SC

UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.1

الأمم المتحدة

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

Distr.: General
23 November 2015

Arabic
Original: English

اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة

لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة
الاجتماع الحادي عشر
روما، ١٩-٢٣ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٥

تقرير لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بشأن أعمال اجتماعها الحادي عشر

ضميمة

تقييم إدارة المخاطر بشأن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم)

في اجتماعها الحادي عشر، وفي مقررها POPRC-11/1 اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، تقييم إدارة مخاطر الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم) على أساس المشروع الوارد في مذكرة الأمانة (UNEP/POPS/POPRC.11/2). ويرد نص تقييم إدارة المخاطر بعد تعديله، في المرفق لهذه الضميمة. ولم يخضع للتحرير الرسمي.

المرفق

الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم

(الخليط التجاري، للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم)

مشروع تقييم إدارة المخاطر

من إعداد الفريق العامل لما بين الدورات المعني بالإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم

لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة

تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٥

جدول المحتويات

موجز تنفيذي ٤

١ - المقدمة ٦
١-١ الهوية الكيميائية للمادة المقترحة ٧
١-٢ النتائج التي خلصت إليها لجنة الاستعراض، معلومات المرفق هاء ٩
١-٣ مصادر البيانات ١٠
١-٤ حالة هذه المادة الكيميائية في الاتفاقيات والمنتديات الدولية ١٠
١-٥ أي تدابير رقابة دولية أو إقليمية مُتخذة ١١
٢ - معلومات موجزة تتعلق بتقييم إدارة المخاطر ١٥
٢-١ تحديد تدابير الرقابة الممكنة ١٦
٢-٢ فعالية وكفاءة تدابير الرقابة المحتملة في تحقيق أهداف تخفيض المخاطر ١٨
٢-٣ معلومات عن البدائل (المنتجات والعمليات) حيثما يكون ذلك مناسباً ٢٦
٢-٣-١ المواد البديلة ٢٨
٢-٣-٢ اللدائن ٣٠
٢-٣-٤ الاستخدامات الأخرى ٣٦
٢-٣-٥ التقنيات البديلة والمواد المقاومة ذاتياً للهب ٣٦
٢-٣-٦ المعايير والمتطلبات والحلول المتعلقة بالسلامة من الحرائق ٤٠
٢-٤ ملخص المعلومات بشأن الآثار المترتبة على المجتمع نتيجة تنفيذ تدابير الرقابة المحتملة ٤٢
٢-٤-١ الصحة، بما في ذلك الصحة العامة والبيئية والمهنية ٤٢
٢-٤-٢ الزراعة بما في ذلك تربية الأحياء المائية والحراجة ٤٦
٢-٤-٣ الكائنات الحية (التنوع البيولوجي) ٤٦
٢-٤-٤ الجوانب الاقتصادية والتكاليف الاجتماعية ٤٧
٢-٤-٥ الانتقال إلى التنمية المستدامة ٥١
٢-٥ اعتبارات أخرى ٥٢
٣ - تجميع المعلومات ٥٣
٣-١ تلخيص لموجز بيانات المخاطر ٥٣
٣-٢ موجز معلومات تقييم إدارة المخاطر ٥٤
٣-٣ التدابير المقترحة لإدارة المخاطر ٥٦
٤ - البيان الختامي ٥٧

موجز تنفيذي

١- قدمت النرويج، في ٢٠١٣، مقترحاً بإدراج الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم التجاري (الخليط التجاري، للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم) بصفته ملوثاً عضوياً ثابتاً بموجب اتفاقية استكهولم. وفي ٢٠١٤، وأثناء الاجتماع العاشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، تقرر أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، وهو المكون الرئيسي للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، يحتمل أن يؤدي نتيجة لانتقاله البعيد المدى في البيئة، تأثيرات ضارة كبيرة على صحة الإنسان والبيئة، مما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنه. وقد أُنشئ فريق عامل مخصص لإعداد تقييم لإدارة المخاطر للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، طبقاً للمرفق واو من الاتفاقية، لكى تبحثه لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة أثناء اجتماعها الحادي عشر في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٥.

٢- إن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم هو مادة كيميائية مُنتجة عن قصد، وتتألف من متجانس الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم الكامل البرومة أو الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ (أكثر من أو يساوى ٩٠-٩٧٪)، مع وجود مقادير صغيرة من الإيثر الثنائي الفينيل التُساعي البروم والثماني البروم. وقد خضع الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم للبحث لمعرفة آثاره المحتملة على الصحة والبيئة، وذلك لمدة تزيد على العقد من الزمان، وفُرضت عليه قيود وتدابير إدارة مخاطر طوعية في بعض البلدان والمناطق، وكذلك من جانب بعض الشركات. ولكن لا يزال إنتاج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مستمراً عالمياً لدى عدد قليل من البلدان.

٣- إن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم هو مُضافٌ لتثبيط اللهب ذو تطبيقات متنوعة بما في ذلك في اللدائن، والمنسوجات، والمواد اللاصقة، والمواد المانعة للتسرب، وطبقات الطلاء، والأحبار. كما أن اللدائن التي تحتوي على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم تُستخدم في المعدات الإلكترونية والكهربائية، والأسلاك والكابلات، والأنابيب والسجاد. أما في المنسوجات فيُستخدم الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بصورة رئيسية في التنجيد وفي ستائر النوافذ، والستائر والمراتب في المباني العامة والمنزلية، وكذلك في قطاع النقل. إن المقدار من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم الذي يُستخدم في اللدائن وفي المنسوجات عالمياً يتفاوت، غير أن نسبة ٩٠ بالمائة تقريباً من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ينتهي بها المطاف إلى اللدائن واللدائن المستخدمة في الإلكترونيات، بينما يستخدم المتبقي في المنسوجات المُبطنه وفي الأثاث المُنجّدْ وفي المراتب.

٤- وتحدث الانبعاثات الصادرة عن الخليط التجارى للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في البيئة أثناء جميع مراحل دورة حياة هذا الخليط، ولكن يُفترض أنها تبلغ أَوْجَها أثناء عمرها في الخدمة، وفي مرحلة النفايات. أما متوسط عمر الخدمة للمعدات الكهربائية والإلكترونية فيبلغ نحو ١٠ سنوات، ومن ثم يواصل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إطلاقاته في البيئة عن طريق مواد تُستخدم لمدة سنوات قادمة. ويتمثل أكثر تدابير الرقابة فعالية في تخفيض إطلاقات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ومكونه الرئيسي الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، في إدراج الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم) في المرفق ألف للاتفاقية بدون إعفاءات محددة. وبالإضافة إلى ذلك، سوف يكون من الضروري اتخاذ تدابير الرقابة الكفؤة لمناولة النفايات التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، ونتيجة للاستخدام التاريخي — والحالي، للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم كمثبط للهب، سوف يتحول عدد من المنتجات المستخدمة حالياً إلى

نفايات في المستقبل. ومن بين طرق تدمير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم هو ترميد النفايات التي تحتوى عليه عند درجات حرارة مرتفعة، مع وجود أنظمة لإزالة المركبات المحتملة للفورانات/الديوكسينات المبرومة التي تُنتج أثناء هذه العملية، إلى جانب الرصد المستمر والامتثال الصارم للمبادئ التوجيهية لأفضل التقنيات المتاحة، وأفضل الممارسات البيئية، وكذلك المعالجة السليمة بيئياً للرماد المتطاير. ويرد وصف الوسائل الأخرى في الوثيقة UNEP/POP/COP.7/INF/22 التي تنص أيضاً على قيود في إعادة التدوير.

٥- وتقضى المادة ٦ من الاتفاقية بالتخلص من النفايات بطريقة تجعل محتواها من الملوثات العضوية الثابتة يتدمر أو يتحول تحولاً نهائياً بحيث لا تُظهر خصائص الملوثات العضوية الثابتة، أو التخلص منها بصورة سليمة بيئياً إذا كان التدمير أو التحويل النهائي لا يمثل الخيار المفضل بيئياً، أو إذا كان محتوى النفايات من الملوثات العضوية الثابتة منخفضاً. ولهذا السبب، لا يوصَى بإعادة تدوير المواد التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بما يتجاوز القيمة الحدية من المحتوى المنخفض للملوثات العضوية الثابتة بل ينبغي تفاديه. وقد اكتُشف في الآونة الأخيرة وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ في عدد من المواد المصنوعة من مواد مُعاد تدويرها، ومن بينها مواد تُلامِسُ الغذاء. وهذا يُشير إلى أن من الصعب التحكم في محتوى الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم الموجود في المواد اللدائنية الموجهة لإعادة التدوير، وأن إعادة التدوير قد تُسهم في تعريض البشر للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وتظهر بيانات الرصد أيضاً أن إعادة التدوير تُسهم في تلوث بيئي شديد يؤدي إلى مخاطر على صحة السكان المحليين، ولا سيما في البلدان النامية حيث تحدث إعادة التدوير في القطاع غير النظامي. وتوجد حلول تقنية في قطاع النفايات لتحقيق إدارة نفايات أكثر استدامة، وذلك مثلاً عن طريق فرز المكونات التي تحتوى على مواد كيميائية خطرة ولكنها غير متوافرة على نطاق صناعي وبخاصة لدى البلدان النامية. وقد ينجم عن تقييد الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم تأثير اقتصادي على صناعة إعادة التدوير، غير أنه يصعب التكهن بالتكاليف الاقتصادية والمنافع. ومن غير المعلوم في الوقت الحاضر ما إذا كانت إعادة تدوير المواد اللدائنية والمنسوجات التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم لا تزال تحدث على نطاق واسع، وتُشير المعلومات المتوافرة إلى أن التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية لعدم تدوير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم قد تكون محدودة.

٦- ويحتاج الأمر إلى إجراء تحليل للتأثيرات الاقتصادية، على المستوى القطري أو الإقليمي، لمرافق إعادة التدوير، أما ما يمكن تعريفه بأنه هو الحل الأمثل فيعتمد إلى أقصى حد على السياق الاقتصادي والثقافي الذي يعمل النظام في ظله. فتكلفة اليد العاملة، وهيكل الاقتصاد بما في ذلك القطاع غير النظامي المُهم، والإطار التنظيمي الحالي، وإمكانيات وقيود الإنفاذ القانوني يجب أن تؤخذ في الحسبان من أجل التوصل إلى حلول يمكن أن تُحسن الوضع فيما يتعلق بالتاثيرات البيئية، والمخاطر المهنية والعائد الاقتصادي.

٧- واستناداً إلى المعلومات التي قُدمت اثناء تقييم إدارة المخاطر، والتجربة الجماعية التي أفادت بها التقارير، يمكن أن تكون هناك تحديات أمام بعض القطاعات، مثال ذلك، قطع الغيار القديمة لصناعات الفضاء الجوي والسيارات. وقد حددت بعض الأطراف وجود تحديات أمام إعادة التدوير. ونظراً لوجود هواجس بشأن الأصناف، والمُنتجات المستخدمة والمنتجات المُعاد تدويرها التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم التي يجرى تصديرها إلى البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال، فقد عارض خبراء آخرون إعفاء إعادة التدوير وذلك بسبب نقص القدرة على تحديد وتحليل المنتجات التي تحتوى على الإيثر الثنائي الفينيل

العشاري البروم. ويمكن لتدابير إدارة المخاطر الإضافية أن تشمل الإلزام بوضع بطاقة وسم على السلع الجديدة التي تحتوى على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم.

٨- ومع ذلك، فإن عدداً من البدائل الكيميائية من غير الملوثات العضوية الثابتة موجودة الآن في الأسواق للحلول محل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم الموجود في اللدائن والمنسوجات. وعلاوة على ذلك، توجد بدائل غير كيميائية، وحلول تقنية مثل المواد غير القابلة للاشتعال والحواجز المادية، على التوالي. وتُشير معلومات المرفق واو، والمعلومات المتوافرة الأخرى إلى أن أسواق المنسوجات – والأثاث – والإلكترونيات إنما تبتعد حالياً عن استخدام الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وأن عمليات الإحلال هذه قد نفذت، أو يجري تنفيذها بالنسبة لمعظم التطبيقات المعروفة ما لم يكن لها كلها.

٩- ويمكن توقع حدوث تأثير إيجابي على صحة الإنسان والبيئة نتيجة للتخفيض العالمي أو القضاء على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وقد اكتُشف عنصر الإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩، وهو المكون الرئيسي للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، كما اكتشفت نواتج تحلله على نطاق واسع في البيئات الواقعة داخل المباني وخارجها، وكما وجدت في أجسام بعض الكائنات بمستويات التركيز التي يبلغ فيها عن تأثيرات على النمو، وتأثيرات السُمية العصبية، واختلالات في الغدة الدرقية أو بمستويات قريبة منها.

١٠- توصى اللجنة، طبقاً للفقرة ٩ من المادة ٨ من الاتفاقية، أن يبحث مؤتمر الأطراف في اتفاقية استكهولم إدراج وتحديد تدابير الرقابة ذات الصلة على مكون الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩) من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المرفق ألف، مع تقديم إعفاءات محددة بالنسبة لبعض قطع الغيار القديمة الحرجة التي لا تزال تحتاج إلى تعريف في صناعتي السيارات والفضاء الجوي.

١ - المقدمة

١١- قدمت النرويج في ١٣ أيار/مايو ٢٠١٣، بصفتها طرفاً في اتفاقية استكهولم، مقترحاً لإدراج الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم) في المرفقات ألف، وباء و/أو جيم من للاتفاقية. وقد قُدم هذا المقترح (UNEP/POPS/POPRC.9/2) بموجب المادة ٨ من الاتفاقية، واستعرضته لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة أثناء اجتماعها التاسع في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٣. حيث وافقت اللجنة على أن المعايير الواردة في المرفق دال قد تم الوفاء بها. وفي اجتماعها العاشر المعقود في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٤ قيَّمت اللجنة مشروع موجز المخاطر للخليط التجارى للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2)، وذلك طبقاً للمرفق هاء، واعتمدت هذا الموجز (UNEP/POPS/POPRC.10/10) وقررت إنشاء فريق عامل لما بين الدورات لإعداد تقييم إدارة مخاطر لهذه المادة (المقرر ل ا م-١٠/٢).

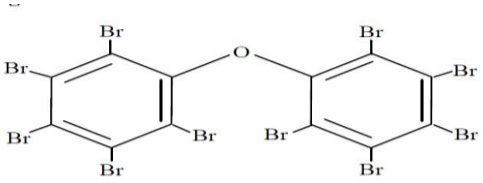
١٢- ويُستخدم المختصر c-decaBDE في هذه الوثيقة ليعني منتجات إيثر ثنائي الفينيل عشارى البروم التقنية أو التجارية. ويُشير الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ (BDE-209) إلى إيثر ثنائي الفينيل المتعدد البروم الوحيد والكامل البرومة، والذي يُشار إليه في بعض الأحيان في مواضع أخرى بـ decaBDE (الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم).

١-١ الهوية الكيميائية للمادة المقترحة

١٣- يُعنى تقييم إدارة المخاطر بالخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ومكونه الرئيسي BDE-209 (الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩). والخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم هو صيغة تجارية للإيثر ثنائي الفينيل متعدد البروم الذي يُستخدم على نطاق واسع كمضاف لتثبيط اللهب في المنسوجات واللدائن، وله استعمالات إضافية في المواد الاصقة، وفي طبقات الطلاء والأحبار (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٣ب). ويتألف الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بصورة غالبة من متجانس الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ (بنسبه أكبر من أو تساوي ٩٧٪)، إلى جانب مستويات منخفضة من متجانسات أخرى للإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم مثل الإيثر الثنائي الفينيل تُساعي البروم (٠,٣ - ٣٪)، ومثل الإيثر الثنائي الفينيل ثماني البروم (صفر-٠,٠٤٪). وقد أفاد تشين، وأخرون (٢٠٠٧) بأن محتوى الإيثر الثنائي الفينيل ثماني البروم، والإيثر الثنائي الفينيل تُساعي البروم لمنتجيْن من نواتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم من الصين هو في حدود ٨,٢ إلى ١٠,٤٪ مما يُشير إلى أن درجة أعلى من الشوائب قد توجد في بعض المزائج التجارية. ومن الناحية التاريخية جرى الابلاغ عن نطاق ٧٧,٤-٩٨٪ من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، ومقادير أصغر من متجانسات الإيثر الثنائي الفينيل تساعي البروم (٠,٣-٢١,٨٪)، والإيثر الثنائي الفينيل ثماني البروم (صفر-٠,٨٥٪) (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٢أ، ووكالة حماية البيئة الأمريكية ٢٠٠٨، ومحللو المخاطر والسياسات ٢٠١٤). إن مجموع الإيثرات الثنائية الفينيل الثلاثية البروم، والرباعية البروم، والخماسية البروم، والسداسية البروم، والسباعية البروم موجودة عادة بتركيزات تقل عن ٠,٠٠٣٩٪ بالوزن غير الجاف (المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية ٢٠٠٢، والوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٢أ). ويمكن وجود مقادير نزرة من المركبات الأخرى، التي يُظن أنها مركبات ثنائية الفينيل هيدروكسية مُبرومة موجودة كشوائب. وبالإضافة إلي ذلك، ذكرت بعض التقارير أن ديوكسينات ثنائي البنزين-ب- متعددة البروم والفورانات ثنائية البنزين متعددة البروم توجد كشوائب في بعض منتجات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (رين وآخرون، ٢٠١١).

١٤- وترد البيانات الكيميائية بشأن المركب الرئيسي في الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، ألا وهو الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، في الشكل ١ وفي الجدولين ١ و٢ أدناه (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٢أ). وتُفيد المعلومات المتوافرة، بأن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يتوافر حالياً من العديد من المنتجين والموردين عالمياً (رين وآخرون، ٢٠١٣؛ ومحللو المخاطر والسياسات ٢٠١٤) ويتم تسويقه تحت أسماء تجارية مختلفة (الجدول ١).

الشكل ١- الصيغة البنيوية



الجدول ١ الهوية الكيميائية للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ومكونه الرئيسي وهو الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩

الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:	1163-19-5[(١)]
الاسم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:	بنزين، ١، ١'- هيدروزيد سلفونيل البنزين [٢، ٣، ٤، ٥، ٦- خماسي البروم-]
الاسم لدى الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية:	٢، ٣، ٤، ٥، ٦ - خماسي البروم-١-(٢، ٣، ٤، ٥، ٦- خماسي برومو فينوكسى) بنزين
الرقم لدى المفوضية الأوروبية:	214-604-9
الاسم لدى المفوضية الأوروبية:	Bis (pentabromophenyl) ether - ثنائى الإيثر (خماسى برومو الفينيل)
الصيغة الجزيئية:	$C_{12}Br_{10}O$
الوزن الجزيئى	٩٥٩,٢ غ/مول
المرادفات	إيثر ثنائي الفينيل عشاري البروم، أوكسيد ثنائي الفينيل عشاري البروم، أوكسيد ثنائي الفينيل خماسي البروم، أكسيد ثنائي الفينيل عشاري البروم، فينوكسي بنزين عشاري البروم، بنزين ١,١' هيدروزيد سلفونيل البنزين، مشتق عشاري البروم، إيثر ثنائي الفينيل عشاري البروم، إيثان ثنائي الفينيل عشاري البروم[(٢)]، إيثر ثنائي الفينيل عشاري البروم، أكسيد ثنائى الفينيل عشاري البروم.
الأسماء التجارية	DE-83R, DE-83, Bromkal 82-ODE, Bromkal 70-5, Saytex 102 E, FR1210, Flamecut 10R. FR-300-BA الذي كان يُنتج في السبعينات ولم يعد متوافراً تجارياً الآن (وكالة البيئة الكندية، ٢٠١٠).

(١) كانت الأرقام في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية 2-70-109945 و5-74-145538 و8-32-1201677 تُستخدم أيضاً. وقد أُلغيت أرقام هذه المواد في سجل دائرة مستخلصات المواد الكيميائية رسمياً، وإن كانت قد بقيت في مجال الاستخدام العملي من جانب بعض الموردين والمصنعين.

(٢) ويستخدم أيضاً إيثان ثنائي الفينيل عشاري البروم DBDPE كمختصر لرقم الإيثان ثنائي الفينيل عشاري البروم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية 9-53-84852.

