) أنظر أيضاً <http://www.unepie.org/> وقوانين الولايات المتحدة الأمريكية، المتاحة على الموقع <http://www.gpoaccess.gov/ecfr/> بشأن مدافن النفايات الخطرة (العنوان ٤٠ من مدونة القوانين الإتحادية، الجزء ٢٦٤، الجزء الفرعي نون).^(١٥)

(١٤) برنامج الصناعة والبيئة التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وحدة التعليم والتدريب البيئي والرابطة الدولية للنفايات الصلبة والنظافة العامة، دفن النفايات الصناعية الخطرة: دليل تدريب (برنامج الصناعة والبيئة التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، باريس، ١٩٩٣).

(١٥) <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text-idx?&ecfr&sid=efb7ed359cab9aa376c2f6231>

caaf4e&rgn=div5&view=text&node=40:23.0.1.1.5&idno=40

باء - نظم التجميع

١١٣ - يجب أن تصب جميع الجوانب التقنية الخاصة بخطوات ما قبل إعادة التدوير من تجميع، نقل وتخزين في إطار للسياسات قادر على تحديد الأطراف الفاعلة والمسؤوليات مع تحديد الحوافز الاقتصادية لضمان قابليتها للتطبيق على المدى الطويل. يحتاج هذا الإطار إلى:

- ١١٤ - خفض توليد النفايات.
- ١١٥ - تعظيم عمليات إستعادة النفايات الصديقة بيئياً وإقتصادياً.
- ١١٦ - تعزيز الوصول إلى المصادر المحلية للمعادن.
- ١١٧ - تقديم الوسائل التي تجعل عمليات إعادة التدوير سليمة بيئياً وفعالة إقتصادياً.
- ١١٨ - وفيما يلي بعض المتطلبات الهامة لنظم التجميع:
- ١١٩ - وكمدخل أساسي، تعتبر مشاركة المستهلكين هي حجر الزاوية من أجل تنفيذ جميع البرامج. وبالتالي، يجب إعلام المستهلكين عن أي من نفايات المعادن يمكن إعادة تدويرها وأين تقع مراكز التجميع الخاصة بهذه النفايات.

١٢٠ - يجب حظر جميع الواجهات غير السليمة بيئياً.

١٢١ - يجب منح الترخيص لمراكز التجميع من أجل قيامها بالتجميع والتخزين المؤقت لنفايات المعادن، مع التأكد من أن لديها أماكن تخزين مناسبة تتفق مع المبادئ التوجيهية التقنية الحالية. يمكن تحديد الحد الأدنى من الخصائص المتعلقة بكل بلد من خلال التشريع ومن خلال خطوات أخرى يجب القيام بها من أجل التشجيع والإجبار، إذا لزم الأمر، على تنفيذ مثل هذه الحماية البيئية، ومثال لهذه الخطوات، التفتيشات المنتظمة لأماكن التخزين. يجب النظر إلى عملية الترخيص على أنها مورد للمعلومات المستخدمة لنشر خريطة عن شبكة التجميع.

١٢٢ - يجب حصول المصاهر على التراخيص المطلوبة، كما يجب عليها تبني أفضل التقنيات المتاحة إذا كانت في طور الإنشاء، أو يجب تعديل عملياتها و/أو ممارستها التشغيلية من أجل تحقيق مستويات عالية من الحماية البيئية. كما يُوصى بمكافحة مستمرة للإنبعاثات.

١٢٣ - يمكن بحث تقاسم الموارد بين مجموعة من الإتحادات كحل للقيود الخاصة بالموازنة نظراً لأن مثل هذه الترتيبات تؤدي إلى خفض تكاليف العمليات. يمكن تنفيذ مجموعة من القوانين، إذا إستدعى الأمر لتنظيم هذه الإتحادات.

١٢٤ - تم تطوير نماذج عديدة لتنفيذ نظم التجميع في أرجاء العالم من أجل تحقيق الحاجات المحددة للبلدان، مع الأخذ في الإعتبار حجم البلد، شبكة النقل المتاحة، الضرائب المحلية وما إلى ذلك، ويبدو أن هناك إتحاداً عالمياً لوضع تشريع يركز على المبدأ الخاص بمسؤولية المنتج على الرغم من وجود عدد قليل من البلدان حول العالم يُطبق فيها حالياً مثل هذا التشريع.

جيم - النقل والتخزين

١٢٥ - يجب أن يتم نقل النفايات، وفي بعض الأحوال النواتج التي يتم إستعادتها منها طبقاً لقوانين النقل ذات الصلة. تلخص القواعد النموذجية للأمم المتحدة بشأن نقل السلع الخطرة (أنظر

سيكون لمعظم البلدان قوانين أو معايير مماثلة. (http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html) تطبيقاً جيداً لعملية النقل؛

١٢٦- من أجل الإدارة السليمة بيئياً، هناك إلتزام طبقاً لإتفاقية بازل، وهو ضرورة تغليف وتخزين النفايات بطريقة مناسبة في مرفق مصمم بطريقة جيدة لهذا الغرض. يجب تزويد مرفق التخزين بالإحتياطات التي تحول دون الإنتشار (بواسطة الرياح مثلاً)، التسرب والإحتراق. يجب إتباع المعايير الخاصة بتخزين المواد الخطرة. في حالة المعادن، قد تنشأ مشاكل إذا كان المعدن أو بقاياها (مركباته) في صورة سهلة الإنتشار مثل أن يكون على شكل مسحوق وأن يكون مكدمساً بطريقة لا تمنحه الحماية الكافية من الرياح، مما يؤدي إلى إنتقال المادة خارج الموقع وإلى الأرض. إذا كانت هناك حماية غير كافية ضد المطر، مما يستتبعه إصابة تكديسات هذه المادة بالبلل، فإن هذه المادة قد تكون عرضة للنض وبالتالي يمكن للسائل المرشح أن ينتقل إلى المياه السطحية أو يتسرب إلى المياه الجوفية. لهذا السبب، يجب أن يكون لمنطقة التخزين سطح منيع لا يسمح بنفاذ السوائل، بل إنه في بعض الأحوال يمكن رصف هذا السطح.

١٢٧- قد يكون الارتشاح أكثر إحتماً بالنسبة للبقايا المحملة بالمعادن مثل الكدارة أو الخبث من المعادن ذاتها. غالباً، يمكن للقطع الكبيرة من المعدن أن تبقى على الأرض دون أن يترتب عنها أي مشاكل.

١٢٨- يجب أن يتم وسم جميع البراميل وحاويات التخزين الأخرى بطريقة جيدة وواضحة. يجب أن يتم تدريب العمال على البحث عن البراميل أو الحاويات الأخرى المتآكلة أو المثقوبة وإصلاحها. لا يجب ترك مثل هذه الحاويات في العراء تحت أي ظرف. إذا كان هناك إحتمال أن تؤدي المواد المخزنة إلى تآكل حاويات التخزين، أو كانت المادة المخزنة عبارة عن سائل، فإنه يجب تزويد المنطقة المرصوفة بمجاري ضيقة للتصريف، ووسائل صرف ومجارير.

دال - الاستجابة للطوارئ

١٢٩- يجب وضع خطة عمل وتدريب العمال للإستجابة لحالات الطوارئ أو الحوادث، بما في ذلك الإستخدام السليم لمعدات الحماية الشخصية. يمكن أن تقع حالة الطوارئ في موقع المرفق أو خارجه أثناء النقل. يجب أن يوضع في الإعتبار التاريخ السابق للعملية وما إذا كانت هناك حوادث أو إطلاقات للنفايات إلى البيئة خارج السيطرة قد وقعت في الماضي. يُعتبر علاج الإنسكاب وتصحيح الخروج عن القواعد جزءاً من أجزاء عملية الإستجابة للطوارئ.

١٣٠- يجب أن تقوم الخطة بتحديد وتوفير معدات الطوارئ في نقاط محددة سلفاً بالموقع. يجب أن يكون ضمن هذه المعدات طفايات حريق، معدات الحماية الشخصية كالملابس الخاصة، قناعات الوجه وأجهزة التنفس الإصطناعي، المواد الماصة للإنسكابات وأدوات التجريف، حسب مقتضيات العمليات والمواد داخل الموقع.