الجدول ٢

نظرة عامة على الخصائص الفيزيائية الكيميائية ذات الصلة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ومكونه الرئيسي الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩

الخاصية	القيمة	المرجع
الحالة الفيزيائية عند درجة حرارة ٢٠مئوية و١٠١,٣ كيلو باسكال	مسحوق مُتبلر، ناعم، أبيض إلى ضارب للبياض	المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
نقطة الانصهار/التجمد	٣٠٠ - ٣١٠ درجة مئوية	فريق البحر الميت المعني بالبروم (١٩٩٣)، أشير إليها في المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
نقطة الغليان	يتحلل عند درجة تزيد على ٣٢٠ درجة مئوية	فريق البحر الميت المعني بالبروم (١٩٩٣)، أشير إليها في المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
ضغط البخار	٤,٦٣ × ١٠$^{-٦}$ باسكال عند درجة الحرارة ٢١ مئوية	المنظمة الدولية المحدودة للحياة البرية (١٩٩٧)، أشير إليها في المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
الذوبانية في الماء	أقل من ٠,١ ميكروغرام/لتر عند درجة حرارة ٢٥ مئوية (طريقة عمود الشطف)	ستينزل وماركلي (١٩٩٧)، أُشير إليها في المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
ن - مكافئ التفريق في الأوكتانول/الماء (القيمة اللوغاريتمية)	٦,٢٧ (مقاسه بطريقة العمود المُولِّد) ٩,٩٧ (قُدرت باستخدام طريقة الاستشراب السائل العالي الأداء)	ماكجريغور ونيكسون (١٩٩٧)، وتانابي وتاتسوكاوا (١٩٩٠)، وقد أُشير إليهما على التوالي في المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
مكافئ التفريق في الأوكتانول/ الهواء (القيمة اللوغاريتمية)	١٣,١	كيلي وآخرون (٢٠٠٧)

٢-١ النتائج التي خلصت إليها لجنة الاستعراض، معلومات المرفق هاء

١٥- خلصت اللجنة أثناء اجتماعها العاشر إلى ''أن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم هو مادة تخليقية ليس معروفاً عنها حدوثها في الطبيعة، وهى تُستخدم كمثبط للهب في الكثير من التطبيقات في جميع أنحاء العالم. وما زالت إطلاقات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في البيئة مستمرة في جميع المناطق التي شملها البحث. إن متجانس الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ (أو الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم)، هو المكون الرئيسي للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وهو ثابت في البيئة ويتراكم أحيائياً ويتضخم أحيائياً في أجسام العديد من أنواع الأسماك، والطيور والثدييات، وكذلك في شبكات الأغذية. وقد توافرت دلائل على حدوث تأثيرات ضارة على النقاط الطرفية الحرجة التي تشمل التكاثر، والبقاء على قيد الحياة، والجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء. إن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ينحل أيضاً إلى الإثيرات ثنائية الفينيل متعددة البروم الأقل برومة، ذات خصائص الملوثات العضوية الثابتة المعروفة وخصائص الثبات، والتراكم البيولوجي والسُمية/عالية الثبات وعالية التراكم البيولوجي. وتُسهم المتجانسات الأقل برومة في النتيجة السمية للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩. ونتيجة لنزع البرومة، والمستودعات التاريخية للمتجانسات في الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل الخماسي البروم والخليط

التجاري للإيثر الثنائي الفينيل الثماني البروم في البيئة، تتعرض الكائنات إلى خليط مركب من الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم التي تشكل في مجموعها خطراً أعلى من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ وحده. وتكون المستويات المقيسة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ في أجسام بعض أنواع أحياء البيئة التي تضم حيويات ذات مستويات تغذوية أعلى، كالطيور والثدييات في المناطق الأصلية والنائية قريبة من التركيزات التي تحدث تأثيرات مبلغ عنها، ويُشير ذلك إلى أن متجانس الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ إلى جانب الإيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم يمثل مصدر قلق كبير بالنسبة لصحة الإنسان والبيئة. ولذلك فالخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، بمكونه الرئيسي، ألا وهو الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ يحتمل أن يؤدي، نتيجة لانتقاله لمسافات طويلة في البيئة، إلى تأثيرات ضارة كبيرة على صحة الإنسان والبيئة. مما يُبرر اتخاذ إجراءٍ عالميٍ بشأنه''.

١٦- قررت اللجنة كذلك إنشاء فريق عامل مخصص لإعداد تقييم لإدارة المخاطر يشمل تحليلاً لتدابير الرقابة المحتملة بشأن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وذلك طبقاً للمرفق واو للاتفاقية وذلك لبحثه أثناء اجتماعها القادم.

١-٣ مصادر البيانات

١٧- تم وضع تقييم إدارة المخاطر باستخدام المعلومات الواردة في موجز المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2) ومعلومات المرفق واو المقدمة من جانب الأطراف وأصحاب المصلحة الآخرين ومن بينها المنظمات غير الحكومية وكذلك دوائر الصناعة. وقدم ثمانية من الأطراف والمراقبين المعلومات: استراليا، وكندا، والصين، واليابان، ومالي، وهولندا، وصربيا، والولايات المتحدة الأمريكية. وقدم أربعة مراقبين غير حكوميين معلومات: رابطة مُصنعي السيارات الأوروبية، ومنتدى علوم البروم والبيئة، والمجلس الدولي للمنتجات الصناعية، وPaxymer AB، بالإضافة إلى الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة. وجميع التقارير الخاصة بالمرفق واو متوافرة على موقع الويب للاتفاقية على العنوان: (www.pops.int).

١٨- تم إدراج الكتابات العلمية التي تم استخلاصها من قواعد البيانات العلمية مثل الموقع الشبكي لمعهد الدراسات الدولي للعلوم والشؤون الطبية، وكذلك الكتابات ''الرمادية'' مثل التقارير الحكومية، وتقييمات المخاطر والأخطار، وصحائف وقائع دوائر الصناعة، إلخ.

١-٤ حالة هذه المادة الكيميائية في الاتفاقيات والمنتديات الدولية

١٩- في ١٩٩٢، أُعطيت الأولوية لمثبطات اللهب المبرومة في خطة العمل التابعة لاتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي. وفي ١٩٩٨، أُدرج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم جنباً إلى جنب مع الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى في قائمة ''المواد الكيميائية المؤهلة لأولوية التدابير'' وكذلك في التقييم المشترك، وبرنامج الرصد لدى اتفاقية حماية البيئة البحرية شمال شرق المحيط الأطلسي. وكانت اتفاقية حماية البيئة البحرية شمال شرق المحيط الأطلس قد شجعت على اتخاذ الإجراءات لدى الاتحاد الأوروبي بشأن استراتيجيات تخفيض المخاطر بالنسبة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والتشريعات الخاصة بالنفايات الإلكترونية.

٢٠- وفي ١٩٩٥، اتفقت البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي على الإشراف على التزام الصناعات الطوعي من جانب بعض المصنعين العالميين لمثبطات اللهب المبرومة، ومن بين هذه المواد الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وذلك من أجل اتخاذ تدابير إدارة مخاطر معينة. وقد نُفذ

التزام الصناعات الطوعي في الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا واليابان. كما توقف إنتاج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم منذ ذلك الحين في أوروبا، ويستمر التخلص التدريجي منه في الولايات المتحدة الأمريكية. وبالتوازي مع هذا العمل، أجرت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي تحقيقاً في ممارسات إدارة النفايات لدى البلدان الأعضاء من حيث ما يتعلق بالمنتجات التي تشتمل على مثبطات اللهب المبرومة. وتوجد نتائج هذا التحقيق مُوثَّقَة في التقرير المعني بترميد النواتج المحتوية على مثبطات اللهب المبرومة (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ١٩٩٨). وقد أُعدت مجموعات بيانات لفرز المعلومات، وموجز تقييم مبدئي بشأن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ الذي أعُد في إطار برنامج البيئة والصحة والسلامة التابع لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، والذي اعتمده الاجتماع السادس عشر لجمعية الرياضيات الصناعية والتطبيقية، وصادق عليه فيما بعد الاجتماع المشترك لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي في ٢٠٠٣. وتم تحديث صحائف المعلومات بشأن الأخطار/المخاطر، التي ينطوي عليها الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وأربعة مثبطات لهب مبرومة أخرى، حيث تم تحديثها في ٢٠٠٥، ٢٠٠٨ و٢٠٠٩ (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ٢٠١٤). إن الإيثرات ثنائية الفينيل المتعددة البروم بما فيها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ مواد كيميائية مثيرة للقلق بسبب إمكانية إخلالها بالغدد الصماء في ''حالة علوم المواد الكيميائية المسببة لاختلالات الغدد الصماء'' الصادرة عن منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (منظمة الصحة العالمية/برنامج الأمم المتحدة للبيئة ٢٠١٣).

١-٥ أي تدابير رقابة دولية أو إقليمية مُتخذة

٢١- خضع الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم للفحص لمعرفة تأثيراته المحتملة على الصحة والبيئة لفترة تزيد على عقد من الزمن. وقد اتُّخذت خطوات لتقييد استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في بعض البلدان والمناطق، وكذلك من جانب شركات إلكترونية كبرى (لأخذ لمحة عامة يُرجى الرجوع إلى: UNEP/POPS/POPRC.9/2، رين وآخرين، ٢٠١١).

٢٢- وفي أوروبا، توجد قواعد تنظيمية بشأن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم لدى الاتحاد الأوروبي والنرويج. وفي وجود الأمر الإداري الأوروبي بتقييد المواد الخطرة، تم في الاتحاد الأوروبي حظر استخدام الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، بما في ذلك الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية، التي تزيد التركيزات فيها على ٠,١٪ بوزن المادة المتجانسة. وعلى الرغم من دخول هذا التشريع حيز السريان في شباط/فبراير ٢٠٠٨، فقد أعفيت منه بصورة أولية المعدات الطبية. ومع ذلك، أُزيل هذا الإعفاء في حزيران/يونيه ٢٠١١، وخضعت الأدوات الطبية لطائلة الأمر الإداري الأوروبي لتقييد المواد الخطرة، اعتباراً من ٢٢ تموز/يوليه ٢٠١٤. وفي عام ٢٠١٢، تم تعريف الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم كمادة ثابتة ومتراكمة بيولوجياً وسُمية/عالية الثبات، عالية التراكم البيولوجي في الاتحاد الأوروبي، وأدرجت هذه المادة في قائمة المواد المُرشحة لأن تكون مُثيرة للقلق بشدة وخاضعة للتسجيل، والتقييم، والترخيص والتقييد من جانب القواعد التنظيمية للمواد الكيميائية. ويبحث الاتحاد الأوروبي الآن مقترحاً بتقييد التصنيع والاستخدامات، والطرح في الأسواق للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم كمادة، وكمكون لمواد أخرى، أو كمادة داخلة في خلائط، إذا كان تركيزها يساوي أو يزيد على ٠,١٪ بحسب الوزن. ومن المقترح أيضاً تقييد المواد التي تشتمل على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بتركيزات تزيد عن ٠,١٪ من حيث الوزن. ومع ذلك، يُقترح التقييد الجزئي للمواد المطروحة في سوق المواد المستعملة، بالنسبة للمعدات الإلكترونية والكهربائية التي يشملها الحظر الحالي على هذه المنتجات،

وبالنسبة للمنتجات التي تُستخدم في قطاعي الطيران والسيارات، كما هو الحال عند الإنتاج، أو الصيانة، والإصلاح، أو التعديل لأى طائرة، أو مكون من المكونات المؤهلة للتركيب، والمنتجة بموجب شهادة اعتماد رسمية لجدارة الطيران، أو شهادة اعتماد رسمية مُقَيِدة (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٥) وكذلك بالنسبة لقطع الغيار المتقادمة التي تُستخدم في إصلاح وصيانة المركبات التي توقف إنتاجها. وبالإضافة إلى ذلك، يبدو أن القرائن المتوافرة تُشير إلى أن القيود المقترحة لن تُحدث تأثيراً سلبياً إضافياً على إعادة تدوير المواد. وينبغي جمع المزيد من المعلومات لإثبات عدم حدوث تأثيرات على إعادة التدوير. ويُحظر في النرويج الإنتاج أو الاستيراد أو التصدير، أو الطرح في الأسواق، أو الاستخدام للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بتركيزات ٠,١٪ أو أكثر وذلك كمادة، أو كمستحضرات أو كمواد مصنوعة. ويشمل هذا الحظر، الذي دخل حيز السريان في ٢٠٠٨، جميع الاستخدامات باستثناء استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في وسائل المواصلات. وبالإضافة إلى ذلك، فالخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مُدرج في القواعد التنظيمية للنفايات التي تنص على أن النفايات التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بتركيزات تصل إلى أو تزيد عن ٠,٢٥٪ يجب التعامل معها كنفايات خطرة.

٢٣- واعتُمد التقييد الأول في أمريكا الشمالية من جانب كندا في ٢٠٠٨، وذلك بفرض حظر على تصنيع الإيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم، والتي تشمل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، خضوعاً للقواعد التنظيمية الخاصة بالإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم (وكالة البيئة الكندية ٢٠٠٨). ففي آب/أغسطس ٢٠١٠، قامت وكالة البيئة الكندية والصحة الكندية بنشر أول استراتيجية نهائية مُنقحة لإدارة المخاطر تتعلق بالإيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم التي شددت على الهدف المتمثل في تخفيض تركيز الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم داخل البيئة الكندية إلى أقل مستوى ممكن، وقد أسفر ذلك عن اتفاق مع أكبر جهات مُنتجة عالمياً للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم من أجل التخلص التدريجي الطوعي من واردات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إلى كندا. واشتمل الاتفاق الطوعي على التخلص التدريجي من صادرات ومبيعات الخليط التجاري للإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم التي تُستخدم في صناعة المعدات الإلكترونية والكهربائية بحلول نهاية ٢٠١٠، وبالنسبة للنقل والاستخدامات العسكرية بحلول نهاية ٢٠١٣، وبالنسبة لجميع الاستخدامات الأخرى بحلول ٢٠١٢ (الوكالة الكندية للبيئة ٢٠١٠). وفي ٤ نيسان /أبريل ٢٠١٥، نشرت كندا القواعد التنظيمية المقترحة لحظر الاستخدام، والبيع والعرض للبيع، والاستيراد للإيثر الثنائي الفينيل الرباعي البروم، والخماسي البروم، والسداسي البروم، والسباعي البروم، والثماني البروم، والتساعي البروم، والعشاري البروم، وكذلك المنتجات التي تحتوي عليها (مثال ذلك الراتنجات، والمخاليط، والمتجانسات). ويستبعد المقترح التنظيمي البنود المُصنعة. وكانت كندا قد أجرت مشاورات بشأن خطتها لتنظيم الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الداخلة في منتجات ليست من المخاليط والمتجانسات والراتنجات: http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/fact-fait/glance-bref/pbde-eng.php. وتجري حالياً في الولايات المتحدة الأمريكية مرحلة تخلص تدريجي طوعي، ففي ١٧ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٩، وكنتيجة للمفاوضات مع وكالة حماية البيئة الأمريكية، أعلن المُنتِجون الأمريكيون للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وكذلك أكبر جهة استيراد أمريكية عن الالتزاماتها بالتخلص التدريجي الطوعي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم داخل الولايات المتحدة (المرفق واو – الولايات المتحدة الأمريكية). وتألفت الالتزامات من تخفيضات في التصنيع المحلي، والاستيراد والمبيعات من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم اعتباراً من ٢٠١٠. وما لبثت وكالة حماية البيئة الأمريكية أن شجعت المستوردين

الآخرين للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم على الانضمام لهذه المبادرة. وكجزء من هذا التشجيع، طورت وكالة حماية البيئة الأمريكية تصميماً لتقييم البدائل البيئية والكيميائية الخضراء بالنسبة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وذلك لمساعدة المستعملين على اختيار البدائل المناسبة. وبالإضافة إلى ذلك، اقترحت وكالة حماية البيئة الأمريكية إجراء تحديث للقاعدة الخاصة للاستخدام الجديد لكميات كبيرة من الإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم، واقترحت في نفس الوقت قانوناً للرقابة على المواد السمية القسم ٤، وقاعدة اختبارية للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل الخماسي البروم، والثماني البروم، والعشاري البروم. ويقضى هذا المقترح بأن قاعدة الاختبار سوف تحتاج إلى تطوير المعلومات الضرورية، وذلك لتحديد تأثيرات التصنيع، والمعالجة، وأي أنشطة أخرى تشمل هذه الخلائط التجارية للإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، على صحة الإنسان أو البيئة. وقد ذكرت وكالة حماية البيئة الأمريكية في المقترح اعتزامها تطبيق قاعدة الاستخدام الجديد لكميات كبيرة من الإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم بالنسبة لأى شخص يعتزم تصنيع (بما في ذلك استيراد) أو مُعالجة أي من المواد الكيميائية لأي نشاطٍ يحدد بوصفه استخداماً جديداً كبيراً، وتطبيق قاعدة الاختبار القسم ٤ من قانون مراقبة المواد السُمية إذا قرر أحدٌ أن التصنيع (بما في ذلك الاستيراد) أو تجهيز المخاليط التجارية للإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، بما في ذلك في المواد المصنوعة، لم يتوقف بحلول ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٣. وبالإضافة إلى ذلك، قدمت وكالة حماية البيئة الأمريكية المساعدة لإنشاء شراكة لتثبيط اللهب في قطاع الأثاث (كجزء من تصميم وكالة حماية البيئة الأمريكية للبرنامج البيئي). وهذا مشروع مشترك بين صناعة الأثاث، ومصنعي المواد الكيميائية، والمجموعات البيئية، ووكالة حماية البيئة الأمريكية لتحقيق فهم أفضل لخيارات السلامة من الحريق بالنسبة لصناعة الأثاث. وهذا النوع من المجموعات قد ساعد صناعات المنسوجات والرغاوي على الانتقال سريعاً بعيداً عن مثبطات اللهب المبرومة (وكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠١٤ب). وبالإضافة إلى ذلك، وفي داخل الولايات المتحدة الأمريكية، فرضت العديد من الولايات أيضاً قيوداً على تصنيع و/أو استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في تطبيقات معينة، بما في ذلك المراتب، ووسائد المراتب، ومنتجات الأسِرّة الأخرى، والمقاعد، والأثاث والمنتجات الإلكترونية (وكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠١٤أ). وللاطلاع على المعلومات المُحدَّثة بشأن القواعد التنظيمية الرسمية في قاعدة بيانات سياسات المواد الكيميائية على مستوى الولاية داخل الولايات المتحدة، انظر http://www.chemicalspolicy.org/chemicalspolicy.us.state.database.php (مركز لوول للإنتاج المستدام ٢٠١٥).

٢٤- وفي آسيا، اعتُمدت القيود في كل من الصين والهند وكوريا. وفي تنقيح للتشريع الصيني بشأن القواعد التنظيمية لتقييد النفايات الخطرة (الإجراء الإداري بشأن مراقبة التلوث الناتج عن النواتج الإعلامية الإلكترونية) تم اعتماد تقييد لاستخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المعدات الإلكترونية والكهربائية (منتدى علوم البروم والبيئة ٢٠١٢). وطبقاً للمعلومات الواردة من الصين في المرفق واو، لا يُسمح باستخدام الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية بتركيزات تزيد على ٠,١٪ بحسب الوزن، لوسم المنتجات ببطاقات عبوة بيئية. وينبغي مناولة النفايات الإلكترونية بما يتفق مع تشريعات نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية (جينهوي وآخرون، ٢٠١٥؛ منتدى علوم البروم والبيئة، ٢٠١٥أ). وبالإضافة إلى ذلك، فقد أُفيد بأن النفايات الإلكترونية التي تحتوي على مثبطات اللهب المكونة من الإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم ينبغي فصلها والتخلص منها كنفايات خطرة (جينهوي وآخرون، ٢٠١٥). وقد أعلنت الصين مؤخراً أنها سوف تحظر استخدام الإثيرات ثنائية الفينيل المتعددة البروم في السيارات، بحيث

لا يتجاوز تركيز هذه الإيثرات ٠,١ بالمائة اعتباراً من أول كانون الثاني/يناير ٢٠١٦. وسوف ينطبق هذا التقييد على قطع غيار السيارات الخاصة بسيارات الركاب التي تحتوى على أقل من تسعة مقاعد (فئة المركبات 1M). وينطبق هذا المعيار فقط على المُصنِّعين الصينيين، وعلى الشركات الدولية الضالعة في مشروعات مشتركة مع المُصنِّعين الصينيين. وبالنسبة للماركات الموجودة الآن بالفعل على الطريق أو في مرحلة الإنتاج، فسوف يتم التنفيذ التدريجي للمعيار لكب يطبق اعتباراً من ١ كانون الثاني/يناير ٢٠١٨ (كيميكال واتش، ٢٠١٥). وقد نفذت كوريا قانوناً في ٢٠٠٨، يغطي نهاية عُمرْ المنتجات والقيود المفروضة على المنتجات الإلكترونية والمرَكَبات. والإعفاءات والقِيَم الحدية والمواد المُقَيدة الواردة فيه هي نفسها الواردة في الأمر الإداري الأوروبي لتقييد المواد الخطرة. ويُعفى الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم من قائمة المواد الخطرة في التطبيقات البوليمرية بموجب القاعدة التنظيمية لإعادة تدوير الموارد في المعدات الإلكترونية والسيارات (منتدى علوم البروم والبيئة ٢٠١٢). وبصورة مماثلة للأمر الإداري الأوروبي المتعلق بنهاية عمر المركبة، تُعفى قطع الغيار المتقادمة للمركبات التي توقف إنتاجها من هذا التقييد. وفي الهند، دخلت قواعد النفايات الإلكترونية (الإدارة والمناولة) حيز التنفيذ في أيار/مايو ٢٠١٢. والفصل الخاص بتقييد المواد الخطرة بموجب قواعد النفايات الخطرة، يقيد استخدام الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم في المعدات الإلكترونية والكهربائية في حدود عتبة حدية قدرها ٠,١٪ (منتدى علوم البروم والبيئة ٢٠١٢، ٢٠١٥ب). وفي اليابان، يتعين بموجب قانون الرقابة على المواد الكيميائية الإبلاغ عن الإنتاج السنوي أو عن أحجام الاستيراد من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ وكذلك مع أحجام الشحنات (المرفق واو، اليابان).

٢٥- وبالإضافة إلى التدابير الواردة أعلاه والتي اتخذتها البلدان، اتُّخذت مبادرات للتخلص التدريجي الطوعي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم من جانب دوائر الصناعة. فاتفقت الشركات الأعضاء في منتدى علوم البروم والبيئة مع وكالة حماية البيئة الأمريكية، ومع السلطات الكندية على التخلص التدريجي الطوعي من إنتاج، واستيراد، ومبيعات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم داخل الولايات المتحدة وكندا اعتباراً من نهاية ٢٠١٣. وبالنسبة لصناعة السيارات التي تمثلها رابطة مُصنعي السيارات الأوروبية، فقد التزمت أيضاً، في آخر مساهمة لها في المشاورة العالمية للمكتب الاستشاري المعني بالأمان البيئي والتي تناولت القيود التي فرضتها أوروبا بشأن تسجيل وتقييم وترخيص المواد الكيميائية، بالتخلص التدريجي الكامل عالمياً من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، بحلول منتصف ٢٠١٨ على أقصى تقدير بالنسبة للإنتاج الحالي والتطويرات الجديدة. ولا يزال التخلص التدريجي مستمراً أيضاً في أمريكا الشمالية والصين. وقامت شركات الإلكترونيات بالفعل بالقضاء على، الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو التزمت بالقضاء عليها طبقاً لقواعد الاتحاد الأوروبي الخاصة بالأمر الإداري بتقييد المواد الخطرة، بما في ذلك شركة فيليبس، وألكترولوكس، وسوني، وديل، وإنتل، وشارب، وآبل، وهيوالت باكرد (رين وآخرون، ٢٠١١). وقام أصحاب مصلحة صناعيون آخرون بتنفيذ/إطلاق مبادرات طوعية. وشهدت ألمانيا اتفاقاً طوعياً بشأن استخدام وإنتاج جميع الإيثرات ثنائية الفينيل المتعددة البروم من جانب دوائر الصناعة الألمانية منذ ١٩٨٦، وذلك بسبب المخاوف من الفورانات والديوكسينات المبرومة التي يمكن أن تكون موجودة في المنتجات (ليزويتز وشوارز، ٢٠٠١). ولم يحقق هذا الالتزام سوي تأثير محدود (ليزويتز وشوارز، ٢٠٠١). ويُضاف إلى ذلك، أن كبار مُنتجي الأثاث العالميين، قد تخلصوا تدريجياً من استخدام الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم بما في ذلك الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وتَعرِض جهات إنتاج عالمية عديدة إنتاجها من المراتب والمراتب الخالية من الإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم (انظر مثلاً

http://mattresszine.com/mattress-news/pbde-free-manufacturer-product-list/). وبالإضافة إلى ذلك توجد مبادرات طوعية للتخلص من وتقليل الانبعاثات المحتملة من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والتقليل منها في البيئة. وقامت الرابطة الأوروبية لمثبطات اللهب جنباً إلى جنب مع المنظمة العالمية للصناعة، ومنتدى علوم البروم والبيئة بإطلاق مبادرة طوعية تهدف الشركات الأعضاء بموجبها إلى إدارة الانبعاثات الصناعية للأحجام الإنتاجية الكبيرة من مثبطات اللهب المبرومة، بما فيها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، ورصد هذه الانبعاثات والتقليل منها إلى أدنى حد ممكن، وذلك من خلال الشراكة مع سلسلة الإمدادات (البرنامج الطوعي لإجراءات الرقابة على الانبعاثات، ٢٠١٢). وهذا البرنامج الذي يُدْعَى برنامج التدابير الطوعية للرقابة على الانبعاثات كان قد بدأ في أوروبا في ٢٠٠٤، ولكنه أُدخل إلى أمريكا الشمالية واليابان في مرحلة لاحقة.

٢ – معلومات موجزة تتعلق بتقييم إدارة المخاطر

٢٦- وكما نوقش في موجز المخاطر، يُنتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بكميات كبيرة في جميع أنحاء العالم (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, UNEP/POPS/POPRC.10/INF/5). ففي الماضي، كان الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستأثر بنسبة ٧٥-٨٠٪ من إجمالي الإنتاج العالمي للإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم (كيمل، ٢٠٠٥؛ ومحللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤). ويضاف إلى ذلك أن المقدار العالمي الإجمالي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم الذي أُنتج خلال الفترة ١٩٧٠-٢٠٠٥ كان يتراوح بين ١,١-١,٢٥ مليون طن، وهو أشبه بنطاق إنتاج مركبات خماسي كلورو البنزين (بريفيك، ٢٠٠٢).

٢٧- إن الاستخدامات والتطبيقات الكثيرة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يتم استعراضها في موجز المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2، انظر أيضاً الجدول ١، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6) ولكن يمكن تقسيمها بصورة تقريبية إلى فئتين رئيسيتين – في البوليمرات اللدائنية وفي المنسوجات. وكما نوقش بالتفصيل في موجز المخاطر يتفاوت استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم داخل هذه التطبيقات من بلد إلى آخر ومن منطقة إلى أخرى. وكما ورد وصفه أيضاً في موجز المخاطر، تصدر انبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إلى البيئة في جميع مراحل دورة حياته، وأثناء الإنتاج، وأثناء الصياغة، وفي استخدامات الخط الأول والخط الثاني في المواقع الصناعية/المهنية، وكذلك أثناء عمر الخدمة للمواد، والتخلص منها كنفايات وكذلك أثناء عمليات إعادة التدوير (الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2 والمراجع الواردة فيها). وتؤكد بيانات الرصد (UNEP/POPS/POPRC.10/INF/5) إطلاق وتوزيع الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في البيئة عبر هذه المسارات ويُحتمل أن يحدث ذلك على امتداد إطار زمني طويل.

٢٨- وقد أُجري عدد من تقييمات الانبعاثات استناداً إلى النمذجة (وكالة البيئة البريطانية، ٢٠٠٩؛ ومحللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤؛ والوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ؛ إرنشو وآخرون، ٢٠١٣). وتُشير التقييمات في مجموعها إلى أن انبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم طوال فترة خدمتها، وعند التخلص من النواتج (كنفايات) تشكل أهم مصادر للإطلاقات وتوافق بيانات الرصد البيئية المُبلغ عنها (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). ويُسهم الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في انبعاثات الإيثرات ثنائية الفينيل متعددة البرومة الأقل برومة وكذلك الفورانات والديوكسينات المبرومة التي تتكون عن غير قصد طوال دورة الحياة الكاملة للإيثرات ثنائية الفينيل المتعددة البروم، مثل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2).

٢٩- وينبغي لتدابير الرقابة أن تُبحث بالنسبة لجميع مصادر التعرض والإطلاقات التي سلف وصفها بما في ذلك الإنتاج، والاستخدام وفي مرحلة إدارة النفايات.

٢-١ تحديد تدابير الرقابة الممكنة

٣٠- إن الهدف من (المادة ١) من اتفاقية استكهولم هو حماية صحة الإنسان والبيئة من الملوثات العضوية الثابتة. ويمكن تحقيق ذلك بإدراج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المرفق ألف، باء و/أو جيم في الاتفاقية، ويمكن أن يترافق ذلك مع منح إعفاءات لاستخدامات معينة و/أو أغراض مقبولة. وبالنظر إلى أن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم هو المكون الرئيسي في الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، فيُحتمل أن يؤدي بسبب انتقاله البعيد المدى في البيئة إلى تأثيرات كبيرة ضارة بصحة الإنسان والبيئة، مما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنه (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, UNEP/POPS/POPRC.10/10)، ومع مراعاة النهج التحوطي الوارد في المادة ١ من الاتفاقية، ينبغي لأى استراتيجية تهدف إلى تخفيض مخاطر الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أن تعمل بقدر الإمكان على التقليل من، الانبعاثات والإطلاقات التي تصدر عن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والقضاء عليها. ويتمثل أكثر تدابير الرقابة فعالية في إدراج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المرفق ألف للاتفاقية دون منح إعفاءات للإنتاج أو الاستخدام.

٣١- وإذا أُدرج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في هذه الاتفاقية فإنه ينبغي حينئذ تنفيذ أحكام المادة ٦ (١) (د) '٢'. ومعنى هذا أن النفايات سيتم التخلص منها بطريقة تدمرِّ محتوى الملوثات العضوية الثابتة أو تُحوِلها تحويلاً نهائياً لا رجعة فيه، بحيث لا تظهر خصائص الملوثات العضوية الثابتة، أو يتم التخلص منها بطريقة سليمة بيئياً، حيث يمثل التدمير أو التحويل النهائي الذي لا رجعة فيه الخيار المفضل بيئياً، أو يتم التخلص منها على نحو يجعل محتوى الملوثات العضوية الثابتة منخفضاَ. وينبغي للأطراف أيضاً أن تبحث في تدابير تخفيض الانبعاثات، واستخدام أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية في مرحلة إدارة النفايات. وبالإضافة إلى ذلك، على الأطراف أن تسعى جاهدة لتطوير استراتيجيات مناسبة لتحديد المواقع الملوثة بالخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. فإذا أمكن تحديد المواقع الملوثة، واتُخذت أساليب العلاج اللازمة، فإنها يجب أن تتم بصورة سليمة بيئياً.

٣٢- وفي حالة موافقة مؤتمر الأطراف على إعفاءات محددة و/أو أغراض مقبولة، ينبغي التمسك بتدابير خفض الانبعاثات مع استخدام أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية أثناء الإنتاج والتصنيع. ويمكن للتدابير الإضافية المرتبطة بالإعفاءات المحتملة و/أو الأغراض المقبولة أن تشتمل على اشتراط وضع بطاقات الوسم الملائمة والإعلامية أو وسائل أخرى لتحديد المنتجات الجديدة التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بما يماثل ما تم الاتفاق عليه عندما تم إدراج الدوديكان الحلقي السداسي البروم في القائمة (ا س-١٣/٦). وقد يكون من الضروري وضع بطاقات الوسم على المنتجات التي تحتوى على ملوثات عضوية ثابتة، وذلك كإجراء للإدارة الفعالة للنواتج عند تحولها إلى نفايات. وبالإضافة إلى ذلك، فإن وسم حاويات نفايات الملوثات العضوية الثابتة هو من إجراءات الأمان الأساسية والمهمة لإنجاح أي نظام لإدارة النفايات. وينبغي وسم كل حاوية من الحاويات لأجل تعريف الحاوية (مثال، رقم التعريف)، والملوث العضوي الثابت الموجود فيها ومستوى خطره (اتفاقية بازل، ٢٠١٥ب).

٣٣- وحدد بعض الأطراف أن هناك حاجة إلى إعفاء محتمل لإعادة التدوير. وذلك تمشياً مع الإيثرات الثنائية الفينيل العشارية البروم المُدرجة في المرفق. ومع ملاحظة وجود شواغل بشأن المواد، والمنتجات المستخدمة، والمنتجات المُعاد تدويرها التي تشتمل على ثنائي الفينيل العشاري البروم الذي يجري تصديره بصفة خاصة إلى البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال، فإن الخبراء الأفريقيين يعارضون الإعفاء من أجل إعادة التدوير نتيجة لنقص القدرات على تحديد وتحليل النواتج التي تشتمل على الإيثرات الثنائية الفينيل العشارية البروم. يضاف إلى ذلك، أن بعض رابطات صناعة النقل قد حددت الحاجة إلى إعفاءات لاستخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في إصلاح وتعديل الطائرات التي تُنتج بموجب شهادات التصميم الرسمية المعتمدة حالياً، وبالنسبة لقطع الغيار القديمة التي تقوم بعملها والتي تُستخدم في إصلاح وصيانة المركبات التي توقف إنتاجها. وقد اقتُرحت هذه الحاجة بشأن هذه الإعفاءات بموجب عملية التقييد الجارية لدى الاتحاد الأوروبي، حيث يحظى الإعفاء لصناعة السيارات بدعم المكتب الاستشاري المعني بالأمان البيئي. وتُثير الرابطة الكندية لمُصنِعي المركبات نقطة قلق وعدم ارتياح إزاء فرض حظر على إنتاج واستخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم نظراً لضرورة توفير الخدمة، وقطع الغيار للمركبات الموجودة حالياً في الأسواق. وبالإضافة إلى ذلك، تُفيد شركة بوينج، ورابطة الفضاء الجوي والدفاع في أوروبا بأنه تم إحلال مواد أخرى إلى حد كبير محل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المنتجات الأكثر حداثة، إلا أن ذلك لا ينطبق على جميع الاستخدامات في الوقت الحالي. وعلاوة على ذلك، أشارت صناعة الطيران والفضاء الجوي إلى ضرورة استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم كمثبط للهب في المكونات وقطع الغيار الخاصة بالطائرات، بما في ذلك طائفة من البوليمرات والمنتجات النسجية والكهربائية. طلبت صناعة السيارات التي تمثلها رابطة مُصنعي السيارات الأوروبية الحصول على إعفاء لقطع الغيار القديمة ذات الخصائص الوظيفية. ولا يجوز النظر في إعفاء قطع الغيار ذات الخصائص الخاصة بالزينة فقط. ويتعلق طلبها بمتطلبات اختبار المركبات الأصلية التي لم تعد تُنتج على نطاق واسع غالباً لم تعد موجودة منذ وقت طويل، ذلك أن إمكانية الإخضاع للاختبار غير موجودة بصفة خاصة بالنسبة للمكونات الوظيفية. يُضاف إلى ذلك أن من المحتمل أن يتوقف مُصنعو قطع الغيار ذات المكونات الوظيفية عن تصنيعها. ويمكن لهذا الأمر أن يُسفر في نهاية الأمر عن وجود قطع غيار غير مُجربه وخطيرة، أو غير مُمتثلة للالتزامات الوطنية لتقديم قطع الغيار هذه لمدة لا تقل عن ١٠ سنوات بعد انتهاء الإنتاج على نطاق واسع. وفي أسوأ الحالات، لا تكون المركبات قابلة للإصلاح ومن ثم يصبح من الواجب تخريدُها.

٣٤- ويمكن أن ينطوي التخلص التدريجي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم على إدخال مواد بديلة لتثبيط الحريق، والاستعاضة عن الراتنجات والمواد، وإعادة تصميم المنتجات، وكذلك إعادة تقييم اشتراطات السلامة من الحريق. وكما نوقش أيضاً في الفصل ٢-٣ من هذه الوثيقة، تتوافر البدائل وإن كانت في خصائص مخاطرها، وذلك بالنسبة لجميع استخدامات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، بل يمكن الحصول عليها بيسر (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٤أ؛ ووكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠١٤أ). وبالإضافة إلى ذلك، فبالنسبة لطائفة واسعة من التطبيقات التي يُستخدم فيها الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم تم إحلال مثبطات الحريق محل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (كيمل، ٢٠٠٥).

٢-٢ فعالية وكفاءة تدابير الرقابة المحتملة في تحقيق أهداف تخفيض المخاطر

٣٥- من أجل تخفيض انبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ينبغي أن تكون هناك تدابير للرقابة أثناء جميع مراحل دورة حياته.

٣٦- وعلى الرغم من اعتبار النفايات مصدراً مهماً لانبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، فقد أُفيد مؤخراً بأن المواد الموجودة في فترة الخدمة هي أكبر مصدر لانبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (محللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤؛ والوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). وبالنسبة للنواتج، يمكن التفكير في خيارات محتملة لإدارة المخاطر. ومع ذلك، فإن تدبير الرقابة الأكثر فعالية في تخفيف الانبعاثات العالمية لهو فرض حظر عالمي على إنتاج واستخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المواد، وتفادي إعادة تدوير المنتجات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وتُفيد المعلومات الواردة في القسم ٢-٣ بأن التخلص التدريجي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المنتجات الجديدة أمرٌ مجدٍ تقنياً، ويمكن إنجازه خلال إطار زمني قصير شريطة توافر البدائل لجميع الاستخدامات المعروفة، وسهولة الحصول عليها. ومع ذلك فمن شأن المواد المستخدمة أن تُسهم في الانبعاثات البيئية لبعض الوقت عقب تطبيق حظر أو تقييد عالميْن على دخول الاستخدام حيز النفاذ. ومن الصعب التنبؤ بدقة بطول الفترة التي تستمر فيها المنتجات مصدراً لانبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وتتفاوت عمر الخدمة التقديري للمنتجات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم فيما بين المنتجات (مثلاً المعدات الكهربائية والإلكترونية أو التنجيد) فيما بين المناطق العالمية. وبالإضافة إلى ذلك، يُستخدم الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في طائفة واسعة من المنتجات بحيث يصبح تقدير أعمار الخدمة لكل نوع من المنتجات أمراً صعباً للغاية. واستخدمت تقديرات الانبعاثات الأوروبية متوسط ١٠ سنوات كعمر للخدمة (إرنشو وآخرون، ٢٠١٣). وطبقاً لبويكينز ويانغ (٢٠١٤) يتراوح متوسط عمر الخدمة للمعدات الإلكترونية والكهربائية من ٣-١٢ عاماً على المستوى العالمي، مع تمتع الأجهزة/العناصر الكبيرة بعمر خدمة أطول. وفي الصين يبلغ عمر الخدمة التقديري ١٠-١٦ عاماً بالنسبة لمعظم منتجات المعدات الإلكترونية والكهربائية باستثناء الحواسيب التي يقال إن عمر الخدمة لديها لا يزيد عن ٤-٦ أعوام (يوان، ٢٠١٥). وفي بعض البلدان النامية، قد تمتد أعمار الخدمة لنواتج مختلفة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إلى فترة أطول.

٣٧- وبالإضافة إلى الإطلاقات من النواتج أثناء عمر خدمتها، فإن الإطلاقات التي تنطلق من النواتج والمواد عند تحولها إلى نفايات تُثير أيضاً قدراً كبيراً من القلق (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٤أ، ب؛ التقييم البيئي البريطاني، ٢٠٠٩). وعقب إدراج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في اتفاقية استكهولم يمكن تحديد مستوى التركيز للمحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة، وذلك بالتعاون مع اتفاقية بازل التي سوف تُكلف هي الأخرى عادة بتحديد الطرق التي تُشكل التخلص السليم بيئياً. ولدى استحداث تدابير إدارة النفايات، بما في ذلك التدابير بالنسبة للمنتجات والمواد عندما تصبح نفايات، طبقاً للمادة ٦ من الاتفاقية، فإن من شأن ذلك أن يضمن للنفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بتركيزات تزيد على المحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة، أن يتم التخلص منها بصورة فعالة وكفؤة بحيث يتدمر محتواها من الملوثات العضوية الثابتة، أو يتم التخلص منها بصورة سليمة بيئياً. ويمكن لهذه التدابير أن تُعنَى بالمناولة السليمة للنفايات، وجمعها ونقلها وتخزينها، وضمان التقليل إلى أدنى حد من الانبعاثات وحالات التعرض ذات الصلة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم من

النفايات. وسوف يساعد تحديد القيمة المنخفضة للملوثات العضوية الثابتة والمبادئ التوجيهية التي طورتها اتفاقية بازل الأطراف على التخلص من النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بصورة سليمة بيئياً (UNEP/CHW.12/INF/9).

٣٨- ومن المتوقع للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أن يكون موجوداً في اللدائن والمنسوجات، وفي العديد من مسارات النفايات مثل ''المركبات المنتهية العمر'' والنفايات الإلكترونية، والمنسوجات والنفايات المختلطة. وتكون المعلومات المتعلقة بمستويات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مسارات النفايات تلك محدودة. ولكي تكون التدابير العالمية كفؤة، ومن أجل المناولة السليمة للنفايات يحتاج الأمر إلى تحديد المواد المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ وذلك من أجل تيسير تدمير محتوى الملوثات العضوية الثابتة في النفايات (UNEP/CHW.12/INF/9). وفي مسارات النفايات، ويمكن فرز المواد المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، إما يدوياً أو باستخدام نظم الفرز الآلية. ولا يكون الفرز الآلي مُجدياً دائماً، لأن المواد المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ليست سهلة التحديد بدون استخدام معدات تقنية متقدمة، أو لأن النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مخلوطة بمواد أخرى، الأمر الذي يجعل الفرز أكثر صعوبة من الناحية التقنية. ومهما يكن من أمر، فإن إنشاء قائمة حصر للنفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم قد يساعد الأطراف وكذلك الصناعة على تحديد الأجزاء الصغيرة من النفايات التي قد تكون حاملة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، الأمر الذي يسمح أيضاً بإجراء فرزٍ سليم للنفايات بالطرق اليدوية، وإن كان أقل دقة. وتفيد الدراسات التي نشرها حديثاً مجلس وزراء دول الشمال بأن عمليات معالجة النفايات الإلكترونية بعناصر ذات تكنولوجيا منخفضة إلى حد كبير، بما في ذلك التفريق والفصل اليدويْن للنفايات الإلكترونية، يمكنها أن تحقق الآن إعادة تدوير أفضل بكثير للدائن مما تحققه البدائل العالية الميكنة والأتمتة. وتتحمل نُهج التكنولوجيا الأكثر انخفاضاً تكاليف أعلى نسبياً، ولذلك فهي قد تبدو غير جذابة داخل قطاع يبدو فيه التقدم التكنولوجي أمراً حيوياً.

٣٩- وحددت وثيقتان توجيهيتان، وُضعتا في إطار اتفاقية استكهولم،[(١)] التكنولوجيات المشتركة، ونُهج تحديد وفرز النفايات التي تشتمل على الإيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم المُدرجة في الاتفاقية، وكذلك لإعادة تدويرها. وتتوافق هذه الطرق مع كل من الفرز اليدوي والآلي للنفايات. ومع ذلك تقوم صناعة إعادة التدوير في واقع الأمر بالفصل بين اللدائن على أساس إجمالي محتوى البروم، وليس على أساس كل مثبط لهب مبروم على حدة (UNEP/POPS/POPRC.6/2/Rev.1).