١٣١- يجب أن تتضمن خطة الإستجابة خفضاً فورياً لأي أضرار بيئية للحادث في حال وقوعه. كما يجب القيام بتجارب تدريبية للخطة لضمان التأهب. يجب أن يُزود الموقع بالمتطلبات الخاصة بمناولة النفايات.

١٣٢- قد يتطلب الأمر القيام بعمل تأمين أو أي خيارات أخرى لضمان الإعتمادات الكافية لتمويل عمليات التطهير أو للوفاء بالمسؤوليات في حال وقوع حادث سواء داخل الموقع أو خارجه. غالباً ما تكون الوكالة التنظيمية المحلية قادرة على إسداء المشورة بشأن نوع وقيمة التأمين المناسب لنوع العملية ولطبيعة المواد التي يجري معالجتها.

١٣٣- في معظم الحالات، لن يشكل نوع المعدن الذي يتم إستعادته، إعادة تدويره أو إستخلائه خطراً كبيراً إلا إذا كان في صورة قابلة للإنتشار بسهولة. يحدث نض لبعض البقايا (المركبات) بواسطة مياه الأمطار، وإن كان بطيئاً، ومن ثم يجب إدارته بصورة ملائمة.

١٣٤- يمكن بسهولة علاج معظم حالات الإنسكاب التي تحدث في مواقع معالجة المعادن غير الحديدية باستخدام مكينة أو جاروف وذلك لأن ذوبان هذه الإنسكابات في الماء أمر بعيد الإحتمال. تشكل الإنسكابات القابلة للذوبان في الماء مشاكل أكثر خطورة وبالتالي فإن منعها هو أفضل الحلول.

• تحذير: إذا كانت المادة المنسكبة سمية أو قابلة للإنتشار، فإنه يجب إتباع الإجراءات الملائمة الخاصة بالصحة والسلامة. قد تظل المكينة والجاروف هما الوسيلتين المناسبين ولكن يجب على العمال إرتداء الملابس وأجهزة الحماية المناسبة. يجب إتباع جميع التعليمات الواردة في بطاقات بيانات سلامة المواد أو الوثائق المماثلة.

هاء - الإدارة السليمة بيئياً

١٣٥- تم بالفعل تقديم بعض العناصر الخاصة بنظام للإدارة السليمة بيئياً (أنظر الفصل سادساً أعلاه الخاص بمراقب الإستخلاص السليم بيئياً) وذلك طبقاً لتعليمات مطبوعات إتفاقية بازل. يقدم هذا الجزء إتجاهات بشأن موارد إضافية للمساعدة.

١٣٦- قد يرغب القارئ في مناقشة العمل المقدم من المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، والذي على الرغم من أنه موجه إلى النفايات الصلبة البلدية، إلا أنه يقدم المشورة بشأن الممارسات السليمة بيئياً.^(١٦)

(١٦) المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ومعهد هارفارد للتنمية الدولية، مرجع دولي بشأن التكنولوجيات السليمة بيئياً لإدارة النفايات الصلبة البلدية (المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، أوساكا/شيغا، ١٩٩٦).

واو - نظم الإدارة البيئية

١٣٧- تم وضع المعايير الدولية التي تحدد عناصر نظم الإدارة البيئية، كما تم تقديم توجيه بشأن تنفيذ هذه العناصر. يجب أن يتم على وجه الخصوص الرجوع إلى سلسلة ISO 14000 وكذلك نظام مراجعة الإدارة البيئية التابع للمفوضية الأوروبية (EMAS).

١٣٨- يمكن أن يساعد تنفيذ نظام للإدارة البيئية على تقديم ضمانات بأن مرفق إستعادة المعادن سيتم تشغيله بطريقة سليمة بيئياً. يُعتبر نظام الإدارة البيئية هو الأداة التي تقدم مجموعة مترابطة من الهياكل التنظيمية، المسؤوليات، الممارسات، الإجراءات، العمليات والموارد التي تضمن أن الشركة القائمة بتطبيق هذا النظام تحقق التنفيذ المنتظم لسياساتها البيئية.

١٣٩- يمكن تطبيق نظام الإدارة البيئية على أي نوع من المنظمات أو العمليات، حيث أن عناصر هذا النظام تتسم بالشمولية من حيث قابليتها للتطبيق. تتضمن العناصر الرئيسية لنظام الإدارة البيئية:

- السياسات البيئية والتي غالباً ما تكون عبارة عن بيان من المنظمة بشأن نواياها ومبادئها طبقاً لأدائها الكامل، ويقدم إطاراً من أجل العمل ومن أجل تحديد الغايات والأهداف البيئية.

- بيان واضح بالغايات والأهداف البيئية.

- إجراء من أجل تحديد الأضرار البيئية البارزة التي تنشأ من جراء الأنشطة القائمة بالفعل أو المخطط القيام بها.

- البرامج التي تمكن المنظمة من تحقيق غاياتها وأهدافها. وتتضمن هذه البرامج تحديد مسؤوليات الموظفين وجدول زمني يتم خلاله تنفيذ هذه البرامج ووسائل تنفيذها.

- برامج للتأكد من تدريب الموظفين وكذا التأكد من درايتهم بكافة المتطلبات.

- إجراءات من أجل مراقبة التشغيل، وسائل إتصالات داخلية وخارجية ومراقبة الوثائق.

- إجراءات من أجل التأهب والاستجابة للطوارئ.

- إجراءات لرصد الأداء وإتخاذ الإجراء المناسب إذا لم يتفق الأداء مع الأهداف المحددة.

- برنامج للمراجعة للتأكد من أن النظام يتم تنفيذه بصورة سليمة وأن تشغيل الموقع يتفق مع جميع القوانين والقواعد المطبقة.

- إستعراض إداري دوري لنظام الإدارة البيئية.

١٤٠- من المزايا الرئيسية لتنفيذ نظام للإدارة البيئية هو أنه يقدم نهجاً نظامياً للإدارة البيئية ويضمن تحديد القضايا التي يمكن أن تؤثر على البيئة والتصدي لها.

١٤١ - كما يجب أن يتضمن نظام الإدارة البيئية خطة لإغلاق أو إنهاء عمل المرفق. كما يجب وجود خطة لعلاج الإنشاءات والترتية والتأمين المالي لضمان أن الغلق سيتم بطريقة سليمة في حال التأكد من ضرورة الغلق أو إنهاء العمل.

١٤٢ - يُعتبر علاج المياي والترتية من العوامل الهامة التي يجب مراعاتها بالنسبة لمرافق الإستخلاص وإعادة الصهر. وقد تكون هذه العمليات هامة أيضاً بالنسبة لمرافق الإستعادة وإعادة التدوير التي تتداول مواداً قابلة للإنتشار أو أصنافاً يمكن أن ينشأ عنها إنسكابات مثل البطاريات الرصاصية - الحمضية. تبين هذه العوامل أهمية عزل أو رصف مناطق التخزين والمناولة لتحاشي تلوث التربة.

ثامناً - تقييم الأضرار البيئية المتوقعة

١٤٣ - ينطبق هذا الفصل على وجه التحديد في الغالب على عمليات إستخلاص المعادن من فلزاتها حرارياً. تُعتبر المعلومات الواردة في هذا الفصل مفيدة للمشغلين والسلطات المختصة المسؤولة عن مرفق قائم أو مرفق يُخطط له مستقبلاً. يُتوقع أن تكون الأضرار البيئية الناجمة عن مرافق الإستخلاص تلك أكبر بكثير من الأضرار التي تسببها مرافق الإستعادة أو إعادة التدوير. كما يمكن أن يستفيد من المناقشات التالية مشغلو ومنظمو الأفران ومرافق إعادة الصهر.

١٤٤ - من الضروري التشاور مع الوكالات التنظيمية المعنية عند التخطيط لعمليات الإستخلاص، وأن يتم الحصول على الموافقات الضرورية. وطبقاً لطبيعة العملية المقترحة، يمكن أن تتضمن أعمال التخطيط إجراء تعديلات على الترخيص الخاص بالعملية القائمة أو إصدار بيان بالأضرار البيئية أو شئ من هذا القبيل، على أن يتم التحديد والتقييم بصفة رسمية للأضرار البيئية المحتملة من جراء القيام بالعملية المقترحة.