٤٠- وقد أفادت دراسة هولندية صدرت مؤخراً بأن الملوثات العضوية الثابتة- الإيثرات الثنائية الفينيل العشارية البروم (بما في ذلك الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩) ينتهي بها الأمر إلى مسارات نفايات اللدائن. وبصفة عامة، وجدت الملوثات العضوية الثابتة - الإيثرات الثنائية الفينيل العشارية البروم في عدد قليل جداً من فرادى السيارات أو النفايات الإلكترونية. ومع ذلك، غالباً ما وجد الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ (بنسبة ٩٢-١٠٠٪) في المواد المقطعة من النفايات الإلكترونية أو السيارات، وفي الحبيبات اللدائنية المُعاد تدويرها (١٠٠٪) بتركيزات أعلى من الملوثات العضوية الثابتة - الإيثرات الثنائية الفينيل العشارية البروم. ويرجع سبب ذلك في الغالب إلى خلط مسارات النفايات أثناء التقطيع (الإدارة المتكاملة

(١) التوجيهات لقائمة جرد الإيثرات ثنائية الفينيل المتعددة البروم المُدرجة في اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة.

للمركبات/IVAM، ٢٠١٣). ففي أوروبا صيغت خطة مسؤولية المُنتِج الموسعة في الأمر الإداري الأوروبي عن المَركبات المنتهية العمر (2000/53/EC) والذي يتطلب إعادة تدوير المواد المأخوذة من المركبات المُنتهية العمر من أجل الوفاء بحصة إعادة تدوير صارمة تبلغ ٨٥ بالمائة. أما الالتزامات الثانوية بإعادة التدوير فهي موجودة أو ناشئة في البلدان الأخرى (فهي مثلاً، توجد بالفعل في كوريا ولا تزال ناشئة في الهند). ويبلغ المعدل الكلي لإعادة التدوير للمركبات المنتهية العمر لدى الاتحاد الأوروبي نحو ٨٥٪ (الإحصاءات الأوروبية/٢٠١٥). وقد أبلغت السويد بأن اللدائن المتخلفة عن المركبات المنتهية العمر تنتهى عادة في صورة أجزاء خفيفة خارجة من آلة التقطيع، ويتم ترميدها بصورة رئيسية، وطمرها في الأرض في بعض الحالات. وفي النرويج، تم التعرف على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ في مواد تنجيد السيارات الواردة من آسيا، بمستويات تصل إلى ١,٥-٢,٥٪ بالوزن غير الجاف، وتعتبر مكونات النفايات خطرة إذا كانت تحتوى على أكثر من ٠,٢٥٪ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ويتم ترميدها بعد تقطيعها. وفي ألمانيا، تجري إعادة تدوير الأجزاء اللدائنية الكبيرة من المركبات في نهاية العمر بصورة رئيسية، ولكن يُعاد استخدم قرابة نسبة ١٠٪ منها. ويتم ترميد الأجزاء الصغيرة الخارجة من آلة التقطيع ذات القيمة الحرارية العالية، أو تُستخدم لاسترداد الطاقة منها، بينما يمكن استخدام القطع ذات القيمة الحرارية المنخفضة، ذات المحتوى المعدني الأعلى في إنشاء مطامر النفايات أو ردم المناجم (محللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤)، وفي الدراسة الهولندية الأخيرة لم يُعثَر على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في أجزاء المركبات الأوروبية التي انتهى عمرها، وإنما وجد في ٥٩٪ من أجزاء المركبات الأقدم التي انتهى عمرها في السيارات الأمريكية والآسيوية التي تم تجميعها قبل ٢٠٠١. وأظهرت التحليلات التركيزات تراوحت من أقل من ٢ إلى ٢٣,٠٠٠ ميكروغرام/غرام (الإدارة المتكاملة للمركبات/IVAM، ٢٠١٣؛ والجدولين ٢ و٣ على التوالي في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وتبين هذه الدراسات مجتمعة أن ضرورة فرز وإزالة الأجزاء المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم قبل التدمير (أي التقطيع) وعمليات إعادة التدوير قد تكون مهمة وفعالة لتفادي المزيد من تبعثر محتوى الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم الموجود في النفايات. ومع ذلك، ينبغي ملاحظة أن فصل الأجزاء المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يمكن أن يكون غير عملي وذلك نتيجة لتنوع الأجزاء المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المركبات التي بلغت نهاية العمر. كما أن تكنولوجيات الفرز عقب التقطيع التي يمكنها أن تفصل الأجزاء الصغيرة المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ليست متوافرة على نطاق صناعي وبخاصة في البلدان النامية. ويمكن لسياسات مسؤولية المُنتِج الموسعة، التي يتم بموجبها توسيع مسؤولية المنتج لتشمل مرحلة النفايات في دورة حياة مُنتَج ما، أن تلعب دوراً رئيسياً في تنفيذ هذه الممارسات. وقد أشارت صناعة السيارات إلى أن الحصص الحالية والناشئة لإعادة التدوير لدى الاتحاد الأوروبي لا يمكن الوفاء بها بدون إلغاء جزئي لإعادة تدوير المركبات التي بلغت نهاية العمر.

٤١- إن تدمير النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم طبقاً للمادة ٦-١ د '٢' و٦-٢ من الاتفاقية من شأنه أن يُسهم في القضاء على الانبعاثات والتعرض الصادر عن النفايات. وتتوافر أساليب تقنية مختلفة لمناولة النفايات المحتوية على الملوثات العضوية الثابتة بصورة سليمة بيئياً (اتفاقية بازل ٢٠١٥أ، ب؛ اتفاقية استكهولم، ٢٠١٢أ). كما أن الترميد المتحكم فيه، حيث تتفكك مثبطات اللهب أثناء عملية الترميد، هو أحد وسائل التخلص من النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٤). ويعتبر الترميد عند درجات حرارة عالية بصورة عامة الأسلوب الفعال لتدمير الملوثات العضوية الثابتة مثل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري

البروم والإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، أو المنتجات المحتوية على هذه المواد الكيميائية، ومن أمثلة ذلك أجهزة ترميد النفايات الخطرة، والترميد المشترك في القمائن الأسمنتية (اتفاقية بازل ٢٠١٥أ). وتُشير الدلائل المستمدة من التجارب إلى أنه في بعض الحالات، بما في ذلك أحدث مرافق البلديات لترميد النفايات الصلبة لترميد النفايات، قد يؤدي ترميد الملوثات العضوية الثابتة إلى تَكَوُّن الديوكسينات– ثنائية البنزين متعددة البرومة، والفيورانات ثنائية البنزين متعددة البرومة، والديوكسينات –ب– ثنائية البنزين المبرومة–المكلورة، والفيورانات ثنائية البنزين (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠٠٥؛ الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١١؛ اتفاقية استكهولم، ٢٠١٢أ؛ ويبر وكوش، ٢٠٠٣). ويمكن لمنتجات الترميد تلك التي تتألف من النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أن تُدَمَر عند درجات حرارة تشغيل متواصلة الارتفاع مع التحكم في الانبعاثات الصادرة عنها إلى البيئة إلى حد ما عن طريق نُظم المعالجة بغاز المداخن، على الرغم من أن الرماد المتطاير المُلَوَثْ سيتكون أيضاً، وهو يتطلب التخلص منه بطمر النفايات الخطرة في الأرض. وتتمتع كفاءة الترميد وظروف التشغيل لنُظم المعالجة بغاز المداخن بأهمية كبيرة بالنسبة للانبعاثات الناتجة من الديوكسينات (مجلس وزراء دول الشمال ٢٠٠٥؛ فريق الخبراء الأوروبي المعني بصناعة مثبطات اللهب المبرومة، ٢٠٠٥). وتتوفر لدى عدد من البلدان والمناطق على المستوى العالمي قدرات ترميد الملوثات العضوية الثابتة، مثلاً في أجهزة ترميد النفايات الخطرة، أو عن طريق التجهيز المشترك للقمائن الأسمنتية. ومع ذلك، لا تتاح نظرة عامة على قدرات الترميد في العالم. وينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن قدرات ترميد النفايات الخطرة على نحو مناسب تقنياً غير متوافرة بالنسبة للملوثات العضوية الثابتة حتى لدى البلدان الصناعية. ونتيجة لذلك فإنه على أساس المدى القصير ينبغي، النظر في جهود النقل والتأثيرات البيئية المتصلة بها. وتوجد لدى بلدان أخرى مثل هولندا قدرات زائدة في هذا المجال.

٤٢- وفي الحالات التي لا يكون فيها التدمير ولا التحويل النهائي الذي لا رجعة فيه، هو الخيار المفضل بيئياً بالنسبة للنفايات التي يكون محتواها من الملوثات العضوية الثابتة يفوق المحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة، فيجوز استخدام تقنيات أخرى سليمة بيئياً. وقد يكون من بين الخيارات مواقع الطمر في الأرض ذات التصميم الهندسي الخاص، ومع ذلك، فإن المآل في الأجل الطويل للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المطامر الأرضية ليس مفهوماً فهماً جيداً. ويُعتقد أن مواقع الطمر في الأرض هي أبرز مصادر انبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم من النفايات (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). وقد دلّ رصد المواد المرتشحة من مواقع الطمر في الأرض على وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ (الهيئة النرويجية لمكافحة التلوث، ٢٠٠٩؛ وتشن وآخرون، ٢٠١٣)، وقد وُجِدَ أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ هو المتجانس المسَيطر أيضاً في رسوبيات الطمر في الأرض (الهيئة النرويجية لمكافحة التلوث، ٢٠٠٩). ومع ذلك، فلدى الكثير من البلدان يعتبر الطمر في الأرض حالياً أكثر الطرق شيوعاً للتخلص من النفايات، مما يؤدي إلى تراكم النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مواقع الطمر الأرضية (وكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠٠٧). إن النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بمقدار يزيد على مستوى المحتوى المنخفض للملوثات العضوية الثابتة لا يمكن طمرها في الأرض إلا في مطامر ذات تصميم هندسي خاص، وتكون مُصممة لمنع الرشح وبعثرة المواد الكيميائية الخطرة، على النحو الموصوف في توجيهات اتفاقية بازل (اتفاقية بازل، ١٩٩٥، ٢٠١٥أ، ب؛ اتفاقية استكهولم، ٢٠١٢أ). أما النفايات التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم

بمقدار يقل عن مستوى المحتوي المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة فينبغي أن يتم التخلص منها بصورة سليمة بيئياً طبقاً للتشريعات الوطنية المختصة والقواعد والمعايير والخطوط التوجيهية الدولية.

٤٣- وثمة شاغل آخر يتمثل في حمأة المجارير (المواد الصلبة الحيوية). فقد تُستخدم هذه الحمأة في شكل أسمدة في التربة الزراعية، وقد وجد أنها تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ في كثير من الأحوال (دي ويت، وآخرون، ٢٠٠٥؛ الوكالة النرويجية للبيئة، ٢٠١٢؛ معهد البحوث البيئية الوطني، ٢٠٠٣؛ ريكلوند، وآخرون، ٢٠٠٨أ،ب؛ إرنشو، وآخرون، ٢٠١٣). وفي كثير من البلدان يجري ترميد الحمأة المستخلصة من منشآت معالجة مياه المجاري، أو التخلص منها في مناطق دفن النفايات وذلك نتيجة لارتفاع مستويات الملوثات البيئية فيها. فإذا كان تركيز الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الحمأة عند اعتبارها نفاية، يزيد على الحدود المنخفضة للملوثات العضوية الثابتة، على النحو الذي تُعرف به في نص الاتفاقية في المادة ٦ الفقرة ٢ ج فينبغي اعتبارها نفايات خطرة. ويعتبر التلافي والتقليل من مستويات نفايات الملوثات العضوية الثابتة أولى الخطوات وأهمها في عملية الإدارة الشاملة والسليمة بيئياً لهذه النفايات. وتؤكد المبادئ التوجيهية بشأن أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية المتاحة BAT/BEP بموجب اتفاقية استكهولم أهمية خفض مصادر هذه النفايات بما في ذلك التقليل إلى أدنى حد من كميات النفايات، والحد من السمية وغير ذلك من الخواص الخطرة (اتفاقية استكهولم ٢٠١٢أ). وتدعو اتفاقية بازل في مادتها الرابعة، الفقرة ٢ الأطراف إلى ''ضمان خفض توليد النفايات الخطرة وغيرها من النفايات إلى أدنى حد ممكن'' وينبغي أن تكون عملية تلافي النفايات الخيار المفضل في أي سياسة لإدارة النفايات. ووفقاً للإطار الخاص بالإدارة السليمة بيئياً لإدارة النفايات الخطرة وغيرها من النفايات، وتنخفض الحاجة إلى إدارة النفايات و/أو المخاطر والتكاليف المرتبطة بالقيام بهذا العمل عن طريق عدم توليد النفايات وضمان الحد من خطورة النفايات المولدة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة ٢٠١٣أ).

٤٤- وثمة خيار آخر لإدارة النفايات يتمثل في استعادة الطاقة، فيمكن تدمير مثبط اللهب المحتوي على البلاستيك في مواقع الترميد لاستعادة الطاقة. فعملية الترميد مع استعادة الطاقة تمثل عملية يتم من خلالها استعادة الطاقة المولدة من خلال حرق نفايات البلاستيك واستخدامها في إنتاج الحرارة و/أو الكهرباء للاستخدامات المنزلية أو الصناعية. ففي الاتحاد الأوروبي، أبلغ عن أن بعض إجزاء النفايات البلاستيكية المستخلصة من المَركبات منتهية العمر يتم ترميدها لاستعادة الطاقة (IVM/IVAM, 2013; RPA, 2014). وفي ألمانيا، تم في عام ٢٠١٠ ترميد ٤٠ في المائة من الجزء المستخلص من المَركبات منتهية العمر لاستعادة الطاقة في حين أعيد تدوير الأجزاء البلاستيكية الكبيرة من تلك المَركبات بالدرجة الأولى وأعيد استخدام ١٠ في المائة منها (RPA, 2014).

٤٥- وسوف يسهم حظر إعادة تدمير المواد التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في القضاء على المخاطر المرتبطة بعملية إعادة التدوير واستمرار التعرض لتلك المادة من خلال المنتجات والنفايات. وسوف تنفذ تدابير إدارة النفايات وفقاً للمادة ٦ (د) من الاتفاقية لخفض أو وقف الإطلاقات من المخزونات والنفايات المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - التجاري بما يتجاوز الملوثات العضوية الثابتة المنخفضة لخفض انبعاثات هذه المادة. وتلاحظ توصيات لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بشأن القضاء على الإيثرات الثنائية الفينيل العشارية البروم من مسار النفايات أن الهدف هو القضاء على هذه الإيثرات من مسارات عملية إعادة التدوير بأسرع ما يمكن. وسوف يسفر الإخفاق في هذه العملية حتماً إلى حدوث تلوث إنساني وبيئي أوسع نطاقاً، وإلى انتشار الإيثرات الثنائية الفينيل العشارية البروم (PBDEs) داخل المصفوفات التي

تكون استعادته منها غير مجدية من الناحيتين التقنية والاقتصادية وقد تسفر عن خسارة مصداقية إعادة التدوير على المدى الطويل (المقرر ل ا م – ٦/٢).

٤٦- وعلى الرغم أن بالإمكان إعادة تدوير المواد المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – التجاري (c-decaBDE) عدة مرات مع فقد كمية صغيرة فقط من محتوى هذه المادة (هام وآخرون، ٢٠٠١، على النحو الذي استشهد به إرنشو وآخرون، ٢٠١٣)، سوف تستمر هذه العملية في نشر هذه المادة في البيئة، فضلاً عن تعرض البشر لها. بيد أنه ليس من المعروف ما هو حجم الجزء من اللدائن الذي يُعاد تدويره للاستخدام في إنتاج سلع جديدة (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). وكلما زاد عدد المنتجات المعاد تدويرها المحتوية على قدر منخفض من تركيزات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في السوق، زادت صعوبة تحديد النفايات المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وكجزء من نفايات البلاستيك المخلوطة التي سيعاد تدويرها، فد ينتشر البلاستيك المحتوي على هذه المادة على الأرجح في المنتجات الجديدة وعلى نحو يصعب تتبعه. وقد وجد الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ في منتجات مصنوعة من البلاستيك المعاد تدويره بما في ذلك الأصناف التي تلامس الأغذية (FCA) (سامسونيك وبيوب ٢٠١٣؛ بيوب وآخرون، ٢٠١٥). وقد قيس الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في عشرة أصناف من ٤٩ صنفاً تراوحت تركيزات هذه المادة فيها بين ١٠ و١٩٢٢ ملغ/كغ (سامسونيك وبيوب ٢٠١٣). وفي دراسة أجريت مؤخراً وجد الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ في الأصناف التي تلامس الأغذية مثل أغطية الكؤوس الحرارية، وفي قاطعة للبيض مصنوعة من النفايات الإلكترونية المعاد تدويرها (سامسونيك وبيوب ٢٠١٣؛ بيوب وآخرون، ٢٠١٥). وقد أظهرت هذه الدراسات بوضوح أن المنتجات المصنعة من المواد المعاد تدويرها والمتضمنة الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – التجاري يعاد إدخالها إلى السوق، وأن بعضا منها مثل لعب الأطفال والسلع المرتبطة بالأغذية، هي منتجات تستخدم بطريقة قد تنطوي على إمكانية فرض الأخطار على صحة البشر.

٤٧- وعلاوة على ذلك، فإن بعض النفايات المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ينتهي بها المطاف إلى بلدان ليس لديها بنية أساسية أو تكنولوجيا للتخلص من النفايات بطريقة سليمة من الناحية البيئية. وتواجه البلدان النامية تحديات اقتصادية وتفتقر إلى البنية الأساسية لتحقيق الإدارة السليمة للنفايات الخطرة، وتواجه تحديات معينة في هذا المجال (ILO 2012). ونظراً لأن خيارات إدارة النفايات بطريقة رشيدة من الناحية البيئية مرتفعة متطورة تكنولوجياً إلى حد كبير، وتتطلب استثمارات مالية مرتفعة، توجد في البلدان النامية حالياً مستويات مرتفعة من انتقالات النفايات الإلكترونية عبر الحدود، التي غالباً ما تكون غير قانونية، من أجل الحصول على تكاليف منخفضة لإعادة التدوير (SAICM/ICCM.2/INF/36). وتتسم التقديرات المتوافرة الخاصة بالصادرات العابرة للحدود من النفايات الإلكترونية بتبين كبير (استعرضها Breivik et al., 2014). وعلاوة على ذلك، أُبلغ أنه بالنسبة لكمية النفايات الإلكترونية التي جمعت في البلدان المتقدمة، وأرسلت إلى إعادة التدوير، انتهى ٨٠ في المائة منها إلى الشحن إلى البلدان النامية لإعادة تدويرها بوسطة مئات الآلاف من العمال غير النظاميين (منظمة العمل الدولية ٢٠١٢). وقد تفرض عمليات إعادة التدوير غير المنظمة مخاطر على العمال والجمهور العام من خلال التعرض للمواد الكيميائية السامة (U.S. EPA. 2014a; Bi et al.,2007; Qu et al.,2007; Tue et al,. 2010; Tsydenova and Bengtsson 2011). فعلى سبيل المثال فإن المعدات الكهربائية والإلكترونية المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وغيرها من المواد السامة الأخرى يعاد تدويرها في كثير من الأحيان في ظل ظروف تؤدي إلى ارتفاع نسبي في إطلاقات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في البيئة وتلوث المواقع (Zhang et al., 2014) وتعرض الأطفال (Xu et al., 2014) وتعرض

العمال (Tue et al., 2010). وكما أشير أعلاه، تفتقر البلدان النامية إلى البنية الأساسية اللازمة للتخلص من النفايات الخطرة بطريقة سليمة، وتعالج إدارة النفايات عادة بواسطة القطاع غير النظامي باستخدام تقنيات بدائية حيث تكون مواقع الحرق المفتوح والطمر وجهات معتادة للسلع المحتوية على الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم والنفايات الإلكترونية (Li et al., 2013; Gao et al,. 2011; ILO, 2012).

٤٨- وخلال السنوات السابقة، ازداد نمو البنية الأساسية لجمع وإعادة تدوير الإلكترونيات زيادة كبيرة، معظمها في أوروبا وأجزاء من آسيا، باستخدام التكنولوجيات المؤتمتة لاستخلاص المعادن والبلاستيك. ويتألف ما بين ٢٥ و٣٠ في المائة من النفايات المتولدة كل عام من البلاستيك ويجري حالياً إعادة تدوير أقل من ١٠ في المائة من هذا البلاستيك. واستناداً إلى تحليل تدفق إجمالي أجرته هولندا يتوقع أن ينتهي ٢٢ في المائة من الملوثات العضوية الثابتة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في النفايات الإلكترونية إلى البلاستيك المعاد تدويره. وتبين نفس هذه الدراسة أنه في قطاع المركّبات يتوقع أن ينتهي ١٤ في المائة من الملوثات العضوية الثابتة للإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم إلى إعادة تدوير البلاستيك، في حين يتوقع أن يذهب ١٩ في المائة أخرى إلى الأجزاء المستعملة (إعادة الاستخدام) (IVM 2013). وعلاوة على ذلك تم الكشف عن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في ١٠٠ في المائة من المواد العازلة ومواد تبطين السجاد المنجد، وفي ٢٥ في المائة من الألعاب البلاستيكية، وقد صنع كل من هذه المنتجات بالبلاستيك المعاد تدويره (IVM 2013). وفي الولايات المتحدة، جرت إعادة تدوير ١٥-٢٠ في المائة من المعدات الكهربائية والإلكترونية بعد الاستخدام، وجرى التخلص من ٨٠ إلى ٨٥ في المائة في مواقع دفن النفايات أو بترميدها (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة ٢٠٠٧). وما زال الوضع غير مؤكد بالنسبة لإدارة نفايات المنسوجات في أوروبا وغيرها من الأقاليم. غير أن وكالة المواد الكيميائية الأوروبية (ECHA) تذكر إن المنسوجات المحتوية على الإيثر ثنائي الفينيل عشاري البروم لا تخضع في الوقت الحاضر لإعادة التدوير في الاتحاد الأوروبي (وكالة المواد الكيميائية الأوروبية، ٢٠١٤أ). وهناك جوانب عدم يقين بشأن مستوى إعادة تدوير المنسوجات لدى الأطراف، ومن حيث محتواها من الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم. لذلك فإن من الصعب تحديد ما إذا كان وضع قيد على إعادة تدوير المنسوجات التي تشتمل على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم سوف يكون له تبعات اقتصادية بالنسبة لصناعة إعادة تدوير المنسوجات.