١٤٥ - عادة، تقوم السلطة التنظيمية بتحديد متطلبات التقييم. يجب أن يتضمن التقييم تحديد وتقييم الأضرار البيئية المتوقعة من جراء إنشاء وتشغيل المرفق. يجب أن يراعي التقييم قضايا إختيار الموقع، الخيارات التقنية وإدارة المرفق.

١٤٦ - تتضمن القضايا الرئيسية الواجب مراعاتها في التقييم البيئي لعمليات إستخلاص المعادن:

- نقل وتخزين المواد الوسيطة (غالباً نفايات) وما إذا كان من الممكن وقوع حوادث قد ينجم عنها إطلاق نفايات خطرة.
- أي إنتاج للإنبعاثات، الفضلات السائلة والبقايا الصلبة كنتيجة لعمليات الإستخلاص والأسلوب الأمثل لإدارتها.
- رصد الإنبعاثات، الفضلات السائلة والبقايا الصلبة، مثل إجراء عمليات فحص على التشغيل السليم والأمن للموقع ومعدات مكافحة التلوث.

١٤٧ - يجب إعداد برنامج رصد رسمي ليشمل الغايات والأهداف الكاملة الخاصة بعملية الإمتثال مع مؤشرات تنبئ بالتحسن البيئي.

١٤٨- يجب تنفيذ خطة أخذ عينات وتحليل. يجب إختبار المواد الوسيطة الواردة للتأكد من وفائها بالمواصفات الخاصة بعملية (عمليات) الموقع، إذا كانت المعرفة الخاصة بالعملية أو الشهادة المقدمة من مكان توليد هذه المواد غير كافية. يجب معاينة الإنبعاثات، الفضلات السائلة والبقايا الصلبة بصفة دورية لضمان الإمتثال للقوانين وكذا لضمان التشغيل السليم والأمن للعملية ولمعدات مكافحة التلوث.

١٤٩- يجب أن تواكب السجلات الخاصة بأداء الموقع الممارسات الدولية الجيدة الخاصة بتشغيل المواقع المتطورة والأكثر تعقيداً. إن إستعراض سجلات التشغيل وإجراء الصيانات يمنع وقوع الأخطاء الجسيمة والإطلاقات البيئية غير المرغوبة.

١٥٠- يجب أن يُطلب إلى المرفق، وبصورة حاسمة، أن يقوم بإستخدام معمل تحليل خارجي للقيام بأعمال التحليل، ضمان ومراقبة الجودة. ويمكن لمثل هذه المنظمات أن تساعد أيضاً بعمل بروتوكولات للمعاينة.

تاسعاً - منع النفايات والإنتاج الأنظف

١٥١- لا يتناول هذا الفصل الموضوعات الهامة ذات الصلة والمتعلقة بالإنتاج الأنظف ومنع النفايات عند إنتاج وإستخدام المعادن عن طريق إستخلاص الخام خلال كل مراحل المنتج بداية من تصميمه حتى نهاية العمر؛ وإنما يقتصر هذا الفصل على العمليات الخاصة بالإستعادة، إعادة التدوير والإستخلاص. تعمل العمليات المذكورة آنفاً على تدنية النفايات المقرر التخلص منها في النهاية وبالتالي تساهم في تحقيق الإنتاج الأنظف.

١٥٢- بصفة عامة، يبدأ التسلسل المقبول لإدارة النفايات بمنع النفايات وتدنيها من خلال إستعادة المادة، معالجتها والتخلص النهائي من نفاياتها. من الطبيعي أن تؤدي عمليات الإستعادة، إعادة التدوير والإستخلاص إلى منع النفايات من أجل تعظيم عائد إنتاجها. يجب أن يضع المشغلون ذلك الأمر نصب أعينهم وأن يقوموا بمراجعة عملياتهم من أجل تدنية البقايا الصلبة والنفايات الأخرى. إن تدنية النفايات الناجمة عن إنتاج المعادن غير الحديدية تعتبر عملية غير ممكنة وغير إقتصادية في كل الأوقات، سواء كان الإنتاج أولي أو ثانوي. كما أن القيام بذلك لا يُعتبر دائماً هو القرار البيئي الأفضل؛ إن نفايات الخردة التي تتولد مثل الخام الأساسي، تكون في أغلب الأحوال في شكل مخاليط، وبالتالي يجب معالجة كل مكون من مكونات هذه المخاليط عن طريق سلسلة من الخطوات لإنتاج معادن "جديدة" أو لإعادتها مرة أخرى إلى السوق التجارية. وتكون البقايا الناجمة عن إحدى خطوات المعالجة هي المدخل الخاص بالخطوة التالية.

١٥٣- إن "الإنتاج الأنظف" هو المصطلح الذي يعني تطبيق إستراتيجية مستمرة، متكاملة ووقائية على المنتجات، الإستهلاك والعمليات للحد من المخاطر على الإنسان والبيئة. وتتضمن هذه الإستراتيجية بصفة خاصة المفهوم المعني بالنظر في إدخال تغييرات على عملية الإنتاج من أجل منع أو تدنية توليد النفايات. يتم ذلك من خلال عدد من الخيارات: فبينما قد يكون الحل الأمثل هو تطبيق تقنيات أو طرق جديدة تقلل بقوة أو تمنع كلية توليد نفايات من المعادن ومركباتها، إلا إنه قد يحتاج

الأمر فقط إلى تنفيذ بعض التغييرات على المدى القصير أو قد يستغرق تنفيذ بعض هذه التغييرات سنوات عديدة. ومع ذلك، فإن إيلاء عناية كافية لأدق التفاصيل، حتى لتلك العمليات المنشأة بطريقة جيدة، يمكن أن يؤدي في الغالب إلى إتخاذ تدابير بسيطة نسبياً تعزز من عملية تدنية النفايات: قد يؤدي إدخال تغييرات على الظروف التشغيلية إلى تقليل كمية النفايات الحاملة للمعادن أو تحسين نوعيتها، كما أن فصل مجاري النفايات يمكن أن يجعلها قابلة للإستعادة، في حين تكون هذه النفايات غير قابلة للإستعادة إذا كانت مخلوطة.

١٥٤ - يتم تعزيز عمليات إعادة التدوير، الإستعادة والإستخلاص عندما يتم تعليم مواقع التصنيع والمنتجين الآخرين للمواد الوسيطة بالموصفات. إذا عُني أحد منتجي أي من النفايات القابلة للإستعادة أو الإستخلاص بالإلتزام بالموصفات الخاصة التي يضعها المُشترى، فإن الإستفادة من هذه النفايات تكون أكبر. ومع ذلك، فإن إعادة التدوير لا تكون في كل الأحوال هي الخيار الأفضل لنوعيات معينة من مجاري النفايات وذلك لأن منع تولد النفايات الخطرة يكون هو الأفضل في كل الحالات، بينما قد يكون التخزين أفضل من إعادة التدوير في بعض الحالات. وفي هذا الصدد، فإن الصورة توحى بأن هناك حاجة إلى جهود عالمية على العديد من الجبهات للتخلص من إنتاج وإستخدام المعادن السامة مثل الزنيخ، البريليوم، الكاديوم، الرصاص والزنك، وسيؤدي هذا بالطبع إلى تخفيض في النفايات المتولدة عن هذه العناصر السامة. سوف تنظر هذه الجهود في إزالة هذه المعادن السامة من البطاريات، سبائك اللحام، الترمومترات، البارومترات، الطلاءات وما إلى ذلك، ولكنها ستعود وتلح على السؤال الحاسم عما إذا كان من الضروري إعادة تدوير مثل هذه المعادن بأي حال أم أنه يجب بدلاً من ذلك إعفاءها من جميع الإستخدامات وبالتالي الإستغناء عن إعادة تدويرها. لذا، فإنه بدلاً من إنشاء بنية تحتية لإعادة تدوير الزئبق مثلاً، يمكن للبلدان أن تقوم ببساطة بحظر جميع إستخدامات الزئبق وإستخدام بدائل غير زئبقية.

١٥٥ - على القارئ الرجوع إلى المطبوعات المعنية بالإنتاج الأنظف، مثل التقرير الفني لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، السلسلة رقم ٧: دليل المراجعة والخفض للإنبعاثات والنفايات الصناعية، أنظر الموقع <http://www.unido.org/doc/331372.html> أو الموقع <http://www.emcentre.com/uneppweb/>. كما يوجد للموقع الشبكي لإتفاقية بازل روابط بالمواقع الأخرى الخاصة بالإنتاج الأنظف: <http://www.basel.int/links.htm>.

عاشراً - الأخطار البيئية المحتملة ومكافحتها

ألف - الأخطار ومكافحتها

١٥٦ - من المزمع أن يعطي هذا الفصل أمثلة فقط عن الأخطار البيئية المحتملة ومكافحتها. من المحال إدراج كل التأثيرات المحتملة عن المعادن ومركباتها على النظام الأيكولوجي أو على مكان العمل، حيث أن العديد من هذه التأثيرات يكون محددًا بالموقع و/أو يحتاج إلى تقييم للمخاطر. كما أنه من المحال إيجاز

جميع تقنيات المكافحة التي يتم إستخدامها في كل الصناعات. إن إختيار تقنية معينة للمكافحة يُعتبر قراراً هندسياً وإقتصادياً يتم إتخاذه طبقاً للقوانين المطبقة.

١٥٧- لا يمكن إعطاء توجيه محدد بشأن حدود الإنبعاثات أو الفضلات السائلة. حيث أن هذه الحدود تختلف من بلد لآخر طبقاً للظروف المحلية وطبقاً لمستوى الحماية الذي ينشده المجتمع المحلي في كل بلد.

١٥٨- لدى مشغلي الموقع بعض المعرفة عن تركيب المواد الوسيطة، المنتجات، الإنبعاثات، الفضلات السائلة والبقايا الصلبة الخاصة بموقعهم. ويُعتبر ذلك نقطة بداية لتحديد المخاطر من جراء التعرض. تُعتبر الإنبعاثات، الفضلات السائلة والبقايا الصلبة خطر على الناس، فقط إذا كان من الممكن إستنشاقها أو بلعها أو إمتصاصها من خلال الجلد. كما أنها تُعتبر خطراً على البيئة عند تصريفها بمستويات تتعدى الحدود التنظيمية وفي حال توافرها بيولوجياً بالنسبة للحيوان والنبات. إن الغرض الأساسي للمكافحة هو منع إتصال هذه الأشياء بالإنسان وكذا منع توافرها بيولوجياً بالبيئة. لا تُعد جميع صور المعادن ومركباتها قابلة للتوافر البيولوجي، حتى وإن كان بعضها كذلك، فإنه ليس من الضروري أن تشكل خطراً إذا كانت داخل الحدود التنظيمية.

١٥٩- تُعتبر عمليات الإستعادة (إعادة التدوير) المشروحة هنا (فيما عدا إعادة الصهر) ذات إحتمال ضعيف بالنسبة لتصدير إطلاقات إلى البيئة. حيث أن هذه العمليات بوجه عام بسيطة وميكانيكية. بينما يُعد الإستخلاص وإلى مدى أقل إعادة الصهر من العمليات ذات الإحتمال الأكبر بالنسبة لتصريف مواد خطيرة. ولهذا السبب، يجب تزويد مرافق الإستخلاص وإعادة الصهر بمعدات مكافحة التلوث، كما يجب صيانتها جيداً وأن يتم تشغيلها طبقاً لنظام إدارة بيئية مناسب.

١٦٠- بوجه عام، يتم إستخدام الوجود الأساسي، وبأقصى قدر من التركيز عند وصف نفاية ما. ومع ذلك، قد لا يكون هذا هو الأساس ذو الإحتمال الأكثر خطورة أو لأن يكون سبباً لمعظم الضرر.

١٦١- ترد المعلومات الخاصة بسمية المعادن في جدول ٤ أدناه، كحدود تنظيمية للعديد من البلدان. تُعتبر هذه الحدود مجرد أمثلة، ومع ذلك، فإن التركيب الكيميائي المرتبط بالإستجابة البيولوجية لا يكون عادةً دقيقاً. تعتبر قيم البيانات الفردية، مثل البيانات الواردة كأمثلة في جدول ٤ مجرد أمثلة ولا يمكن إعتبارها قيماً مطلقة لكل المرافق في جميع البلدان، حيث أنها لا تأخذ في إعتبارها التعرض أو التوافر البيولوجي.

١٦٢- أبلغت بعض المصاهر عن إنبعاثات للديوكسين. وبالتالي يجب رصد مصاهر الإستخلاص بالنسبة لإنبعاثات كل من الديوكسين والفيوران. يورد المرفق جيم لإتفاقية استوكهلم بشأن الملوثات العضوية الثابتة، من بين فئات المصدر ذات الإمكانية في تكوين وإطلاق الديوكسينات والفيورانات إلى البيئة:

- الإنتاج الثانوي للنحاس.
- وحدات التلييد في صناعة الحديد والصلب.

- الإنتاج الثانوي للألمونيوم.
- الإنتاج الثانوي للزنك.

يورد المرفق جيم العمليات الحرارية في صناعة إستخلاص المعادن من فلزاتها، والتي لم ترد بأعلاه، بين فئات المصدر التي يمكنها أن تؤدي كذلك إلى تكون وإطلاق غير متعمد للموثات عضوية ثابتة. تتناول إتفاقية استوكهلم بالفعل إنبعاثات الديوكسين والفيوران من مصادر مختلفة وتقوم حالياً بإعداد مبادئ توجيهية بشأن مثل هذه الإنبعاثات.

١٦٣- لمزيد من المعلومات الخاصة بالتأثيرات الصحية التي تنجم عن الإطلاقات المنبعثة من مصاهر ومصافي النحاس الأولي والثانوي وكذلك الإطلاقات المنبعثة من مصاهر ومصافي الزنك الأولي والثانوي في كندا، بما في ذلك الديوكسينات، أنظر الموقع http://www.ec.gc.ca/ccebl/eng/public/CuZn_e.html. وهناك مصدر آخر مفيد، حيث يورد بعض التوجيهات بشأن مكافحة الديوكسينات وهو الموقع <http://www.jrc.org/>. كما يورد الثبوت المرجعي مصادر هذه البيانات وبعض الحالات التي يمكن الحصول فيها على معلومات إضافية.

١٦٤- تعتمد الأخطار البيئية أو الأخطار التي يمكن أن يتعرض لها مكان العمل الناجمة عن المعادن وبعض مركباتها على الحالة الجزيئية والأيونية (الأنواع) الخاصة بكل معدن. فعلى سبيل المثال، وحسبما تم الإشارة إليه آنفاً، يُعتبر الكروم وعدد من مركباته، مثل ثالث أكسيد الكروم الأخضر Cr_2O_3 مواداً غير خطيرة. وتكافؤ الكروم هنا $+3$. إلا أنه عندما يكون تكافؤ الكروم $+6$ فإنه يكون شديد السمية، مسرطن وفي صورة جزيئية وفيزيائية معينة يمكنه أن يكون أكالاً وبشدة، لذا فهو مدرج بالمرفق الأول لإتفاقية بازل. وهناك مثال آخر، وهو أن هناك معادن معينة تعتبر أكاسيدها خطيرة. إلا أن حيث هذه المعادن، والذي يمكن أن يحتوي على أكاسيد هذه المعادن يجعل أكسيد المعدن مقيداً داخل مصفوفة جزيئية مركبة السليكات، تجعل المادة الخطرة أقل توفراً.

١٦٥- ومع ذلك، فإن المعادن مثلها مثل الكثير من المواد تكون في الغالب خطيرة في صورتها المقسمة النهائية (فمثلاً، يمكن أن تكون ذاتية الإشتعال). كما أن المركبات القابلة للذوبان في الماء تكون سهلة من حيث توافرها بيولوجياً، وبالتالي تكون أكثر احتمالاً لأن تكون خطيرة.