٤٩- يتم حالياً إعادة تدوير نحو ٢٠٪ في المتوسط من جميع النفايات اللدائنية في الاتحاد الأوروبي سنوياً، ولا تمثل اللدائن المثبطة للهب سوى الجزء الأصغر منها (تحليل المخاطر والسياسات، ٢٠١٤؛ الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤ أ؛ الرابطة الأوروبية لمصانع إعادة تدوير النفايات الالكترونية، ٢٠١٥). وفي الاتحاد الأوروبي اليوم تشتمل ٣٠ بالمائة من نفايات المعدات الكهربائية والالكترونية على مثبطات لهب، في حين يدخل ٥٪ فقط من اللدائن في المصانع المتخصصة، لإعادة تدوير اللدائن حيث أن نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية تتكوِن في المتوسط من اللدائن المحتوية على مثبطات اللهب المبرومة (الرابطة الأوروبية لمصانع إعادة تدوير النفايات الإلكترونية، ٢٠١٥؛ الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). وفي الولايات المتحدة يتوقع ازدياد إعادة تدوير نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية في المستقبل نتيجة لاشتراطات قوانين الولاية، ولكن في ٢٠١٢، عن طريق أعادة التدوير لم يستعد سوى ٩ بالمائة من إجمالي النفايات اللدائنية المتولدة (الولايات المتحدة الأمريكية، وكالة حماية البيئة، ٢٠١٤أ،ج) أما بالنسبة للمنسوجات فلا يتم إعادة تدوير المواد، أو يُعاد تدوير كميات محدودة للغاية منها في الاتحاد الأوروبي وفي الولايات المتحدة (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ؛ الولايات المتحدة الأمريكية، وكالة حماية البيئة، ٢٠١٤أ؛ رابطة محللي المخاطر والسياسات، ٢٠١٤).

٥٠- وتبين الكتابات المتوافرة عن مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ في مسارات النفايات من أوروبا أن مستويات الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، تقل عن حد الاكتشاف في

اللدائن المختلطة من الأدوات المنزلية الصغيرة المختلطة (C2)، والأدوات المنزلية الصغيرة (P32)، وشاشات أجهزة التلفاز المسطحة المختلطة (P42)، بينما اللدائن المختلطة من شاشات أنابيب الأشعة المهبطية CRT (P31)، و أجهزة تلفاز CTR أي الكمبيوترات وأجهزة التلفاز الأقدم قد تحتوى على ما يتراوح بين ٣٢٠٠ و٤٤٠٠ جزء من المليون من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ في المتوسط (Wager et al., 2011). وقد أفادت دراسة عن النفايات الإلكترونية في نيجيريا أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ قد اكتُشف في نسبة ١٥ بالمائة أي (٢٤ من ١٥٩) جهاز تلفاز خضع للاختبار. وقد تراوح التركيز من ٠,٠٨٦ إلى ما يصل إلى ٢٣,٧ في المائة بمتوسط قدره ٥,٧ بالمائة. واكتُشف الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في نسبة ٤,٥ من شاشات أنبوب الأشعة المهبطية الخاصة بالحواسي الشخصية PC CRTs التي خضعت للاختبار (أي ١٠ من ٢٢٤). أما في شاشات عرض الكمبيوتر فقد تراوحت التركيزات ما بين ٠,٢٦-٥,٤ بالمائة، بمتوسط ١,٢٨ بالمائة.

٥١- وتوجد الخلائط التجارية للإيثر الثنائي الفينيل متعدد البروم ألا وهي الإيثر ثنائي الفينيل خماسي البروم-التجاري (الإيثر الثنائي الفينيل الرباعي البروم والخماسي البروم) والإيثر الثنائي الفينيل الثماني البروم-التجاري (الإيثر الثنائي الفينيل السداسي البروم والسباعي البروم) في المرفق ألف من الاتفاقية مع إعفاءات محددة لإعادة التدوير. وسعياً إلى دعم الأطراف في تنفيذ الاستراتيجيات الرامية إلى خفض عملية إعادة تدوير المواد المحتوية على الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، حددت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة (المقرر ٢/٦، UNEP/POPS/POPRC.6/2/Rev.1) سلسلة من التوصيات ذات الصلة بالإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم التجاري أيضاً. وباختصار، أوصت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بحذف هذه المادة من مسارات إعادة التدوير في أسرع وقت ممكن. وبغية تلبية هذه التوصية، ينبغي فصل السلع التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم عن مسار النفايات قبل عملية إعادة التدوير. وسوف يؤدي عدم القيام بذلك إلى زيادة تلوث البشر والبيئة على نطاق واسع وانتشار الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المصفوفات التي يتعذر الاستعادة منها سواء تقنياً أو اقتصادياً. وعلاوة على ذلك، ينبغي عدم تخفيف تركيز هذه المادة بالنظر إلى أن ذلك لن يخفض من الكمية الشاملة المطلقة في البيئة.

٥٢- وبغية فرز النفايات المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - التجاري لتحقيق الإدارة السليمة بيئياً، ولتجنب و/أو خفض إعادة تدوير الأصناف التي تحتوي على هذه المادة، فإن من الضروري توافر تقنيات لفرز وفصل المواد التي تحتوي على مثبطات اللهب. وعندما لا تتوفر بسهولة تقنيات الفرز والفصل، ويفترض أن التركيزات أعلى من المستوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة، ينبغي الالتزام بالحيطة وتفادي إعادة التدوير. وعلاوة على ذلك، ينبغي عدم تصدير النفايات والمنتوجات والأصناف التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - التجاري إلى البلدان النامية بالنظر إلى أن قدراتها أو التكنولوجيات محدودة عموماً في مجال معالجة النفايات بطريقة سليمة من الناحية البيئية، كما أن حماية العمال تكون محدودة أو منعدمة تماماً.

٥٣- ويسهم الإنتاج والاستخدام المباشر للخليط التجاري للإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم في انبعاثات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وعلى الرغم من أنه من المفترض عموماً أن تكون الانبعاثات صعبة في هذه المراحل من دورة الحياة، (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ)، فمن الممكن أن يصبح التأثير البيئي للإنتاج والاستخدام الصناعي مرتفعاً، وقد يعتمد على التكنولوجيا المستخدمة فضلاً عن ممارسات الإدارة. ويشير عدم وجود اتجاهات متناقصة في البيئة وبعد اتخاذ التدابير الطوعية من جانب الصناعة لخفض الانبعاثات خلال الإنتاج والاستخدام الصناعي (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ) إلى أن الانبعاثات أثناء عمر الخدمة ومرحلة النفايات تكون أعلى بكثير منها أثناء

الإنتاج، وإلى أن من الضروري فرض حظر على الإنتاج للقضاء بصورة كاملة على إطلاقات هذه المادة في هذه المراحل من دورة حياتها وكذلك الإطلاقات من السلع المستخدمة.

٥٤- وسوف يكون الحظر على إنتاج واستخدام مكون الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ من الخليط التجاري للإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم مع تدابير إدارة النفايات للحد من إطلاقاته من المخزونات والنفايات أو القضاء عليها، بما في ذلك المنتجات والسلع لدى تحولها إلى نفايات، وسيلة كافية للقضاء على جميع انبعاثات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ كما يمكن اعتبارها أنسب الخيارات للتخلص من هذه المادة بموجب اتفاقية استكهولم.

٥٥- وسيتمثل الخيار البديل في إدراج مكون الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المرفق ألف أو باء و/أو جيم مع إعفاءات و/أو استخدامات مقبولة. غير أنه وفقاً لمعلومات المرفق واو المقدمة من الأطراف، يبدو أن البدائل المجدية تقنياً متوافرة بالنسبة لجميع الاستخدامات. غير أنه في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٤، أثار بعض المراقبين في دوائر الصناعة القلق بشأن صيانة واستبدال قطع الغيار المتقادمة الموجودة بالفعل في الأصناف قيد الاستخدام، وحددوا حاجة محتملة لإصدار إعفاءات لقطاع النقل. حيث تمر صناعة الطيران والمركبات بمرحلة التخلص التدريجي من الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم، وقد تكون بعض المواد والمكونات مازالت تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وقد أشارت صناعة المركبات التي تمثلها رابطة مُصنعي السيارات الأوروبية إلى التخلص التدريجي العالمي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بحلول منتصف ٢٠١٨ بالنسبة للإنتاج الجاري والتطورات الجديدة. وهكذا، يلزم فقط إعفاء بعض قطع الغيار المتقادمة ذات الخصائص الوظيفية. وعلاوة على ذلك، اقترح عدد صغير من الأطراف احتمال الحاجة إلى إعفاء لإعادة التدوير وتمشياً مع ما سبق الاتفاق عليه بالنسبة للملوثات العضوية الثابتة من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وتُعارض أطراف أخرى منح إعفاء لإعادة التدوير وذلك نتيجة لعدم وجود القدرات على تحديد وتحليل النواتج التي تحتوى على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم.

٢-٣ معلومات عن البدائل (المنتجات والعمليات) حيثما يكون ذلك مناسباً

٥٦- نشرت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة ووكالة المواد الكيميائية الأوروبية مؤخراً عمليات تقييم شاملة للبدائل الكيميائية المتوافرة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (U.S. EPA, 2014a; ECHA, 2014a). ويوفر التقييم الذي أجرته وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة معلومات مفصلة عن الأخطار على صحة البشر، والأخطار الإيكولوجية بالنسبة لـ ٢٩ مادة وخليطاً حددت على أنها بدائل محتملة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – التجاري في طائفة من الاستخدامات (انظر الجدول٤، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وحدد التقرير الذي أصدرته لجنة المواد الكيميائية ١٣ مادة كيميائية لإجراء المزيد من التقديرات والتقييم لها باعتبارها بدائل للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (وكالة المواد الكيميائية، ٢٠١٤أ، انظر الجدول ٥، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وأجريت عمليات تقييم أخرى لبدائل هذه المادة في السابق (LSCP, 2005; Illinois, 2006;CPA 2007;DME, 2007;ECB, 2007; Washington, 2008; Maine, 2010; ENFIRO, 2013). وقام المشروع البحثي ENFIRO بتقييم خيارات بديلة لعدد مختار من مثبطات اللهب المبرومة، من خلال مقارنة المعلومات عن الأخطار وعن طريق اختبار الأداء في حالات الحرائق والتطبيقات لأعداد مختلفة من الاستخدامات.

٥٧- وحتى الآن ركزت معظم عمليات تقييم بدائل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ على الاستعاضة عن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بمواد كيميائية بديلة

(أي مادة كيميائية لها نفس خصائص مثبطات اللهب ويمكن الاستعاضة بها مباشرة عن هذه المادة في السلع). غير أنه تتوافر الآن التقنيات البديلة التي تحسن من خاصية الأمان من الحرائق وهذه توصف أيضاً في بعض عمليات التقييم (ECHA, 2014a; U.S. EPA, 2014a).

٥٨- وتتضمن الأقسام ٢-٣-٢ إلى ٢-٣-٥ والوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 أدناه عرضاً عاماً للبدائل المتوفرة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم.

٥٩- يرد فيما يلي (الجدول ٣) فئات المواد والقطاعات/المنتجات التي كان يستخدم فيها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو يستخدم فيها حالياً على الصعيد العالمي (انظر المعلومات الأخرى الواردة في الجداول ١ و٦ و٧ في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6).

الجدول ٣: موجز للبوليمرات حيث يستخدم الخليط التجاري للإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم كمثبط للهب وتطبيقاتها استخداماتها النهائية بحسب الفئة

فئات البوليمر	تطبيقات الاستخدام النهائي								
	الإلكترونيات	الأسلاك	المباني العامة	مواد البناء	المركبات	الطيران	التخزين وتوزيع المنتجات	المنسوجات	المستحلبات التي ينقلها الماء والطلاءات
البولي أولفينات[١] (PE, PP, EVA)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
الاسترين[٢] (PS, HIPS, ABS)	x		x	x	x	x	x		
هندسة اللدائن الحرارية[٣] (Polyesters (PET, PBT), PA, PC, PC-ABS, PEE-HIPS)	x	x	x	x	x	x		x	x
الثيرمويست (Thermosets)[٤] (UPE, epoxies, melamine-based resins)	x		x	x	x	x	x	x	x
البوليمرالمرن[٥] (EPDM rubber, thermoplastic PUR, EVA)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
المواد المستحلبة ومواد التكسية التي تحملها المياه[٦]	x	x	x	x	x			x	x

المصدر: وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة، ٢٠١٤أ (الجدول ٢-٣-١).

(١) البولي أولفينات: بوليستلين (PE)، والبولبروبيلين (PP)، اسيتات فينيل الإيثلين (EVA).

(٢) الاسترينيد: البولستيرين (PS)، والبوليستدين مرتفع التأثير (HIPS)، الاكرولونترينالبوتادينالاستيرين (ABS).

(٣) هندسة اللدائن الحرارية: البوليستر (اليثربثليت المتعدد البيو البوليستيرين، (polybutylene terepthalate (PBT)، والاكرولناليت (PET))، البوليثيلين ثلاثي الفيثاليت (PA, nylons)، والبولباميس (PC) والنايلون) والبوليكاربونات، وPC-ABS، والإيثر المتعدد الفينيل (PE-HD)، والبوستيرين العالي التأثير، والبولستيرين عالي التأثير، والإيثر PE ether HIPS.

(٤) الثيرمويست: بوليستيرين غير المشبعة (UPE)، والإبوكيسوالراتنج المعتمد على الميلامين.

(٥) قياس المرونة: مطاط الموتوميرجيان بروبلين الاثلين (مطاط (EPDM rubber)) اللدائن الحرارية متعددة البوليوثيرين (thermoplastic PUR) (EVA اللدائن الحرارية، واينا).

(٦) المواد المستحلبة مواد الإكساء التي تحملها المياه – كلوريد البوليفانيل (PVC) وكلوريد ايثيلين الفاينل ومستحلب الاوريثان.

٢-٣-١ المواد البديلة

٦٠- تسري اعتبارات مختلفة لدى اختيار المادة التي تحل مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وتتطلب المادة ٣ الفقرة ٣ من اتفاقية استكهولم من الأطراف التي لديها مخططات تنظيمية وتقييمية للمواد الكيميائية الجديدة اتخاذ التدابير للتنظيم بغرض منع إنتاج واستخدام المواد الكيميائية الجديدة التي تُظهر خواص الملوثات العضوية الثابتة. وعلاوة على ذلك، ووفقاً للمادة ٣ الفقرة ٤ ينبغي للأطراف أن تأخذ في الاعتبار معايير الملوثات العضوية الثابتة الواردة في المرفق دال لدى إجراء عمليات التقييم للمواد الكيميائية التي تستخدم في الوقت الحاضر. ووفقاً للإرشادات الصادرة عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بشأن البدائل ومواد الإحلال، يتعين أن تكون البدائل متوافرة ومقبولة وتتسم بالكفاءة وممكنة تقنياً (UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1). وعلاوة على ذلك، ينبغي أن لا تزيد مادة الإحلال بصورة كبيرة من التكاليف سواء تكاليف التصنيع أو التكاليف التي تتكبد نتيجة لضرر يصيب البيئة وصحة الإنسان. وبالنسبة لمستخدمي المنتجات ينبغي ألا تكون تكاليف التصنيع هي النقطة الحرجة الرئيسية بالضرورة لدى إحلال مادة كيميائية محل مادة أخرى. فمثلاً بالنسبة للبوليمرات الهندسية، التي هي مواد تتمتع بخواص ميكانيكية استثنائية، تكون وظيفتها الاجمالية الأكثر أهمية من السعر (KemI, 2005). وعلاوة على ذلك، ففي الاستخدامات التي تجري فيها دراسة مواد الإحلال الكيميائية، يتعين أولاً إجراء تقييم لمعالجة ما إذا كانت عملية تثبيط اللهب ضرورية، وإذا كان الأمر كذلك، ينبغي تحديد كيفية تحقيق الأمان من الحرائق على نحو مناسب دون انعكاسات ضارة على البيئة وصحة الإنسان (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). وعلى سبيل المثال، وكما تمت مناقشته في الفصل ٢-٣-٥ أدناه، بالنسبة للمعدات الكهربائية والإلكترونية يمكن لإزالة مصادر الإشعال أو تخفيض متطلبات فولطية التشغيل أن تلغي الحاجة إلى مثبطات اللهب (LCSP, 2005).

٦١- ووفقاً لوكالة المواد الكيميائية الأوروبية (٢٠١٤أ) فإن اختيار قطاع الصناعة لمادة كيميائية بديلة جديدة ''سوف يعتمد على الوقت الذي سيتم فيه دراسة إجراء تنظيمي محتمل آخر، والسهولة التي يمكن بها استخدام البديل لكي يحل مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم''. وبتعبير آخر، يفترض أن يكون مستخدمو المنتجات البديلة أقل إقبالاً على اختيار مادة بديلة تخضع لقواعد تنظيمية حالية أو مستقبلية في مجال إدارة المخاطر. كما يفترض أن يختاروا ما يسمى بالبديل السهل أو المادة البديلة التي تتسم بخواص تقنية مماثلة للمادة الكيميائية التي تستخدم بالفعل ويمكن إدخالها تدريجياً في عملية التصنيع، بأقل جهد ممكن. ومع ذلك، قد يتطلب إحلال مادة كيميائية بديلة إجراء تغييرات إضافية في تكوين المنتج أو الانتقال إلى فئات مختلفة من البوليمر وقد يتعين على مصنعي المنتجات الذين يتحولون إلى مثبطات لهب جديدة اختبار عدد من المواد الكيميائية أو التوليفات الكيميائية لتحديد ما إذا كانت تستوفي متطلبات الأداء في المنتجات النهائية (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤أ).

٦٢- وتبين بيانات الإخطار التي استخدمتها وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤أ، الجدول ٤ الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 أن ''بعض البدائل الكيميائية لديها نفس خصائص المخاطر التي للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – التجاري)، ولدى بدائل أخرى عمليات مقايضة في النقاط النهائية للأخطار؛ ولدى بعض البدائل خصائص مفضلة بالمقارنة بالإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم. ومثبطات اللهب التي لها خصائص مشابهة بالمقارنة بالإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم تعتبر ثابتة ويمكنها أن تتراكم أحيائياً، ويحتمل أن يكون لها نفس الأخطار المتعلقة بالسرطنة، والسمية لنمو الجهاز العصبي، والسمية من الجرعة المتكررة. وترتبط البدائل الأخرى بالشواغل المتعلقة بالأخطار بناء على نقاط

نهائية مختلفة مثل السمية المائية، وتعرض مقايضات الأخطار لدى مقارنتها بالإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. ومن المتوقع أن تكون البوليمرات الكبيرة أكثر أماناً بالنظر إلى أن حجمها الكبير يحد من توافرها الأحيائي. ومما يؤسف له أن مصيرها طويل الأجل في البيئة غير معروف وقد تنتج البوليمرات المهلوجة ديوكسين مهلوج وفيورانات خلال الاحتراق. ولم يجر تقييم عمليات حرق المنتجات الثانوية في التقرير'' (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤أ). ويمكن استخلاص نتائج مماثلة استناداً إلى المعلومات عن الأخطار والمخاطر الواردة في مرجع وكالة المواد الكيميائية الأوروبية (٢٠١٤أ).

٦٣- ومن بين الفئات المختلفة من البدائل الكيميائية، تظهر مثبطات اللهب المبرومة على أنها قادرة على العمل كمواد إحلال لطائفة عريضة من الاستخدامات المعروفة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – التجاري (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ؛) (ECHA 2014a; U.S. EPA, 2014a). وبالإضافة إلى ذلك، جرى تحديد توليفات مجدية من مثبطات اللهب والبوليمر غير المهلجنة كبدائل لمعظم استخدامات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وقد يكون أداء بعض توليفات مثبطات اللهب والبوليمر أيضاً أفضل من توليفة الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – التجاري/البوليمر (ENFIRO, 2013، انظر الجدول ٨، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6).