جدول ٤ - أمثلة لمؤشرات الأخطار المحتملة

الصحة والسلامة المهنيان		الآثار البيئية - مبادئ توجيهية من أجل الحماية					
هواء مكان العمل	السمية	مدافن النفايات	التربة		المياه	المعادن أو المركبات	
TWA (مليغرام/م ³)	(الجرعة المميتة ٥٠، ميليغرام/كغ من وزن الجسم)	النض ^٤ (مليغرام/لتر)	بيئية ^٣	سكنية ^٣	حماية النظام الأيكولوجي ^١ (مليغرام/لتر)	مياه الشرب ^١ (مليغرام/لتر)	
٠,٥	٧٠٠٠	غير منظمة	-	-	-	٠,٠٠٥	الأتيمون
٠,٢	٧٦٣	٥	٣٠,٥	٤٣	٠,٠٥	٠,٠١	الزرنينخ
٠,٠٠٢	-	غير منظمة	-	-	-	-	البريليوم
٠,٠١	٢٢٥	١	١٠ - ٠,٥	٦	١,٨ - ٠,٢	٠,٠٠٣	الكادميوم
٠,٠٥	٥٠ (Na ₂ Cr ₂ O ₇)	٥ (إجمالي)	٣٠٠-٢٠٠	٢٤٠	٠,٠٠٢	٠,٠٥	الكروم (سداسي التكافؤ)
٠,٢	٣٠٠ (CuSO ₄)	غير منظمة	٢٠٠ - ٣٠	١١٣	٠,٠٠٤ - ٠,٠٠٢	٢	النحاس
٠,١٥	٤٥٠ (TDL ₀)	٥	٨٠٠-١٥٠	٣٠٧	٠,٠٠٧ - ٠,٠٠١	٠,٠١	الرصاص
٠,٠٥	١ (HgCl ₂)	٠,٢	٢	٥	٠,٠٠٠٠١	٠,٠٠١	الزئبق
٠,٢	٦٧٠٠	١	-	-	٠,٠٠١	٠,٠١	السيلينيوم
٠,١	٨٣	غير منظمة	-	-	-	-	التيلوريوم
٠,١ (الجلد)	٦ (LDL ₀)	غير منظمة	-	-	-	-	الثاليوم
١٠ - ١	٣٠٠٠	غير منظمة	٣٥٠-١٠٠	٤٣٠	٠,٠٣	-	الزنك

- ١- منظمة الصحة العالمية (١٩٩٦).
- ٢- المبادئ التوجيهية الكندية الخاصة بنوعية المياه من أجل حماية الحياة المائية بالمياه العذبة. المجلس الكندي لوزراء البيئة (١٩٩٥).
- ٣- غايات الجودة البيئية في هولندا، توجيه خاص بالمواد الكيميائية، السلامة الخارجية والحماية من الإشعاع ووزارة الإسكان. التخطيط العمراني والبيئة (١٩٩٤).
- ٤- القيم الخاصة بالخاصية السمية لعملية النض طبقاً للوكالة الأمريكية لحماية البيئة، مع عامل تخفيف للتركيز = ١٠٠.
- ٥- لويس (١٩٩٢)، الجرعة المميتة، ٥٠ عن طريق الفم. قيم إرشادية فقط: غالباً ما تختلف السمية الخاصة بالمركبات الفردية.
- ٦- TWA متوسط مرجح زمنياً للتركيزات المحمولة جواً عند حسابه خلال ثمان ساعات في يوم عمل عادي لخمسة أيام عمل في الأسبوع.
- ٧- المؤتمر الأمريكي لعلماء الصحة الصناعية الحكوميين (١٩٩٤).

ملاحظات تفسيرية لجدول ٤

السمية المزمدة: تأثير سمي يحدث بعد التعرض المتكرر أو التعرض لفترات طويلة. قد تحدث التأثيرات المزمدة في بعض الأوقات بعد توقف التعرض.

مياه الشرب: قد تختلف القيم القطرية عن القيم الخاصة بمنظمة الصحة العالمية. أنظر الموقع <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html> للإطلاع على معايير مياه الشرب بالولايات المتحدة الأمريكية.

حماية النظام الأيكولوجي: لم يتم بعد تحديد بيانات السمية الأيكولوجية بالنسبة للمعادن ومركبات المعادن. لم تطلق منظمة التعاون والتنمية في المجال الإقتصادي بعد مبادئها التوجيهية ذات الصلة بهذا الموضوع. تعتبر المعادن ثابتة في البيئة لأنها عناصر، وبالتالي فهي غير قابلة للفناء. إن وجود هذه القيمة المنخفضة للنحاس (لا تزال هذه القيمة غير محددة في المنتديات الدولية) يرجع إلى السبب الخاص باستخدام مركبات النحاس كمبيدات للآفات (يجب أن يكون النحاس متوافراً بيولوجياً). تعتبر القيم الكندية خاصة بالمياه العذبة وهي الأقل على مستوى العالم. تطبق الوكالة الأمريكية لحماية البيئة معايير مختلفة بالنسبة للسمية الأيكولوجية وتصل إلى قيم أكبر، والتي يتم تصحيحها بعد ذلك بمعامل عسرة الماء. بالنسبة للنحاس، على سبيل المثال، تختلف هذه القيمة بطريقة كبيرة لتكون بين ١,٤ و ١٩,٦ ميكروغرام/لتر، بالمقارنة بالقيم الواردة بجدول ٣ والتي تبلغ ٢ - ٤ ميكروغرام/لتر. إن قيم النحاس والزنك خاصة ببعض الأملاح الذوابة لكل منهما؛ وهذه القيم ليس لها معنى بالنسبة لكلا المعدنين ذاتهما.

سكانية: تعتبر القيم الألمانية الواردة في الجدول خاصة بمناطق تلوثت وتم علاجها في الماضي، وهي في الأرجح الأكثر إقناعاً على مستوى العالم. ويمكن للقيم الخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية أن تختلف كثيراً عن هذه القيم. تركز القيم الخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية على البلع المزمّن للأثرية بواسطة الأطفال.

بيئية: نفس التعليقات مثل تلك الخاصة بالسكانية.

مدافن النفايات: في عملية تحديد الخاصية السمية لعملية النض حسب الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، يتم نزع النفاية في صورة دقائقية وتحليل السائل المرشح. تركز القيم الخاصة بالمعادن المختارة على معايير مياه الشرب بالولايات المتحدة الأمريكية (الحدود القصوى للملوث) مع استخدام عامل تخفيف للتركيز يساوي ١٠٠. ويعني هذا أن تركيزات المعدن تركز على أن السائل المرشح قد تم تخفيفه بمقدار ١٠٠. ومن المقرر أن يمثل هذا الإجراء النض الطبيعي بواسطة الأحماض العضوية التي تنتج من التحلل اللاهوائي الذي يحدث للنفايات المتريية والصناعية الممزوجة في أحد مدافن النفايات. تم حساب عامل تخفيف التركيز الوافي والبالغ ١٠٠ من خلال عمليات تقليد بالحاسوب لتخفيف وإبطاء السائل المرشح عندما تجري في الأرض لتنتقل إلى مصادر المياه. يمكن الحصول على تفاصيل الطريقة المعملية لهذه العملية من <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sw846.htm>.

سمية الجرعة المميتة، ٥٠: تعتبر الجرعة المميتة، ٥٠ مقياساً موحداً لتحديد ومقارنة السمية الحادة للمواد الكيميائية. والجرعة المميتة، ٥٠ هي الجرعة التي تقتل نصف (٥٠%) من الحيوانات المختبرة (LD تعني جرعة مميتة). عادة تكون هذه الحيوانات فئران أو فئران صغيرة. يجب أن يتم تفسير قيم الجرعة المميتة، ٥٠ بحذر شديد. تعتبر الجرعة المميتة، ٥٠ للكادميوم أقل من تلك الخاصة بالزرنينخ، أي أن الكادميوم أكثر سمية من الزرنينخ. والجرعة عبارة عن مجموعة من العوامل تضم التعرض، التركيز والزمن ويمكن لمادة متوسطة السمية بجرعة كبيرة أن تكون أكثر خطورة على العمال من مادة شديدة السمية ولكن بجرعة صغيرة.

هواء مكان العمل: هذه القيم خاصة بالتعرض المهني (المزمن)، خلال ثمان ساعات عمل في اليوم، في ٢٥٠ يوم عمل في السنة.