٦٤- ومن وجهة نظر الصناعة أي منظور الأبعاد التقنية والاقتصادية التي تركز على تكاليف التصنيع، يُحدَّد الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم بأنه أفضل مادة للإحلال مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم– التجاري (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). ووفقاً لوكالة البيئة في كندا فإن الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم عبارة عن مادة إحلال تحقق فعالية الكلفة لاستخدامات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم التي تهم الجهات الصناعية الكندية، ويُقال إن التحول من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إلى الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم، يحتمل أن يستمر'' في الولايات المتحدة وكندا (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). كما حدد الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم على أنه البديل الأرجح للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الاتحاد الأوروبي (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). غير أن وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة حددت الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم باعتباره ''خطراً كبيراً للتسمم الضار بالنمو'' و ''خطراً مرتفعاً للتراكم الأحيائي''. وقد حُددت هذه النقط الطرفية باستخدام قيم من النماذج التنبؤية و/أو الآراء الفنية. واعتمد تحديده ''كخطر بالغ بالنسبة للثبات'' على بيانات قائمة على التجربة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤أ). وعلاوة على ذلك، يمر الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم بمرحلة تقييم للمادة في الاتحاد الأوروبي استناداً إلى الشواغل بانها قد تُظهر خصائص التراكم البيولوجي والسُمية/وشدة الثبات وشدة التراكم البيولوجي (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤ب، وإدارة البيئة في المملكة المتحدة، ٢٠٠٧). وقد تتوافر مواد أخرى كبدائل ممكنة تقنياً وبأسعار معقولة للاستخدامات النوعية للإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم. ويحدد الإيثلين Ethylene bis (تلامايد رباعي البروم (EBTBP)) على أنه مادة مثبطة للهب تحتوي على البروم يمكن أن تحل محل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الكثير من استخداماته (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). غير أنه وفقاً لما ذكرته وكالة المواد الكيميائية الأوروبية (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ)، التي أجرت مقارنات بين أسعار السوق لهذه المادة وأسعار بدائلها، تشير المعلومات المستمدة من الموقع الشبكي للمورد Alibaba.com إلى أن EBTBP أكثر تكلفة من كل من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم. ولذا قد يكون EBTBP بديلاً أقل جاذبية من الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم من منظور تكاليف التصنيع. ومع ذلك، ينبغي أن يضع المرء في اعتباره أن التكلفة لا تأخذ مدى فعالية البديل في الاعتبار.

٦٥- وفي حين أن المواد البديلة التي تحل مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجالات اللدائن والمنسوجات وغير ذلك من الاستخدامات يجري مناقشتها في القسمين ٢-٣-٢ و٢-٣-٤ أدناه، ترد معلومات مفصلة عن الأخطار المترتبة على البيئة والصحة لبدائل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والتي حددتها وكالة حماية البيئة للولايات المتحدة (٢٠١٤) في الجدول ٤، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6. كذلك يرد عرض عام مفصل لـ ١٣ مادة من المواد البديلة المحددة في مقترح الاتحاد الأوروبي بشأن تقييد الاستعمال، وإمكانية تطبيقها في مختلف الاستخدامات، وأسعارها، وتحميلها، وخواصها البيئية والصحية وجدواها الاقتصادية في الجدول ٥، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 (ولمزيد من التفاصيل أنظر أيضاً ECHA، ٢٠١٤أ). وتُقدَّم التوليفات المناسبة من مثبطات اللهب البوليمر غير المهلجنة الواردة في مشروع ENFIRO في الجدول ٨، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6، في حين ترد البدائل الأخرى المحددة في عملية المرفق واو في الجدول ٩، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6.

٢-٣-٢ اللدائن

٦٦- تعتبر صناعة اللدائن حتى الآن المستخدم الرئيسي لمثبطات اللهب، وتورد أكبر كميات مثبطات اللهب لصناع المواد الخام (KemI, 2005). وتتباين كمة الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم المستخدمة في اللدائن والمنسوجات في العالم، إلا أن ما يزيد عن ٩٠ في المائة يستخدم في اللدائن والإلكترونيات في حين يستخدم الباقي في المنسوجات المكسية وتنجيد الأثاث والحاشيات (ECHA, 2014a; US EPA, 2014a). ومثل جميع المواد المضافة الأخرى، يتم اختيار مثبطات اللهب من جانب جهات تصنيع المادة الخام لما لها من خصائص كامنة ولتوافقها مع البوليمر ولتحقيق مواصفات المنتج النهائي التي يحددها عملاء الصناعة (مثل صناعة السيارات أو الأثاث). وفي قطاع صناعة السيارات يعني هذا أن مواصفات العميل النهائي تحدد فقط متطلبات الأداء للعنصر. ولا تحدد ما يختاره الموردون من مواد.

٦٧- بالنسبة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال اللدائن، توجد أكبر استخدامات المنتج في تطبيقات المعدات الكهربائية والإلكترونية، وتتضمن أغلفة المعدات الإلكترونية والكهربائية، والأسلاك والكابلات والعناصر الكهربائية الصغيرة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤أ، أنظر الجدول ١ الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وفي الولايات المتحدة، يتمثل الاستخدام الرئيسي المبلَّغ عنه في الألواح الأمامية والخلفية لأجهزة التليفزيون والمصنوعة من البولسترين المضغوط بشدة (HIPS) (Levchick, 2010)، غير أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم أيضاً في الوصلات الإلكترونية المصنوعة من البولبوتيلين تيرفثاليت (PBT) المملوء بالزجاج أو النايلون. وتتمثل الاستخدامات الأخرى المحددة للدائن المثبطة للهب في المباني ومواد البناء، وفي منتجات التخزين والتوزيع مثل المنصات البلاستيكية، وفي قطاع النقل (السيارات والطائرات والقطارات والسفن). ونظراً للقيود المفروضة على استخدام الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية في الأسواق الهامة مثل أوروبا والصين، ابتعدت الكثير من الشركات الكهربائية والإلكترونية الكبيرة عن استخدام الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (KemI, 2005; U.S. EPA, 2014a). وتشمل الاستعمالات النهائية التي تم فيها التخلص من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم التجاري الألواح الأمامية والخلفية لأجهزة التلفاز المصنوعة من البوليسترين المقوى، والموصلات الكهربائية المصنوعة من تيفثلات البوليبوتلين المحشو بالزجاج. وقد دخل الحظر في المعدات الطبية الإلكترونية والكهربائية حيز التنفيذ في الاتحاد الأوروبي في ٢٢ تموز/يوليه ٢٠١٤. غير أن اللدائن المثبطة للهب من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - التجاري ما زالت تستخدم عالمياً في طائفة من المعدات الإلكترونية والكهربائية بما في ذلك الأجهزة والأدوات

المنزلية مثل المكانس الكهربائية (في كل من الأغطية والمكونات الداخلية) وأجهزة الغسالات. وفي هذه الأجهزة يكون الإطار مصنوعاً عادة من البوليبروبيلين (PP)، أو HIPS أو ABS (U.S. EPA 2014a; Levchick, 2010). وعلى الصعيد العالمي، ما زال الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم في لدائن البوليبوتيبولين PBT والبوليمبدس (PA)، حيث يوجد في الأجزاء الكهربائية الصغيرة مثل مقابس النور وأضواء الزينة والأسلاك والكابلات التي تصنع عادة من البوليثيلين عالي الكثافة أو البوليبروبيلين (PP)، أو البوليفينلين PPE (U.S. EPA 2014a; Levchick, 2010). وعلى الصعيد العالمي ما زال الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم في بوليمر البلاستيك حيث يستخدم في البوليبوتيبولين PBT الدائن والبوليميدات التي توجه في الأجزاء الكهربائية وقطع السيارات وأجزاء السباكة مثل علب الأجهزة ومفاتيح الكهرباء وغير ذلك من الأجزاء الداخلية الصغيرة في الأجهزة الكهربائية الكبيرة (Weil and Levchik 2009) وبالنسبة لمعظم استخدامات بوليمر اللدائن حيث يستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم عادة تتوافر مركبات أخرى لمثبطات اللهب وتستخدم بالفعل (KemI 2005).

٦٨- وما زالت صناعة الطيران تستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في وضع الأسلاك والكابلات للأغراض الكهربائية، وفي المكونات الداخلية والمعدات الإلكترونية والكهربائية في الطائرات وسفن الفضاء من الأجيال الأقدم. وفي قطاع النقل، ما زالت هذه المادة تستخدم في اللدائن لصناعة المعدات الإلكترونية والكهربائية، وتدعيم اللدائن، وفي وضع الأغطية والأجزاء الداخلية، وكذلك في الأجزاء الداخلية للسيارات. كما تستخدم هذه المادة في الوسائط الأخرى للنقل (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤أ، انظر الجدول ١ في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وتوجد معظم اللدائن المصممة لتثبيط اللهب والمستخدمة في المركبات، في حجرة المحرك (في غالب الأحيان بوليأميدات (polyamides)). وعلاوة على ذلك، فإن حاجز النار القائم بين المحرك وحجرة المركبة يعتبر من أهم الأجزاء المثبطة للهب. غير أنه تجدر الملاحظة بأن متطلبات الأمان ضد الحرائق للمركبات في أوروبا ليست متشددة بدرجة كبيرة ولذلك لا تخضع معظم اللدائن الذاتية الحركة لمعالجة تثبيط اللهب (الإدارة المتكاملة للمركبات/المنظمة الدولية للطيران الافتراضي، ٢٠١٣). ومع ذلك، فإن معظم مُصنعي السيارات في العالم يتبعون المواصفة الفيدرالية لأمان المركبات في الولايات المتحدة ٣٠٢ بالنسبة لإنتاجهم العالمي. وعلاوة على ذلك، فبالنسبة للحافلات الكبيرة يجب أن تُنفذ تدابير الأمان وفقاً للقاعدة ١١٨ من قواعد اللجنة الاقتصادية لأوروبا في جميع البلدان الأعضاء في اللجنة الاقتصادية لأوروبا للأمم المتحدة.

٦٩- ويبلغ بأن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ما زال يستخدم في لعب الأطفال في الصين (المرفق واو، الصين: Chen وآخرون، ٢٠٠٩)، وفي صناعة المطاط الصناعي في شكل مثبطات لهب في أحزمة النقل المستخدمة في المناجم بما في ذلك مناجم الفحم تحت الأرض، وفي تصنيع أحزمة التهوية المستخدمة في شكل أدوات للإغلاق حول مسارات الهواء في معظم نظم تهوية المناجم (المرفق واو، أستراليا). وحتى وقت قريب كان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم أيضاً في منصات الشحن البلاستيكية في الولايات المتحدة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤أ). غير أن الشركة التي تنتج هذه المنصات توقفت عن العمل (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، رسائل شخصية)، وفرضت ثلاث ولايات في الولايات المتحدة (مين، أورجون وفيرومونت) حظراً على تصنيع وبيع وتوزيع منصات الشحن التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (مين، ٢٠٠٨؛ وأورجون، ٢٠١١؛ وفيرمونت ٢٠١٣).

٧٠- وبالنسبة للدائن في المعدات الكهربائية والإلكترونية، تتراوح استراتيجيات الإحلال بين تبادل نظام الراتنج ومثبطات اللهب وعمليات إعادة التصميم الكامل للمنتجات ذاتها. ويتناول القسم ٢-٣-٣ أدناه التقنيات البديلة مثل إعادة التصميم بمزيد من الوصف. ووفقاً لمقترح التقييد للاتحاد الأوروبي، الذي قدم تقييماً لمختلف البدائل للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، يبدو أن هناك ثماني مواد كيميائية بديلة محتملة للحلول محل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في لدائن البوليمرات (ECHA, 2014a):

(أ) الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم (DBDPE)؛

(ب) فوسفات الثنائي الفينيل (BDP/BAPP)؛

(ج) ريسورسينول (RDP)؛

(د) إيثلين بي (EBTBP)؛

(هـ) هيدروكسيد المغنيسيوم (MDH)؛

(و) فوسفات ثلاثي الفينيل (TPP)؛

(ز) ثالث هيدروكسيد الألمونيوم (ATH)؛

(ح) الفوسفور الأحمر.

٧١- وعلاوة على ذلك، أفاد أحد المُصنِّعين عن توافر نُظم تثبيط لهب رفيقة بالبيئة تصلح لأن تكون بدائل للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. ويرد في الجداول من ٥ إلى ٩ (UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6) نظرة عامة على البوليمرات اللدائنية التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، ومثبطات اللهب البديلة بالنسبة لهذه الاستخدامات، بما في ذلك الاستخدامات الفرعية.

٧٢- وتتضمن الجداول من ٥ إلى ٩ في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 معلومات مفصلة عن هذه الاستخدامات والتطبيقات والتراكيز والتكاليف والأخطار المتعلقة بالبدائل المحددة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في اللدائن/البوليمرات، بتحميل يتراوح بين ١٠ و١٥ في المائة من الوزن، وإن كان قد أُبلغ عن تحميل يصل إلى ٢٠ في المائة في بعض الأحيان (ECHA, 2012c). ووفقاً للصناعة فإن الباكسيمر (Paxymer ®) يتمتع بأداء مجرب ممتاز في البوليبروبايلين (PP) والبوليثيلين (PE) مع مستويات إضافة تتراوح بين ٢ و٣٢ في المائة بحسب التطبيقات والاستخدامات في مجال المنتجات. وتتراوح التحميلات والتكاليف المبلغ عنها للبدائل الأخرى المستخدمة في اللدائن بين ١ و٦٠ في المائة و١ وبين ١٢ يورو/كيلوغرام على التوالي (انظر الجدولين ٥ و٩ من الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6).

٧٣- ويتعين في بعض الاستخدامات أن تستوفي اللدائن المتطلبات التنظيمية للسلامة باعتبار ذلك من المواصفات الإلزامية. تجري مراقبة الامتثال للمتطلبات المتعلقة بالحرائق في مجال اللدائن بإجراء اختبارات حسنة التحديد لقابلية الاشتعال مثلاً بواسطة الهيئة الدولية التقنية الإلكترونية أو في القواعد وإجراءات الموافقة الخاصة بمختبرات المختصين بالتأمين (Underwriters' Laboratories Inc. (UL)، وتعمل هذه الأخيرة بالدرجة الأولى في سوق الولايات المتحدة الأمريكية (KemI 2005). غير أنه على الرغم من أن هذه القواعد المتعلقة بالمرافق إلزامية للسوق، لا تتوافر أي قواعد خاصة بالحرائق تتطلب استخدام بعض مثبطات اللهب المحددة للامتثال لهذه المعايير أو القواعد. ومن هنا فإن الأمر متروك للصناعة لكي تقرر التقنية التي تستخدمها. وينبغي أن تكون المادة

الكيميائية المثالية المثبطة للهب في اللدائن متوافقة (أي لا تغيرِّ الخصائص الميكانيكية للدائن، ولا تغيرِّ لونها اللدائن وتتمتع باستقرار جيد عند التعرض للضوء، وتقاوم التقدم في العمر والتحليل المائي). وعلاوة على ذلك فإن مثبط اللهب الكيميائي المثالي ينبغي أن يبدأ عمله قبل أن يتحلل البلاستيك بالحرارة وألا يتسبب في أي تآكل وألا تكون له آثار فسيولوجية ضارة وألا يطلق غازات سامة أو على الأقل يطلق مستويات منخفضة من الغازات السامة. وينبغي أيضاً، في الوضع المثالي، أن يكون رخيصاً بالقدر الممكن. بيد أن كما سبقت الإشارة، تعد الوظيفة عموماً أهم من السعر في تصنيع البوليمرات كما أن السعر ليس بالضرورة العامل الأهم عند اختيار أي بديل (KemI, 2005) وكما موضح أعلاه فإن متطلبات السلامة من الحرائق في المركبات في أوروبا ليست صارمة بدرجة كبيرة. ومع ذلك فإن معظم أصحاب صناعة السيارات في العالم يتبعون معايير السلامة التابعة للمعيار رقم ٣٠٢ الفيدرالي الأمريكي لسلامة المركَبات بالنسبة لإنتاجهم العالمي. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن تُنفذ تدابير الأمان من الحريق وأمان الحافلات الكبيرة رقم ١١٨ لدى اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة في جميع البلدان الأعضاء في هذه اللجنة.

٧٤- وباختصار، تتوافر البدائل التي تتسم بالكفاءة والجدوى التقنية بشأن استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم كمثبط لهب في اللدائن (والمطاط التخليقي)، ويمكن الحصول عليها من الأسواق (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). وقد يكون الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم هو البديل المحتمل بدرجة أكبر كبديل مُستحدث للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في معظم أنواع اللدائن إلا أن البدائل الأخرى أو التقنيات غير الكيميائية قد تقدم بديلاً أكثر استدامة للمدى البعيد (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ).

٢-٣-٣ المنسوجات

٧٥- كان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم عادة في المنسوجات باعتباره ككسوة لخلفيتها بالاقتران مع مضاد أكسيد الأنتيمون (ATO) كمادة اصطناعية (LCSP, 2005). فلا يمكن تطبيق الهالجين – (ATO) عادة إلا بشكل سطحي في رابطة راتنج. ويجري في أول الأمر خلط الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مع (ATO) لتكوين التشتت المائي الذي يجري بعد ذلك خلطه بمستحلب البوليمر الذي يتضمن مثلاً المطاط الطبيعي أو الاصطناعي وEVA وكوبوليمر الاسترين–بوتادين أو PVC (ECHA, 2012c). ويمكن أن يشكل خليط مثبط اللهب المؤلف من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وATO نسبة تتراوح بين ١٨ و٢٧ في المائة من الوزن الإجمالي للمنتج (واشنطن، ٢٠٠٦). وتتطلب الألياف الخفيفة عادة تحميلاً أعلى من الألياف الثقيلة. وتكون الكسوة الخلفية المقاومة للحرائق فعالة في طائفة عريضة من الألياف بما في ذلك البوليأميد/نايلون والبولبروبي، والأكريليك، والألياف المختلطة مثل النايلون–البوليستر.

٧٦- وفي الولايات المتحدة يستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في تطبيقات المنسوجات في مجال النقل (حافلات النقل العامة والقطارات، والطيران والسفن)، وفي تجارة المنسوجات للاستخدام في الأماكن الحرفية العامة وفي أثاث المناطق المهنية عالية المخاطر مثل دور الحضانة والمستشفيات والسجون والفنادق، وفي النواحي العسكرية لإقامة الطرق والخيام والملابس الواقية إلا أنه لا يستخدم في الملابس الاستهلاكية (LCSP 2005; BSEF 2007 على النحو الذي استشهد به في وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة ٢٠١٤أ). غير أن استخدام هذه المادة في أعمال التنجيد والحاشيات لم يعد مسموحاً به في العديد من الولايات (LCSP, 2015). كما يستخدم في الاتحاد الأوروبي، يستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أيضاً في الستائر والأثاث (في الرغاوي والحشو وكسوة خلفية السجاد، وبصورة غالبة في البلدان التي لديها بعض معايير السلامة ضد الحرائق

مثل المملكة المتحدة (ECHA, 2014a). وفي اليابان، تشكل مقاعد السيارات نحو ٦٠ في المائة من استخدام هذه المادة في حين أبلغ عن أن ١٥ في المائة أخرى تستخدم في التطبيقات الأخرى المتعلقة بالمنسوجات (Sakai et al., 2006). ووفقاً لما ذكرته ''مصادر صناعة الأثاث'' لن تكون ثمة حاجة في ٩٩ في المائة من الحالات إلى اللجوء إلى مركبات مثبطات اللهب الكيميائية لتلبية المعايير الوطنية الوشيكة لمواد التنجيد في المنازل (إلينوي ٢٠٠٧ ومين ٢٠٠٧أ). ويمكن أن ينطبق ذلك أيضاً في أوروبا. فلدى اختبار ٣٢٠ توليفة من ٢٠ نوعاً من منسوجات التغطية و١٨ حشوة لتنجيد الأثاث لسوق الاتحاد الأوروبي، اجتاز ٣٨ في المائة من التوليفات التي لا تحتوي على مثبطات اللهب اختبار الكبريت والسجائر، وبالنسبة للمجموعة التي، لم تجتز سوى اختبار السجائر شكلت التوليفة الخالية من مثبطات اللهب ٦٢ في المائة (CBUF على النحو الذي استشهد به في Guillaume et al., 2008).

٧٧- وأدى انعدام التوسيم ونقص المعلومات بشأن استخدام مثبطات اللهب في المنتجات الاستهلاكية إلى صعوبة تقييم مصادر التعرض البشري. ويمكن أن تشير مختلف شهادات التوسيم الإيكولوجية أو الخضراء إلى أن المنتج خال من مثبط اللهب. غير أن مثبطات اللهب ما تزال تستخدم على نطاق واسع في صنع الأثاث، فعلى سبيل المثال في دراسة أجريت لتحليل ١٠٢ عينة من رغاوي البوليوريثان مأخوذة من أرائك مشتراة في الولايات المتحدة خلال الفترة من ١٩٨٥ إلى ٢٠١٠، ورصِدت مركبات مثبطات اللهب في ٨٥ في المائة من العينات. وبالنسبة للأرائك المشتراة بعد ٢٠٠٥، وجدت آثار مادة ثلاثي الفوسفات (١,٣ إيزوبروبيل ثنائي الكلور) في ٥٢ في المائة، ورصدت المكونات المرتبطة بخليط Firemaster550 في ١٨ في المائة من العينات. وعلاوة على ذلك، لوحظ خليط مثبطات اللهب من الفوسفات العضوية غير المهلجنة في ١٣ في المائة من العينات (Stapleton et al., 2012). ولم يجر في هذه الدراسة تحليل للمنسوجات التي تغطي الرغاوي والذي يمكن توقع أن يوجد بها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم.