عام: عادة لا تتوفر بسهولة البيانات الإرشادية الخاصة بمركبات المعادن التي غالباً ما نلاقها في مرافق الاستعادة أو الإستخلاص. فمثلاً، هناك نقطة بيانات معطاة لكبريتات النحاس (CuSO₄). وملح النحاس هذا شديد الذوبان في الماء ولا يمثل أي بقايا حاملة للنحاس يمكن إستعادتها أو إستخلاصها. ومع ذلك، ولأنها مادة قابلة للذوبان في الماء، فإنه يمكن إختبارها بسهولة لتحديد الجرعة المميتة، ٥٠. لاحظ أن القيم المدرجة للزنك خاصة بالسمية الأيكولوجية وتطهير التربة. ومع ذلك، فإن كثير من التربة في العالم لديها عجز كبير في الزنك ويجب إضافة الزنك إليها لزيادة الإنتاج الزراعي. بالنسبة للزنك، القيم الخاصة بالجرعة المميتة، ٥٠ والمتوسط المرجح زمنياً تعتبر عالية، مشيرة إلى إنخفاض السمية. يعتبر الزنك عنصراً أساسياً بالنسبة للإنسان، الحيوان والتربة.

لا توجد بيانات بشأن حدود الديوكسين ولا يوجد كذلك إتفاق عالمي واسع عما يجب أن تكون عليه هذه البيانات. وعلى سبيل المثال، حددت كثير من البلدان حدوداً مختلفة بالنسبة لتركيزات الديوكسين في الإنسان: الولايات المتحدة الأمريكية، ٠.٠٦، وكندا، ١٠، وهولندا ٤، وألمانيا، ١ - ١٠ بيكوغرام/كغ من وزن الجسم (البيكوغرام = ١٠^{-١٢} من الغرام).

باء - الرصد

١٦٦- تعتبر عملية الرصد جزءاً هاماً في تحديد ما إذا كانت هناك مخاطر بيئية تحتاج إلى مكافحتها. يؤكد الرصد أن العملية لا تشكل خطراً على العمال أو العامة ولا تؤثر بالسلب على البيئة. بصفة أساسية، وفي المقام الأول يجب تقرير سلامة الناس والبيئة إستناداً إلى بيانات علمية وبيانات خاصة بالسمية وحدود تعرض مقبولة. ثم يجب أن يلي ذلك تحديد أي من علامات القياس المطلوب مراقبتها. ثم يبدأ بعد ذلك الرصد. يحدد الرصد فقط مدى الإمتثال بالحدود المقررة. ولتحديد ما إذا كان هناك خطراً بيئياً، يجب إجراء تقييم للمخاطر البيئية.

١٦٧- من الميسور نسبياً رصد عمليات الإستعادة وإعادة التدوير. وفي بعض الأوقات يكون هناك حاجة لرصد مستويات الغبار المحيط فقط. يعتبر رصد مرافق الإستخلاص أمراً حيوياً وهو أكثر تعقيداً لأن معداته وعملياته أكثر تعقيداً.

١٦٨ - حتى المعادن التي تعتبر ضرورية لصحة الإنسان من الناحية البيولوجية، والتي في حال عدم توافر أقل قدر منها يموت الإنسان، فإنها تكون سامة عند الجرعات الأكبر. ويعتبر النحاس مثلاً جيداً لهذه المعادن. يجب أن نضع نصب أعيننا، أنه على الرغم من ذلك، فإن المخاطر التي يشكلها المعدن تعتمد على عوامل كثيرة، مثل كمية المعدن، صورته، نوعه وكذلك على طبيعة التعرض. تضع الإدارة السليمة بيئياً للمعادن كل هذه العوامل في الحسبان. وكمثال واضح، ليس من الضروري القيام بتنظيم العملات المعدنية الجديدة، مثل اليورو في استخدام عام كالنقود، لأنها تكون في صورة صلبة وبالتالي لا يمكن أن تتحول إلى صورة قابلة للتوافر البيولوجي. قد ترغب الحكومات في إختبار العمليات التي يتم من خلالها إستخلاص عملاتهما المعدنية القديمة، وذلك لأنه يتم صهرها، مما يؤدي إلى توليد أبخرة، وتُصَب في أشكال أكبر حجماً ثم يتم إذابتها في حامض ويتم إستعادتها من خلال عمليات التحليل الكهربائي.

١٦٩ - وفي أي من هذه الحالات، يجب إعداد برنامج رصد رسمي. ويجب أن يتضمن هذا البرنامج الغايات والأهداف الخاصة بالإمتثال ومؤشرات التحسن البيئي. كما يجب أن يحدد البرنامج من هم الخبراء الذين سيشاركون في عملية الرصد، الطرق التحليلية المستخدمة، خطط المعاينة، مراقبة وضمان الجودة.

١٧٠ - يعتبر سجل تشغيل المصنع جزءاً من أجزاء برنامج الرصد. يمكن الكشف عن الفشل المبكر لأي من وحدات المكافحة البيئية من سجل التشغيل.

حادي عشر - إغلاق مرافق إستخلاص المعادن

١٧١ - من الجوانب الهامة لأي عملية من عمليات المعالجة الصناعية، بما في ذلك تلك الخاصة بإستعادة المعادن، التأكد من أن أي تلوث يمكن أن يحدث أثناء التشغيل لا يهدد صحة الإنسان أو البيئة في حال تملك هذا الموقع أو إستخدامه مستقبلاً. سيقوم المشتريين المتوقعين لهذه العمليات والأراضي بإجراء المراجعات البيئية الجادة بصورة متكررة، بما في ذلك معاينة وتحليل التربة والمياه الجوفية للتأكد بطريقة رسمية من أن التلوث لم يحدث أو تم إدارته بطريقة سليمة تؤدي إلى منع الضرر مستقبلاً.

١٧٢ - بصفة عامة، سيظل مصدر التلوث مسؤولاً عن تلوث الأرض والمياه الجوفية، وبالتالي يكون من المحتتم في عمليات إستعادة وإستخلاص المعادن أن يتم التأكد من أنه لم يُسمح بحدوث تلوث للأرض والمياه الجوفية أو تم إدارته بطريقة سليمة تؤدي إلى منع الضرر مستقبلاً.

١٧٣ - في حالة المعادن ومركباتها، إذا سُمح بحدوث تلوث للتربة، فإن هذا التلوث غالباً ما يستمر في التربة ويتناقص فقط تركيزه ببطء من خلال عمليات النض والإنتشار، نظراً لأن المعادن ومركباتها غير معرضة للفناء مثل المركبات العضوية. عادة، لا تكن المعادن قابلة للتحرك في البيئة إلا إذا كانت في حالة حامضية أو إذا كانت التربة تتحرك فيزيائياً، وبصفة عامة تظل المعادن تُمتز إلى جسيمات التربة مقتربة من النقطة التي يمكن أن تكون عندها قابلة للإنتلاق.

١٧٤ - وكجزء من عملية الإغلاق أو إلغاء تراخيص العمليات التي تتعامل مع المعادن ومركباتها، يجب وجود تقييم رسمي مستقل للتأكد من أنه يتم تحديد أي تلوث للأرض والمياه الجوفية وأن يتم تطهيره إذا إستدعت الضرورة. عموماً، يجب أن يكون الهدف من ذلك هو ضمان أن الأرض والمياه الجوفية مناسبة

للإستخدام المستقبلي. المعادن لا تفتنى (لأنها عناصر ولا يمكن تفتيتها كيميائياً). ومع ذلك، فإن الكثير منها يتمعدن في التربة، وتتحوّل إلى مركبات مماثلة للتربة ذاتها. تتحمل المعادن في بعض الأوقات عمليات النض في البيئات الحامضية. ونظراً لأن كثير من المعادن المتمعدنة في التربة، وفي أحيان أخرى صور أخرى للمعادن، تعتبر غير متوافرة بيولوجياً، فإن الحكم على تلوث الموقع يكون أوقع بعد إجراء تقييم مخاطر خاص بهذا الموقع. إذا كانت المعادن غير قابلة للتحرك، فإنها غالباً لا تشكل أي مخاطر وبالتالي فهي خارج دائرة الإهتمام.

١٧٥ - عادة، يعتبر الإستخدم المستقبلي للأرض في الأغراض الصناعية أقل الإستخدمات حساسية، وغالباً في حالة الإستخدم الصناعي للأرض، لن يؤدي تحديد وجود تركيزات عالية نسبياً من ملوثات المعادن، مع عدم وجود غبار، إلى التأثير بالسلب على صحة العمال أو المجتمع. تعتبر الإستخدمات الأخرى للأرض مثل الأغراض السكنية أكثر حساسية، حيث يكون البلع العرضي للأتربة يكون أكبر خاصة بالنسبة للأطفال المعرضين، كما أن التأثيرات المحتملة على حياة النبات تعتبر أيضاً من العوامل المحتملة لتقييد الإستخدم. إذا كان هناك احتمال لإعادة تقسم أرض تلوثت بمعادن ومركباتها من أجل التصريح بإستخدمها في أغراض أكثر حساسية، فإن الأمر يتطلب عناية خاصة للتأكد من أن التلوث ليس قائماً.

١٧٦ - حيثما يحدث تلوث للتربة أو يتم التخلص من نفاية مادة ما (في مستودع بالموقع مثلاً)، فإنه يجب إعداد وتنفيذ خطة إدارة تضمن أن هذه المادة سيتم إدارتها بطريقة جيدة في المستقبل. يجب وضع الترتيبات التي تضمن الإلتزام بالخطة لأطول فترة إذا إقتضى الأمر ذلك. يجب تنفيذ إجراءات أو طرق للإبلاغ للتأكد من أن مشغلي أو مالكي المستقبل لأي من مواقع الإستعادة أو مواقع ومرافق التخلص سيتم إعلامهم بقضايا التلوث وأهم سيواصلون القيام بأنشطة الإدارة المطلوبة. قد يكون من المطالب الملحة بالنسبة للمشغلين وجود خطط لما بعد الغلق قبل منحهم التصريح الخاص ببدء التشغيل.

١٧٧ - يعتبر التدبير المالي الجيد أمراً حاسماً من أجل تنفيذ أفضل لعملية إلغاء الترخيص. يتطلب الأمر وجود آلية مالية لضمان توافر إعمادات كافية لغلق العملية ولضمان ألا تصبح تكاليف عملية الغلق عبئاً في السنوات التالية، عندما تناقص مصادر الدخل. كما يجب أن تُبرز مخصصات الغلق التكاليف الفعلية لعملية الغلق. ويعتبر هذا أمراً هاماً حيث أن التكاليف المرتبطة بالغلق يمكن أن تساهم بوضوح في التكاليف الكلية للمشروع وبالتالي في النتيجة النهائية. في بعض الحالات الشاذة، يمكن أن تتجاوز بكثير التكاليف الطارئة المتعلقة بإلغاء الترخيص أي مكاسب مالية تتحقق خلال عمر المشروع.

١٧٨ - تضع عملية التخطيط لغلق الشركات في الوضع الذي يمكنها من تفهم التكاليف المحتملة في وقت مبكر من عمر المشروع. يمكن الإستهلال بالتدبير المالي في المرحلة المفاهيمية الخاصة بالتخطيط لعملية الإغلاق ولكنها قد تكون بعيدة عن الدقة نظراً لأنه من الصعب التنبؤ بالتكاليف. ومع ذلك، فإن القيام بعمل تقدير أولي للتكاليف يساعد الشركات في التركيز على المجالات الخاصة بإلغاء الترخيص والتي تحوم حولها أكبر الشكوك في تحقيق النتائج المرجوة. ويُمكن هذا الأمر من تحديد الأولويات من أجل القيام بأعمال وأبحاث أخرى لتحديد النتائج المنشودة بطريقة أفضل، وبالتالي تحديد التكاليف طوال عمر العملية.

المرفق الأول

المسرد

- Ash رماد - (أ)** المواد المتخلفة من عمليات استخراج المعادن من الفلزات الحرارية مثل حرق الفحم أو ترميد الأفلام التصويرية، لوحات الدارات الكهربائية، الأسلاك النحاسية ... الخ التي يمكن إعادة تدويرها للحصول على محتوى معدني غير حديدي.
- (ب)** الطبقة العليا لمعدن مذاب كالرصاص والزنك والتي تأكسدت بفعل الهواي. وعند كشط هذه الطبقة، يكون الرماد مزيجاً من المعدن والأكسيد، ومن ثم يكون مادة جيدة لإعادة التدوير.
- Cake كتلة جافة -** عكارات جف ماؤها من معصرة الفلتر أو أداة شبيهة بذلك، تشتمل على نسبة تتراوح ما بين 25% و 35% (م/م) جوامد جافة.
- Cleaner Production الإنتاج الأنظف -** استراتيجية مستمرة ومتكاملة ووقائية، تطبق على المنتجات وعلى الاستهلاك وعمليات التمويل لتقليل المخاطر على بني البشر والبيئة.
- DAF ع.ت -** عامل تخفيف التركيز
- Dross كدارة -** أكسيدات معدنية تطفو أو تتشكل على سطح معدن مصهور.
- Drossing إزالة الشوائب -** عملية إزالة الشوائب التي تتكون من أكسيدات الخ والتي تتشكل على سطح معدن مصهور، وتكشط الكدارة عادة من سطح المعدن بأدوات كشط ذات أيدي طويلة.
- Dust الغبار -** جزيئات دقيقة من مادة، وفي استخراج المعادن من الفلزات المساحيقية، تكون مسحوقاً ناعماً بصورة فائقة يتألف من جزيئات نصف قطر الجزيء أقل من 0.0001 ملليمتر.
- Ecosystem نظام إيكولوجي -** نظام طبيعي بيئي يتحدد بمقاييس دقيقة ويمكن الحفاظ عليه فقط بالإبقاء الدقيق على هذه المقاييس في الحدود التي تحفظ عليه البقاء.
- Gate منظومة قنوات الصب -** منظومة قنوات يتم عن طريقها ملء قالب الصب بما في ذلك أنبوب الماء، والمعدن الذي يتصلب داخلها.
- Home scrap خردة متولدة داخل الموقع -** المواد الخردة المتولدة داخل الموقع ولا تشمل الدهان أو طبقات صلبة.
- Non-dispersible غير قابلة للتشتت -** ثابت وغير متحرك في شكله الحالي كمعدن صلب مثلاً.
- Plant scrap: -** أنظر خردة متولدة داخل الموقع.
- Powder مسحوق -** مادة تتألف من تجمع جزيئات ضئيلة، أي مادة جافة في حالة حبيبية دقيقة.
- Prompt scrap خردة عمليات التصنيع -** وهي الخردة التي تنتج عن عمليات التحويل والتصنيع.
- Reclamation استخلاص -** عملية استخلاص المعادن من فلزاتها وتتم عادة بالمعالجة الحرارية، إلا أن معالجة استخلاص المعادن تتم بالمياه في حالة بعض المعادن والعمليات، حيث المعدن المستعاد أو المستخلص تتم تنقيته أو إعادة إذابته أو تكريره إلى شكل يمكن استخدامه بنفس الطريقة التي تستخدم بها المعادن البكر.
- Recovery الاستعادة -** أخذ بنود معدنية أو تشتمل على المعدن وقطع معدنية قبل وصولها إلى مجرى النفايات، أو استبعادها من مجرى النفايات.

Recovery operation عملية الاستعادة - وهي عملية يتم فيها تحويل المواد التي لم تعد تصلح للغرض الموجهة إليه أصلاً، إلى حالة قابلة للاستخدام، أو التي يمكن بها استخلاص المواد بحيث تظل في شكل يسمح باستخدامها.

Recycling إعادة التدوير - (أ) إعداد البنود والقطع المستعادة بحيث يجوز استخدامها مباشرة (بإعادة الإذابة المباشرة) أو بإرسالها إلى عملية الاستخلاص.

(ب) سلسلة الأنشطة بما فيها الجمع والفصل والتحويل، التي تتم بها استعادة المنتجات أو غيرها من المواد من مجرى النفايات الصلبة في شكل مواد خام وذلك لتصنيع منتجات جديدة غير الوقود لإنتاج الحرارة أو الطاقة عن طريق الاشتعال.