٧٨- وعملية الإحلال مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال المنسوجات ليست بالأمر السهل بالنظر إلى تعقيد المنتجات النهائية والطائفة العريضة من أساليب الإحلال المختلفة. وتشمل هذه الأساليب، إحلال مثبطات اللهب والألياف البديلة، والألياف المقاومة للحرائق، والتطبيقات العازلة، والألياف غير المنسوجة. ومع ذلك يتوافر عدد من الخيارات التي في متناول اليد التي تستخدم في الإحلال مكان استخدامات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجالات الأثاث والحاشيات وأغطية الأثاث وغير ذلك من استخدامات المنسوجات. وتتراوح خيارات الإحلال بشأن المنسوجات بين المواد المضافة من مثبطات اللهب المبرومة مثل الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم والتقنيات البديلة والمواد الكامنة المقاومة للحرائق والتي يرد وصف لها في القسم ٢-٣-٣ من هذه الوثيقة.

٧٩- واستناداً إلى التماثل التقني مع العمليات الجارية ومقارنتها بأسعار الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، أكد العديد من أصحاب المصلحة في الصناعة الأوروبية أن الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم سيكون البديل المفضل للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال المنسوجات (ECHA, 2014a; RPA, 2014; Klif, 2008) غير أن التركيز على الحلول ''السهلة الإحلال'' قد يحد من التفكير التجديدي اللازم لإيجاد حلول فعالة وسليمة بيئياً (LCSP, 2009).

٨٠- وتتوافر بعض بدائل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم للمواد الاصطناعية إلا أن ذوبانها في الماء يؤدي إلى استدامة محدودة حيث أنها ''تغتسل'' خلال تنظيف الملابس. والألياف الطبيعية أكثر سهولة لتثبيط الحرائق كيميائياً عن الألياف الصناعية، ويتوافر العديد من بدائل الإيثر الثنائي الفينيل غير المهلجنة للألياف

السيلولوزية أو البروتينية الطبيعية مثل القطن والصوف والرايون (الفيسكوس المودال والليوسيل)، والكتان. ويشمل ذلك ما يلي:

(أ) الأمونيا متعددة الفوسفات؛

(ب) ثاني ميثلين الفوسفونو بروبيوناميد (ميثلول–ن)؛

(ج) أحماض الفوسفونيك (مثل 3-{[hydroxymethyl]amino}-3-oxopropyl)-dimethyl ester)؛

(د) تاتراكيس (هيدرواكسبدنيل) – ملح الأمونيوم في اليوريا الفوسفونيوم.

٨١- وتُشير البلمرة المشتركة إلى إدراج مواد مضافة في عملية حلج الألياف الذائبة مما يجعل مثبطات اللهب جزءاً فيزيائياً في مصفوفة الألياف. وأكثر مثبطات اللهب شيوعاً للبوليستر هو البوليثلين ثالث الفيثالين مع الفوسفات الكامن في صلب البوليستر. ويستخدم هذا البوليستر المعدل في معظم استخدامات المنسوجات وهو مقاوم للغسل، ويعتقد أنه بديل جيد لمثبط اللهب من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم–الأنتيمون. ويشكل البوليستر نحو ٣٠ في المائة من الإنتاج العالمي من الألياف (أنظر الشكل ١، الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وتشمل الاستخدامات الملابس وأغطية الأثاث. ويمكن غسل أغطية الأثاث التي تستخدم البوليستر مثبط اللهب بالمياه بالنظر إلى أن مثبطات اللهب الفوسفاتية تشكل جزءاً من صميم البوليمر ولا تذوب في الماء (LCSP, 2005).

٨٢- ونظر كل من الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (٢٠١٤أ) ووكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (٢٠١٤أ) في المعلومات المتعلقة بالأخطار – المخاطر بشأن البدائل المحددة. وفي حين أنه لم يحدث أي استبدال للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في استخدامات المنسوجات (الجدول ١١ و١٢، الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6) يتضح من حجم الخيارات المطروحة في الأسواق أنه تتوافر الأساليب المجدية لذلك (LCSP, 2005). ويعزز ذلك تحديد العديد من مركبات مثبطات اللهب المهلجنة وغير المهلجنة في دراسة أحريت بشأن المواد الكيميائية التي يشاع استخدامها في مجالات المنسوجات (KemI 2014 أنظر الجدول ١٣ الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وجرى تحديد السبع مواد التالية باعتبارها أكثر البدائل الكيميائية ترجيحاً لاستخدام الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال المنسوجات (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ):

(أ) ثلاثي هيدروكسيد الألمونيوم (ATH)؛

(ب) هيدروكسيد المغنيسيوم (MDH)؛

(ج) ثلاثي الفوسفات (١,٣ ثاني الكلور، ٢ بروبيل) (TDCPP)؛

(د) الإيثلين المكرر (ثالث ابروفيتاليد) ؛

(هـ) ٢,٢ أوكسيبس [٥,٥ ثاني الميثيل- ١,٢,٣ ثاني أوكسمافسوفارين] ٢,٢ ثاني السولفيد؛

(و) رباعي البروم ثنائي الفينيل ألف بي (٢,٣ الإيثر ثاني بروموبروبيل (TBBPA) (ولا يتم ذلك إلا في استخدامات البوليمر)؛

(ز) الفوسفور الأحمر؛

(ح) الإيثان ثنائي الفينيل عشاري البروم (DBDPE).

٢-٣-٤ الاستخدامات الأخرى

٨٣- علاوة على الاستخدام في المنسوجات واللدائن يستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-التجاري في المواد العازلة والمواد اللاصقة والرغاوي المعمارية، ومواد الإكساء فضلاً عن بعض الاستخدامات في مجالات المباني والتشييد. وتستخدم هذه المادة في إقامة الجدران، وألواح السقف التي تصنع عادة من الألياف المركبة للبوليستر غير المشبع والزجاج؛ وفي بلاط الأرضيات؛ والسجاد ذي النوعية التجارية. كما تشمل استخدامات هذه المادة مثلاً مواد العزل، ومواد إقامة الأسقف مثل الأغشية والأفلام للاستخدام تحت الأسقف لحماية مناطق البناء (الجدول ١، الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). ويمكن العثور على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في عناصر التمديدات مثل أنابيب التمديدات أو عزلها. وحدد مقترح التقييد الصادر عن الاتحاد الأوروبي بالنسبة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم المواد الكيميائية التالية كمواد بديلة في هذه الاستخدامات:

(أ) هيدرو اكسيد المغنيسيوم (MDH)؛

(ب) ثالث هيدروكسيد الأمونيا (ATH)؛

(ج) الإثيلين مكرر (رابع بروم الفاتاليد (EBTBP)؛

(د) خليط الفوسفات والأمونيا البديلة (نظم الدمج P/N)؛

(هـ) الفوسفور الأحمر؛

(و) الإيثان ثنائي الفينيل عشاري البروم.

٢-٣-٥ التقنيات البديلة والمواد المقاومة ذاتياً للهب

٨٤- تُفضل البدائل التي تغني عن الحاجة إلى مركبات كيميائية، مثبطة للهب من خلال إحلال المواد أو التصميم مع استيفاء المعايير ذات الصلة للسلامة من الحرائق ومتطلبات الأداء، وخاصة عندما تشمل مواداً كيميائية منخفضة السمية وتحتوي على مواد قابلة للتدوير أو التشكيل (ولاية نيويورك ٢٠١٣). وتركز عمليات تقييم الجدوى التقنية والاقتصادية لبدائل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، بالدرجة الأولى، على المواد الكيميائية البديلة التي يمكن أن تستخدم مباشرة كبديل لهذه المادة في السلع (القسم ٢-٣-٢ أعلاه). غير أن تثبيط اللهب يمكن أن يتحقق من خلال استخدام التقنيات البديلة مثل المواد المقاومة للهب واستخدام حلول تقنية مختلفة مثل الحواجز أو إعادة التصميم الكامل للمنتج. فعلى سبيل المثال، يمكن عزل عناصر التزويد بالطاقة بمعادن لإلغاء مثبطات اللهب أو حتى إزالتها من المنتج كما حدث في الطابعات والهواتف القابلة لإعادة الشحن (LCSP, 2005). ويمكن للمواد المقاومة ذاتياً للهب أن تستوفي معايير القواعد المتعلقة بالحرائق دون تجهيز خاص أو مواد كيميائية مضافة، وعلاوة على ذلك، تدمج الحماية في الألياف، ومن غير المحتمل كثيراً أن تتلاشى أو أن تُغسَل (DuPont, 2010). ويمكن استخدام التقنيات البديلة المشار إليها في نطاقات واسعة من المواد والاستخدامات، وتستخدم في المنسوجات والإلكترونيات، والطائرات، والنقل البري بالمركبات، وقد تستخدم بدلاً من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في بعض الحالات. ويرد في الجدولين ١٤ و١٥، الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 أمثلة على التقنيات البديلة المختلفة أو خصائصها واستخداماتها النهائية ذات الصلة بهذا التقييم.

اللدائن

٨٥- يتمثل أحد بدائل استخدام مثبطات اللهب الكيميائية في إعادة تصميم المنتج ذاته. وقد نجحت عملية إعادة التصميم في استبدال الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في العديد من استخدامات المعدات الإلكترونية والكهربائية وتشمل عمليات إعادة التصميم ما يلي '١' فصل المكونات عالية الفولطية التي تحتاج إلى حماية أكبر من الإشعال من تلك التي تحتاجها المكونات المنخفضة الفولطية و'٢' خفض الاحتياجات الفولطية ومن ثم خفض الحاجة إلى مواد تغطية لتثبيط اللهب.

٨٦- وهناك بدائل أخرى لإعادة تصميم المنتج تتمثل في فصل عناصر التزويد بالطاقة عن المنتج. وهذا أمر شائع في كثير من الأجهزة بما في ذلك الطابعات والهواتف القابلة للشحن. وتكون هذه العناصر المفضلة للتزويد بالطاقة عادة عبارة عن صندوق أسود متصل بسلك الطاقة إلا أنه لا يدرج في الوحدة ذاتها. وبفصل عناصر الطاقة تقل من متطلبات تثبيط الحرائق الخاصة بالجزء الخاص بالإلكترونيات. وتغيير تصميمات المنتج وتنفيذ ذلك تطلبان مستوى أعلى من أنشطة البحوث والتطوير مما تتطلبه عملية استبدال الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بمثبطات اللهب الكيميائية البديلة، إلا أنه قد يكون أكثر استدامة باعتباره بديلاً طويل الأجل.

٨٧- ويمكن استخدام المعدن أو اللدائن المقاومة للهب كمادة بديلة في بعض المنتجات الإلكترونية. ويرى أن الأفضل هو الخيارات التي تقضي على الحاجة إلى مثبطات اللهب من خلال استبدال المواد مع استيفاء معايير السلامة من الحرائق وخصائص الأداء ولا سيما عندما تكون مواد المنتج مستخلصة من مواد كيميائية تقل فيها السمية، وتكون المنتجات و/أو المواد قابلة لإعادة التدوير أو التشكيل (CPA, 2015). وقد بينت مؤسسة أبل أن من الممكن استبدال المواد على نحو يلغي أو يخفض الحاجة إلى مثبطات اللهب الكيميائية، وتخلصت من مثبطات اللهب المبرومة (بما في ذلك الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – التجاري) في كثير من منتجات الحاسوب مثل أجهزة الحاسب المحمول (لاب توب)، وشاشات الحاسب، ووحدات المعالجة المركزية والخواديم (مؤسسة أبل). وقد استعاضت مؤسسة أبل عن أغطية الأجزاء الإلكترونية التي كانت تصنع في السابق من المكونات المتعددة بأجزاء مصنوعة من خليط من الألمونيوم، ومن ثم تنتفى الحاجة إلى استخدام مثبطات اللهب الكيميائية (.Apple Inc). وأبلغ عدد من المنتجين الدوليين للمعدات الإلكترونية (تكنولوجيا شبكة أريكسون، والكترولكس، وIBM، وAtlas Copco وأركسون سوني وHewlett Packard) بأنهم قد تخلصوا من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو لم يستخدموه على الإطلاق في منتجاتهم (KemI, 2005).

٨٨- وثبت أيضاً استحداث الحواجز المعدنية لمكافحة الحرائق التي تفصل أو تعزل أشد الأجزاء قابلية للاشتعال عن بقية المنتج وتقضي بذلك على الحاجة إلى مثبطات اللهب مثل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (LCSP, 2005).

٨٩- وفي التقييم الذي أجراه الاتحاد الأوروبي (ECHA, 2014a)، جرى تحديد التقنيات البديلة المختلفة التي يمكن أن تستخدم لتحل محل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم باعتبارها مثبطات للهب في اللدائن. ويشمل ذلك نظم المواد التي تنتفخ بالحرارة، والمواد المركبة النانونية، والغرافيت القابل للتوسع وكابحات الدخان وخلائط البوليمر، واستخدام المواد المقاومة ذاتياً للحرائق، وإعادة تصميم المنتجات. ويتضمن الجدول ١٤ من الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 وصفاً تفصيلياً للتقنيات البديلة. وثمة خيار آخر يتمثل في وضع الطبقات حيث تنتج السلعة باستخدام طبقات من البوليمر المحشو الذي يثبط اللهب بدرجة كبيرة فضلاً عن بوليمر تنخفض أو تنعدم لتثبيط الحرائق. ويعطي ذلك بوضوح المستوى المماثل لأداء الحرائق على النحو يتعين أن يتحقق فيما لو كان البوليمر بأكمله قد عولج في جين يساعد في الاحتفاظ بالخصائص الميكانيكية للبوليمر (ECHA, 2012c).

٩٠- ويمثل استخدام المواد المثبطة ذاتياً للهب تقنية بديلة أخرى يمكن النظر فيها. وللبوليمر المهلجن مثل كلوريد الفاينل المتبلمر خصائص مثبطات اللهب لأنه يطلق أشقاق الهالوجين خلال الاحتراق. ويجري تعزيز التأثير باطراد من خلال إضافة تآزرات مثل ATO إلى خلائط البوليمر المهلجنة، غير أن كلوريد الفاينل المتبلمر مثله مثل مثبطات اللهب المبرومة يشكل الديوكسينات والأحماض عند الاحتراق ولذلك فهو ليس من المواد البديلة المفضلة لمثبطات اللهب (Blomqvist et al., 2007a). وترد فيما يلي مواد البوليمر التي قد تعتبر بديلاً للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مثل البولبويلين (رابع الفيتنال) (PBTE) أو البوليأميد/النايلون (PA) (DME, 2006):

(أ) البوليكيتون الخالي من الهالوجين (وهو أكثر تكلفة بدرجة كبيرة من PBTE وPA)؛

(ب) اللدائن الحرارية عالية الأداء مثل البولي سلفون، والبولي آريثركتون (PAEK) أو البولي إيثرسلفون (PES).

٩١- وفي بعض الاستخدامات يمكن للمواد المثبطة ذاتياً للهب أن تضم حلولاً لإعادة التصميم باستخدام أغلفة معدنية وغير ذلك. وكذلك فالبوليمرات التي تتفحم مثل البوليميدات، والبوكيارأميدات وبوليسترات الكريستال السائل، وكبريتيد البوليفنيلين والبوليارلين والكثير من المجموعات الحرارية تميل أيضاً إلى أن يكون لديها قدرة أكبر على مقاومة الحرائق. وحيثما يكون للبوليمر الأساسي خواص مثبطات اللهب، بحسب الاستخدام النهائي، يمكن أن يتحقق مستوى كاف من الأداء في حالة الحراق دون حاجة إلى مثبطات اللهب الكيميائية أو باستخدام تحميل أقل منها (ECHA, 2012c).

٩٢- وقد أشير إلى بعض الأمثلة على المواد الجديدة المثبطة ذاتياً للحرائق في الدراسات أو المواقع الشبكية التجارية، وكثيراً ما يروَّج لهذه المواد باعتبارها بدائل للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (ECHA, 2012c; Albemarle, 2013; Great Lakes, 2013; PR Newswire, 2010)، وقد يكون من الضروري تغيير تصميمات المنتج لاعتماد هذه المواد البديلة، وسوف يتطلب تنفيذ ذلك مستوى من أنشطة البحوث والتطوير أعلى مما يتطلبه الاستبدال المباشر للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم التجاري بمثبط لهب كيميائي. غير أن بيانات الصحة البيئية والصحة العامة تعتبر من المنافع الأخرى.

المنسوجات

٩٣- يتمثل أحد الأساليب البديلة لتحقيق تثبيط اللهب في الأثاث في عملية إعادة تصميم للمنتجات بحيث تتضمن المواد غير القابلة للاشتعال أو تكنولوجيات الحواجز (LCSP, 2005). ويمكن لاختيارات تصميم المنتج أن تستوفي بنجاح جميع المعايير الحالية والوشيكة للسلامة من الحرائق. وثمة أسلوبان مناسبان ١) استخدام أنسجة التغطية المصنوعة من مواد مقاومة ذاتياً للحرائق، ٢) استخدام الحواجز المقاومة للحرائق بين أنسجة التغطية المقاومة ذاتياً والرغاوي القابلة للاشتعال التي في الأرائك.

٩٤- ويسود تفاوت كبير في مستويات مقاومة اللهب بين مختلف الألياف والمنسوجات. ويمكن تجنب مثبطات اللهب في المنسوجات في حالة كون المادة ذاتها غير قابلة للاشتعال أو ذات قابلية منخفضة للاشتعال. ويقدم عدد من الألياف الصناعية المقاومة الذاتية للهب بما في ذلك الأراميد والفيزكوز والنوفولويد والبولياميد والميلامين. وقد بدأت بعض هذه الألياف تستخدم على نطاق واسع في تنجيد الأثاث والحاشيات. وكانت تستخدم عادة في استيفاء أشد المعايير الخاصة بالتطبيقات مثل معدات تجوال مكافحي الحرائق، وملابس رواد الفضاء، وملابس قائدي سيارات السباق. والألياف المكافحة ذاتياً للهب الكامنة مثل البوليهالولكينات التي

تحتوي على خالية من الهالوجينات مثل كلوريد البوليفينيل وبروميد الفينيل، في تكون أصناف أخرى منها من الهالوجينات مثل البوليراميدات وألياف الميلامين (LCSP, 2005؛ انظر الجدول ١٠ بالوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6) وتشمل المواد الأخرى المثبطة ذاتياً للهب الرايون مع مواد فوسفورية مضافة، وألياف البوليستر والأراميد (Weil and Levchik, 2009). وعلاوة على ذلك تتسم بعض المواد الطبيعية مثل الجلود والصوف بخصائص المقاومة الذاتية للحرائق. وبحسب شدة النسيج، يمكنها تلبية متطلبات السلامة من الحرائق دون أي معالجة إضافية بمثبطات اللهب. ولذلك قد تستخدم بعض المواد الطبيعية مثل الصوف في شكل مواد حاجزة في الأثاث (Klif, 2011).

٩٥- ويعتبر خلط الألياف الطبيعية مع الاصطناعية أسلوباً آخر بالنظر إلى أن الألياف الطبيعية أكثر فعالية في تثبيط اللهب. ويعتبر خلط الألياف طريقة شائعة للتخفيف من قابلية الألياف للاشتعال. ويخلط البوليستر عادة بالقطن، ويمكن أن يجتاز خليط ''البولي والقطن'' الاختبار العمودي البسيط لقابلية الاشتعال. إذا انخفض محتواه من البوليستر عن ٥٠ في المائة. وعلاوة على ذلك، يشيع استخدام خلائط النايلون والقطن للحد من قابلية الاشتعال لدى القطن (Gnosys et al., 2010)، وكذلك لخليط القطن أو البوليستر مع الميلامين. وتصنع بعض الألياف الخاصة بتنجيد الأثاث والحاشيات وأغطية الأثاث من خليط من عدة ألياف تقاوم الحرائق مع ألياف أقل أداء من ناحية اللهب. وفي بعض الحالات، يمكن دمج الألياف التي ''تتسم بملمس'' أفضل مثل القطن أو البوليستر مع غيرها من الألياف المقاومة للهب مثل الميلامين لتشكيل الألياف التي تحقق أداء جيداً سواء من حيث الراحة ومقاومة الحرائق (LCSP، ٢٠٠٥).

٩٦- وثمة جانب هام في حماية الأثاث وفراش الحشيات (المراتب) من الحرائق يتمثل في استخدام الحواجز بين النسيج السطحي والحشو الداخلي بالرغوة. ففي مجال فراش الحشيات (المراتب) حققت الصناعة نقلة ويشيع الآن استخدام الحواجز المقاومة للحريق (Maine 2007b; IKEA 2014). وتصنع الحواجز المقاومة للحريق من ألياف بطبيعتها مثبطة للهب، مثل الصوف أو مشتقات الأراميدات أو الميلامين، أو الألياف المصنوعة (المود أكريليك) أو الليف الزجاجي، ولا تعتمد على استخدام المواد الكيميائية المثبطة للهب. وعلاوة على ذلك، يصنع كثير من هذه الألياف من مواد غير هالوجينية. ويمكن إعداد بعض الحواجز الحائلة أيضاً من خلائط من الألياف الرخيصة والألياف الغالية المقاومة بطبيعتها للحرائق. وهذه الحواجز تحمي فراش المراتب والمواد الداخلية للمراتب الفيتون القابلة للطي أو الحشية المرنة داخل الإطار الخشبي من الاحتراق. فهي تحتوي المواد الداخلية بالكامل ويجب أن تقترن مع الدرزات الطرفية والأشرطة اللاصقة والخيوط المقاومة للحريق (LCSP, 2005). وبالإضافة إلى استخدام خلائط من الألياف، يستخدم الصانعون مواد قطنية ومعالجة بحامض البوريك. وهذه المواد القطنية هي أرخص تكنولوجيا للحواجز الحائلة وتستخدم للمساعدة على تلبية متطلبات السلامة من الحرائق. ومع ذلك، يعتبر استخدام حامض البوريك مثيراً للقلق، لأنه يشتبه في كونه ذا أثر سام يؤثر على الإنجاب لدى الإنسان. وذكرت الدراسات الحيوانية وجود آثار ضارة على الإنجاب في الجرذان والفئران، المعرضة لحامض البوريك في الأغذية قبل وأثناء فترة التزاوج (Weir and Fisher 1972; NTP 1990 حسب ما ذكر في إدارة الصحة بولاية نيويورك، ٢٠١٣). وقد استخدمت الأغشية البلاستيكية أيضاً بمثابة حواجز حائلة، خصوصاً الأغشية المصنوعة من مواد لدائنية مقاومة بطبيعتها للحريق مثل النيوبرين (المطاط الصناعي متعدد الكلوروبرين) (LCSP, 2005).