Residue مخلفات - أي شيء متخلف من شيء آخر.

Runaround scrap - مواد خردة متولدة داخل الموقع عن طرق الصب، البثق، الدرفلة، والكشط، تصنيع المعادن/ التشكيل والتمغ، و القطع، والتشذيب والتي لا تحتوي على طلاء أو طبقات صلبة، ولكنها ليست مواد الخردة الناتجة عن الخراطة، الثقب، التفريص (التقطيع الدوار milling) والعمليات الآلية الأخرى والتي يتم تلقيحها مباشرة مرة أخرى في العملية.

Scaling تكون قشرة أكسيد - ناتج التأكسد الذي يغطي السطح المعدني أثناء التسخين في الجو غير مانع للتأكسد.

Skimming الكشط - أنظر إزالة الشوائب.

Slag الخبث - المادة المتكونة نتيجة لالتحام مكونات شحنة، أو التحام نواتج تشكل بواسطة تفاعلات بين المواد العسرة (الصابرة)

Sludge الركازة - العكارة - الجوامد المترابطة الراسبة المنفصلة عن مختلف أنواع المياه نتيجة لعلميات طبيعية أو اصطناعية.

Smelter المصهر - مكان أو منشأة يتم داخلها إذابة الخامات المعدنية.

Sprue قناة الصب - قناة رأسية يتم عن طريقها ملء القالب، والمادة المعدنية التي تتصلب داخل القالب.

Sublimation التصعيد - تحويل مادة صلبة عن طريق الحرارة إلى غاز دون المرور بالحالة السائلة.

Sweat furnace فرن التعرق - ويعرف أيضاً باسم Dry hearth furnaces، أو (فرن المحمرة الجافة) وتقوم أفران التعرق بفصل المواد عن طريق إذابتها تبعاً لنقطة ذوبان كل معدن على حدة.

TCLP - إجراء نض الخواص السمية

TWA - المتوسط المرجح - زمنياً للتركيز المحمول في الهواء.

Volatilization تبخير المواد - تبخير مادة من حالة سائلة مع زيادة معدل التبخير عادة تبعاً لزيادة درجة الحرارة أو خفض الضغط.

Waste النفاية - مواد أو أشياء يتم التخلص منها أو يقصد التخلص منها أو مطلوب التخلص منها بموجب أحكام قانون وطني.

المرفق الثاني

المراجع وثبت المراجع

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1994) Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices 1994, ACGIH, Cincinnati, Ohio.

Campbell, M. C. (1996) 'Non-Ferrous Metals Recycling', ICME available at http://www.icmm.com/html/pubs_intro.php.

Dalrymple, C.W. (1995), Heavy Metals in Industrial Wastewater, PE Hydrologics Inc 101 S Platte Drive, Englewood, Colorado.

Gilbert and Ramachandran (1995) 'Treatment and minimization of heavy metal containing wastes' article in Proceedings edited by J.P. Hager et al, The Minerals, Metals and Materials Society.

Henstock, M. (1996) 'The Recycling of Non-Ferrous Metals', ICME available at http://www.icmm.com/html/pubs_intro.php.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14001- Environmental Management Systems - Specification with Guidance for Use.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14004 - Environmental Management Systems - General Guidelines on Principles, Systems and Supporting Techniques.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14010 - Guidelines for Environmental Auditing - General Principles of Environmental Auditing.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14011.1 - Guidelines for Environmental Auditing - Audit Procedures - Part 2 - Auditing of Environmental Management Systems.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14012 - Guidelines Environmental Auditing- Qualification Criteria for Environmental Auditors.

White, C.V. and J.P. Hager, (1996), Dept Metallurgical and Materials, Engineering, Colorado School of Mines, Golden, Colorado.

المرفق الثالث

مراجع أخرى مفيدة

- وللحصول على معلومات عامة بشأن المعادن:

 - المجلس الدولي للتعدين والمعادن (ICMM)،
3rd Floor, 19 Stratford Place, London W1C 1BQ, United Kingdom, Phone +44 20 7290
4920, E-mail info@icmm.com; web site <http://www.icmm.com>
 - المؤسسة الأسترالية للمعادن – الموقع الشبكي <http://www.amf.com.au/amf>
- وللحصول على معلومات متعلقة بصقل المعادن:

 - دليل صقل المعادن (مطبوع سنوي)
 - العمليات التي يقوم بها معهد صقل المعادن (مطبوع يصدر كل شهرين)،
Exeter House, 48 Holloway Head, Birmingham B1 1NQ, UK
(e-mail <ukfinishing@dial.pipex.com>)
 - الطلاء وصقل الأسطح (مطبوع شهري)،
AESF/NAMF/MFSA, Government Relations Office, 2600 Virginia Ave, NW, Suite 408,
Washington, DC 20037 Fax 202/965-4037
- وللحصول على معلومات بشأن معادن محددة:

 - الأنثيمون، الزرنيخ، السيلينيوم، والتلوريوم: الحلقة العلمية الصغرى عن المعادن، التعدين، استخلاص المعادن من فلزاتها واستكشاف المعادن. (٢٠٠٠)
 - السيلينيوم: بقايا ونفايات التعدين المحضر ٩٥ للمؤتمر الدولي الثاني، جامعة ولاية كلورادو، إدارة الهندسة المدنية.
- وللحصول على معلومات تتعلق بالصحة والسلامة المهنية:

 - المعهد الوطني للسلامة والصحة المهنيين، مبادئ توجيهية بشأن المخاطر الكيميائية على الصحة المهنية، مطبوعة حكومة الولايات المتحدة الأمريكية
 - وللحصول على معلومات بشأن التأثيرات البيئية للمعادن ومركبات المعادن:

 - وكالة حماية البيئة التابعة للولايات المتحدة الأمريكية: <http://www.epa.gov>
 - وللحصول على معلومات بشأن التأثيرات المعادن ومركبات المعادن على صحة الإنسان:

 - منظمة الصحة العالمية: <http://www.who.int>
 - وللحصول على معلومات بشأن الإنتاج الأنظف:

 - جريدة الإنتاج الأنظف (تصدر كل ثلاثة أشهر)،
Elsevier Science Ltd, PO Box 800, Oxford OX5 1DX, UK Fax +44 1865 853333

المرفق الرابع

المواقع الشبكية

<http://www.amm.com/ref/glossary.htm>. The American Metal Market - Glossary for technical terms and terms of art.

<http://www.jrc.org/>. European Commission Joint Research Centre.

<http://www.bir.org/>. Bureau for International Recycling.

www.isri.org. Institute of Scrap Recycling Industries.

www.ilmc.org.

www.unctad.org. UN Transport of Dangerous Goods Code.

<http://www.pacificraremetals.com/>.

<http://www.namf.org/>.

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity>.

www.ilzsg.org. International Lead Zinc Study Group.

<http://www.chromium-asoc.com>

<http://www.un.org/Pubs/whatsnew/e99rtd.htm>. Packaging methods conforming to UNCTG.

www.metalbulletin.co.uk. The Metal Bulletin.

<http://www.amm.com/>. The American Metal Market.

<http://www.jrc.org>.

<http://www.icmm.com/>. International Council on Mining and Metals.

<http://www.unepie.org/>. UNEP Industry and Environment Programme.

<http://www.unep.or.jp/ietc/>. UNEP International Environment Technology Centre.

<http://www.iso.ch/>. International Organization for Standardization.

<http://europa.eu.int/comm/environment/emas/>. European Commission Eco Management and Audit Scheme.

<http://www.unido.org/doc/331372.htmls> or <http://www.emcentre.com/unepweb/>. UNEP Technical Report series No.7.

http://www.ec.gc.ca/cceb1/eng/public/CuZn_e.html.

<http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>. United States of America Environment Protection Agency drinking water standards.

<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/sw846.htm>. The laboratory method for TCLP.

<http://www.amf.com.au/amf>. Australian Mineral Foundation.

<http://www.epa.gov>. United States of America Environment Protection Agency.

<http://www.who.int>. WHO.

www.eippcb.jrc.es. European Centre for Best Available Technology.

<http://www.basel.int/links.htm> Basel Convention links page giving several sites for cleaner production.