٩٧- وفي المنسوجات كما في البلاستيك، يمكن كذلك تحقيق السلامة من الحرائق باستخدام نظم قابلة للانتفاخ (Klif,2011; U.S. EPA, 2014a). والانتفاخ هو تكوين تفحم رغوي يعمل بمثابة عازل للحرارة. ويتركب

النظام القابل للانتفاخ بشكل عام من مصدر للكربون لتكوين التفحم ومركب مولد للحامض ومركب قابل للتحلل لتوليد غازات النفخ لإنتاج التفحم الرغوي (Levchik 2009 & Weil). ويصل سمك هذه الرغوة إلى مقدار١٠ إلى ١٠٠ مرة ضعف سمك الطلاء المستخدم في الأصل ويعزل المادة التحتية من خلال موصليته المنخفضة للحرارة، مما يجعل الأنظمة القابلة للانتفاخ ذات كفاءة في خفض القدرة على الاشتعال وخفض التعرض للغازات المتبخرة (KemI, 2006). وتُطرح في الأسواق العديد من النظم القابلة للانتفاخ ذات الصلة بتطبيقات المنسوجات منذ فترة تناهز العشرين عاماً، حيث أظهرت بنجاح إمكانيتها الكبيرة. وتشمل النظم القابلة للانتفاخ استخدام الرغاوي المشربة بالجرافيت القابل للتمدد والمعالجات السطحية وتكنولوجيات الحواجز للمواد المتبلمرة (Klif 2011). وقد لا يكون من الممكن استخدام النظم القابلة للانتفاخ في نفس المجموعات من المنسوجات بوصفها كسوة خلفية قائمة على مثبطات اللهب المبرومة.

٢-٣-٦ المعايير والمتطلبات والحلول المتعلقة بالسلامة من الحرائق

٩٨- يحتاج المجتمع إلى نظم للحد من الحرائق ومنعها ولحماية أرواح البشر. فالحرائق تسبب سنوياً في وقوع الإصابات والوفيات ودمار الممتلكات في أنحاء العالم. ومن ناحية أخرى، في البلدان التي لديها قواعد صارمة للسلامة من الحرائق يذكر أن استخدام بعض مثبطات اللهب وما ينجم عنها من تلوث بيئي وتركزات في جسم الإنسان أعلى بكثير مما هو عليه في البلدان الأخرى التي لديها لوائح مرنة لتلبية المتطلبات المتعلقة بالحرائق (Klif, 2011). وهذا يدل على أن الوعي بهذه المسائل على درجة من الأهمية عند البحث للاستعاضة عن مثبطات اللهب الخطرة.

٩٩- وخلصت دراسة لمقارنة إحصاءات الحرائق من أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية ونيوزيلندا إلى أن التدخين والطبخ، مقترنين بوجود الأثاث المنجدَّ والمنسوجات هي الأسباب وأنماط الحوادث الأكثر شيوعاً في الحرائق المنزلية (NIFV, 2009). ويمثل الرجال والأطفال والمسنون أغلب الضحايا، ويعتبر تعاطي الكحول جانباً هاماً آخر للحرائق المنزلية المهلكة. ومعظم الحرائق المهلكة إنما يحدث في غرف الجلوس أو غرف النوم في الليل أثناء نهاية الأسبوع ويشمل الأثاث (المفروش بمواد تنجيد) أو المنسوجات أو الأجهزة التقنية أو الملبوسات. وفي أوروبا، كان للأثاث المفروش بمواد التنجيد دور هام في حدوث ٥٠ في المائة تقريباً من جميع الإصابات القاتلة في الحرائق المنزلية، وفي الولايات المتحدة الأمريكية، كان الأثاث والستائر أول أماكن الاشتعال في ١٨ في المائة من وفيات الحرائق المنزلية (ACFSE, 2001; NFPA, 2013). وتعتبر رغوة البوليبوريتان في أثاث التنجيد مساهماً رئيسياً في زيادة الدخان السام (Molyneux et al., 2014; Stec et al., 2011). وتشير الإحصاءات من النرويج إلى أن نسبة ٢٣ في المائة من جميع الحرائق المنزلية تبدأ في المطبخ بينما تبدأ نسبة ١٩ في المائة منها في غرفة الجلوس ونسبة ٩ في المائة تبدأ في غرفة النوم، ويدخل في النوعين الأخرين الأثاث المنجدَّ (NFPA, 2014).

١٠٠- وتجري اختبارات أداء أية مادة أو منتج إزاء الحريق بصفة أساسية فيما يتعلق بالقابلية للاشتعال، وسهولة الإطفاء ومعدل انتشار اللهب ومعدل انطلاق الحرارة وتكوين الدخان (Weil and Levchik 2009). وغالباً ما تعتمد المتطلبات المتعلقة بالحرائق في المنتجات على الاستخدام المقصود (على سبيل المثال، متطلبات أعلى بالنسبة للمباني المؤسسية بالمقارنة مع البيوت السكنية. وفي العادة، توصي لوائح الحريق باستخدام معايير تقنية محققة أعدتها منظمات توحيد المقاييس مثل المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس واللجنة الكهربائية التقنية الدولية أو اللجنة الأوروبية لتوحيد المقاييس وشركات الاستشارة والمصادقة لشؤون السلامة مثل مختبر الشركات الضامنة (UL). ومع ذلك، لا تشترط اللوائح الوطنية للسلامة من الحرائق ولا المعايير التقنية استخدام مواد كيميائية محددة لتثبيط اللهب تلبيةً لمتطلبات السلامة من الحرائق. وعلاوة على ذلك، فأداء المنتجات في معايير

الاختبار لا يرتبط دوماً بالأداء في حالة حريق عملي. وكانت المملكة المتحدة وآيرلندا وكاليفورنيا تعتمد سابقاً على اختبارات الحريق المكشوف فيما يتعلق بالأثاث المنجدَّ، الأمر الذي أدى إلى استخدام أعلى من مثبطات اللهب المحتوية على البروم وإلى على زيادة التركيزات في الجسم (UNEP/POPS/POPRC.10/10.Add.2, UNEP/POPS/POPRC.10/INF/5) وتجري الآن مراجعة المبادئ التوجيهية للاختبارات فيما يتعلق بلائحة المملكة المتحدة. وثمة تغيير محتمل من الاختبار الحالي باستخدام ''عود الكبريت والسيجارة'' الذي يتطلب اختبار الأغطية النسيجية فوق رغوة البوليوريتان المعدلة دون احتراق، إلى الاختبارات التي تتطلب تقييم المركب النهائي الفعلي فيما يتعلق بأدائه في الحرائق (DBIS 2014) وتعتقد إدارة الابتكارات والمهارات في مجال الأعمال (DBIS) أن هذا سيسفر عن انخفاض بنسبة تبلغ ٥٠ في المائة من مثبطات اللهب المستخدمة حالياً. وتغيرت معايير كاليفورنيا بشأن قابلية احتراق الأثاث بحيث يمكن استبعاد استخدام مثبطات اللهب مستقبلاً (TB117-2013).

١٠١- ويمكن أن تعمل مثبطات اللهب على إبطاء انتشار النيران وما يعقبه من انطلاق الحرارة لفترة قصيرة وذلك لمساعدة السكان على الفرار، لكن يمكنها أيضاً أن تعمل على زيادة سُمية الانبعاثات. وقد يجري تقليل الانبعاثات السامة باستعمال مادة حائلة متوالفة مع مثبط اللهب. وتعتبر سُمية النيران هي أكبر سبب للوفاة والإصابة في الحرائق، ولكن لا يأخذها واضعو النظم عادة في الحسبان. وأثناء اندلا ع الحريق تصدر عدة غازات سامة، يرتبط بعضها بوجود مثبطات اللهب المحتوية على البروم بينما لا ترتبط غازات أخرى بوجوده. وقد يعمل احتراق مواد محتوية على مثبطات لهب مهلجنة خلال الحرائق العَرَضية وإحراق النفايات المحتوية على مثبطات لهب على زيادة سُمية نفايات الحريق بزيادة إطلاق أول أكسيد الكربون والغازات الحامضية مثل بروميد الهيدروجين والديوكسينات والفيورانات المبرومَة والمكلوَرة (Simonson et al., 2000; Blomqvist et al., 2007b, Shaw et al., 2010) علاوة على ذلك، تشير الدراسات إلى أن مثبطات اللهب المحتوية على البروم بالتوالف مع الأنتيمون تصدر عنها كميات كبيرة من أول أكسيد الكربون وسيانيد الهيدروجين، وهما عاملان خانقان رئيسيان في الحرائق (Molyneux et al., 2014; Stec et al., 2011). وبالتالي ربما يؤدي التخفيض الشديد في المواد المثبطة للهب إلى حدوث أخطار أقل من المشاكل الصحية لعامة الجمهور ورجال المطافئ، إذا أمكن تحقيق الأمان من الحرائق بوسائل أخرى. وتماشياً مع هذه النتائج، أصبحت الفائدة الإجمالية للسلامة من الحرائق المتحققة عن طريق استخدام هذه المواد لتلبية متطلبات السلامة من الحرائق موضع تساؤل من مجموعة من العلماء (Jayakody et al., 2000; DiGangi et al., 2010).

١٠٢- وفي المباني المنزلية والمؤسسية، يمكن تعزيز السلامة من الحرائق بالقيام بحملات تثقيفية سنوياً مع التركيز على الاستخدام الآمن للمكونات الكهربائية والشموع والمدافئ والمواقد والكاشفات الحديثة للدخان، وما إلى ذلك. وتعتبر متطلبات سهولة الوصول إلى طرق النجاة ومعدات مكافحة الحرائق مثل خرطوم إطفاء الحريق، ومرشات إطفاء الحريق وأجهزة إطفاء الحريق والبطانيات المانعة للاحتراق كلها تدابير هامة للوقاية وتقليل الخسائر الناجمة عن الحرائق ولتيسير النجاة والفرار من المباني وقت الحريق. ويشمل حل آخر للسلامة تقليل الميل للاشتعال في السجائر بحيث تنطفئ وحدها إذا تركت دون انتباه. ويبدو أن هذا الحل قد قلل من الإصابات القاتلة الناجمة عن الحرائق بسبب السجائر المهملة بنسبة ٤١ في المائة في ولاية نيويورك. وصار الآن إلزامياً في الولايات المتحدة وكندا وأستراليا والاتحاد الأوروبي. ويمكن أن تشمل الحلول المتعلقة بالمنتجات الكهربائية أجهزة حساسة لاستشعار الحرارة مثبتة لداخل المنتجات تقوم بإطفاء الأجهزة عندما تصبح شديدة السخونة. ومن إجراءات الوقاية من الحرائق أيضاً وجود الرقابة المنتظمة وتغيير نظام الأسلاك الكهربائية.

١٠٣- وأثناء التخزين، على سبيل المثال في المستودعات، يمكن تعزيز السلامة من الحرائق بواسطة الممارسات الإدارية. فوفقاً للمرفق واو ''معلومات من الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة''، يمكن أن تتحقق السلامة من الحرائق عند استخدام المنصات البلاستيكية للنقل، دون استخدام مثبطات اللهب، بتنفيذ

نظم مثل ممارسات إدارة تخزين منصات النقل (على سبيل المثال مدى ارتفاع تخزين المنصات وتكديسها عمودياً ومدى تقارب المنصات عند تكدسها) و/أو باستخدام نظم مرشات إطفاء الحريق.

١٠٤- ووفقاً للمعلومات المقدمة من قطاع الطيران، تخضع منتجات الفضاء والجو لنُظم صارمة تتعلق بصلاحيتها للطيران ومواصفات التصديق على سلامتها، وتضع هذه النظم معايير الأداء ومن بينها القابلية للاشتعال. وترد لمحة عامة عن العملية في الفرع ٢-١ من الوكالة الأوروبية (٢٠١٤). وتهدف هذه المتطلبات الخاصة بالمقاومة والسلامة من الحرائق إلى الوقاية و/أو مكافحة الحرائق في رحلات الطيران حيث تعتبر خيارات الفرار محدودة، وبعد الاصطدام، حيث يكون الشاغل الرئيسي هو إجلاء الأشخاص من النيران التي تتغذى على الوقود. وهذه الاعتبارات تقود اختيار المواد المراد استخدامها. فمن المتوقع للأجزاء والمكونات الخاصة بالطائرة أن تصمد في الحريق لفترة معينة اعتماداً على المكان والاستعمال، ولا يجب أن تولد المواد المستخدمة في المكونات الداخلية دخاناً ساماً أو سخونة مفرطة عند اندلاع حريق. ولهذه الأسباب، تستعمل مواد مثل مثبطات اللهب في المناطق الساخنة والمناطق الحساسة للنيران، (مثلاً حول المحركات). وتتولى السلطات المسؤولة عن الصلاحية للطيران مثل وكالة سلامة الطيران الأوروبية، وإدارة الطيران المدني في الصين، والوكالة الكندية للنقل والطيران المدني، والوكالة الوطنية للطيران المدني، والهيئة الأسترالية لأمان الطيران المدني، والإدارة الاتحادية للطيران في أمريكا المسؤولية عن وضع، وإدارة وإنفاذ معايير القابلية للاشتعال[٢]. وثبت أن وضع معايير قابلية الاشتعال بالنسبة لقطاع الطيران يخفض إلى حد كبير من احتمال الوفاة بسبب الحرائق في حادث يكون به ناجون بمعدل ثلاثة خلال الـ ٤٠ عاماً الماضية (الإدارة الاتحادية الأمريكية للطيران، ٢٠١٠) (Boeing Company, pers. comm.).

٢-٤ ملخص المعلومات بشأن الآثار المترتبة على المجتمع نتيجة تنفيذ تدابير الرقابة المحتملة

١٠٥- يمكن توقع آثار إيجابية على صحة الإنسان والبيئة نتيجة اتخاذ إجراء عالمي بتخفيض الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وخلصت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها العاشر إلى أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩، المكون الرئيسي في الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وبمستويات التعرض والتأثير الحالية يحتمل أن يؤدي إلى آثار ضارة خطيرة على صحة الإنسان والبيئة نتيجة لانتقالهم البعيد المدى في البيئة، بما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنه (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2).

٢-٤-١ الصحة، بما في ذلك الصحة العامة والبيئية والمهنية

١٠٦- ويكتشف وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ على نطاق واسع في البيئة على مستوى العالم وتظهر تركيزات مرتفعة في أجساد بعض الأنواع خصوصاً بعض أنواع الطيور، وأيضاً لدى كلب

(٢) أمثلة على المعايير المدنية لقابلية الاشتعال:

الوكالة الأوروبية لأمان الطيران- (e.g., CS 25.853, Appendix F) – https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/CS-25%20Amdendment%2016.pdf

إدارة الطيران المدني في الصين – (e.g., 第25.853 条, 附录F) http://www.caac.gov.cn/B1/B6/201112/P020111209503321901800.pdf

الوكالة الكندية للنقل والطيران المدني- (e.g. 525.853, Appendix F) – https://www.tc.gc.ca/eng/acts-regulations/regulations-sor96-433.htm#v

الوكالة الوطنية للطيران المدني - (references US 14 CFR 25) http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC25EMD136.pdf

الهيئة الأسترالية لأمان الطيران المدني– (e,g., Part 90 Subdivision 3.2, references 14 CFR 25.853) – http://www.comlaw.gov.au/Details/F2011C00871/Html/Text#_Toc306971168

الإدارة الاتحادية للطيران في أمريكا- (e.g., §25.853, Appendix F) – http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title14/14cfr25_main_02.tpl

الماء والثعلب اللذين يعيشان في المناطق الحضرية والضواحي. (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وزيادة على ذلك ففي بعض الكائنات العضوية مثل الضفادع والأسماك والطيور، تقترب مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ أو تقع في نطاق التركيزات التي يتم الإبلاغ فيها عن الآثار على النمو والسمية للأعصاب واضطرابات الغدد الصماء. وأفادت التقارير بأنه تركيزات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ في سمك القد القطبي، وهو نوع أساسي في النظم الإيكولوجية بالمنطقة المتجمدة الشمالية، وتصل إلى مستوى يمكن أن يؤدي إلى آثار ضارة، وهذه بدورها قد يكون لها أثر سلبي على تجمعات أسماك القد القطبي وكامل النظام الإيكولوجي للمنطقة القطبية الشمالية. ويضاف إلى هذا الشاغل احتمال التعرض للجرعة المنخفضة والآثار المجتمعة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ والمواد المماثلة التأثير من الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم واحتمال آثار عوامل الإجهاد المتعددة (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, UNEP/POPS/POPRC.7/INF/16). وثمة أثر إيجابي لفرض تدابير الرقابة وهو انخفاض الانبعاثات، ويعمل هذا بمرور الوقت على خفض التعرض والتراكم البيولوجي في بني البشر والحياة البرية. وبالتالي يعتبر فرض حظر أو تقييد على المستوى العالمي على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أحد التدابير التي ستسهم في حماية الكائنات العضوية والنظم الإيكولوجية في المحيط المتجمد الشمالي والحفاظ عليها، فهذه الكائنات تعتبر معرضة للخطر بوجه خاص من الملوثات العضوية الثابتة (AMAP 2009; UNEP/POPS/POPRC.7/INF/16).

١٠٧- وخلال فترة قصيرة من الوقت، يحتمل أن يظهر أكبر أثر إيجابي لفرض تدابير عالمية للرقابة، في البيئة داخل المباني والصحة العامة، حيث تنخفض مستويات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الغبار وتزول في نهاية الأمر بإنهاء استخدامه في المنسوجات والمعدات الداخلية. ومن شأن فرض تدابير رقابة أيضاً ضمان أن تنخفض المستويات بمرور الوقت في المنتجات الزراعية مثل اللبن ومنتجات الألبان ومختلف منتجات اللحوم والأسماك. ولدى البشر، يحدث التعرض للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في المراحل الأولى من نماء الإنسان ويستمر طوال الحياة. ويوجد في دم الإنسان والبلازما ولبن الأم، وينتقل إلى الجنين عن طريق المشيمة أثناء المراحل الحرجة من النماء. والمصادر الأساسية المعروفة حالياً للتعرض البشري هي الغبار والأغذية الملوثة (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وبسبب سلوك نقل الأشياء مباشرة من اليد إلى الفم لدى الأطفال الرضع وحديثي المشي، تظهر في أجسامهم تركيزات أعلى من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ والإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم أكثر من تلك الموجودة لدى البالغين وجرى تحديدهم كمجموعات ضعيفة ويمكن أن تكون عرضة للخطر، وخصوصاً بسبب السُمية العصبية للغدد الصماء وسُمية النماء العصبي التي لوحظت في الدراسات الحيوانية (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وبالتالي فالقضاء على استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو تقييده سيكون مفيداً لنماء الطفل على وجه الخصوص.

١٠٨- وسيؤدي القضاء على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو تقييده أيضاً إلى حماية أفضل لصحة العمال، وخصوصاً في البلدان النامية حيث تعتبر معدات الحماية الشخصية محدودة وسيخفض أيضاً التعرض البشري والبيئي لمنتجات التحلل السامة، بما في ذلك الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم والديوكسينات والفيورانات المبرومة (الديوكسينات ثنائية البنزين المتعددة البروم/الفيورانات ثنائية البنزين متعددة الكلور) والفينول الخماسي البروم والبنزين السداسي البروم. وقد تتكون منتجات التحلل السامة بما في ذلك الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم/الفيورانات بطرق مختلفة: أثناء التجهيز الحراري (التشكيل بالبثق وصب القوالب وإعادة التدوير) وإنتاج اللدائنيات والتحلل بالضوء وتجهيز الأغذية (طبخ

الأسماك) والتخلص من النفايات ((Vetteret al., 2012;Kajiwara et al., 2008, 2013a,b; Hamm et al., 2001; Ebert and Bahadir 2003; Weber and Kuch 2003; Thoma and Hutzinger 1987; Christiansson et al.,2009;UNEP/POPS/POPRC.6/INF/6). وفيما يتعلق بالتعرض المهني، أشير إلى وجود مستويات من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في عدد من المهن (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وكذلك، أظهرت دراسة شملت ١٢ من عمالّ المطافئ في الولايات المتحدة أن في دمائهم تركيزات مرتفعة من ثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ (بما يساهم بأكثر من ٥٠ في المائة من إجمالي تركيز الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم في المصل) وكذلك مقادير مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات ثنائية البنزين المتعددة البروم (Shaw et al., 2013). وأشار معدو الدراسة إلى أن ''الديوكسينات/الفيورانات ثنائية البنزين – المتعددة البروم ربما تساهم بدرجة كبيرة في سُمية مشابهة للديوكسينات لدى العاملين في المطافئ''، وأن التعرض المهني لهذه المركَّبات أثناء مكافحة الحرائق يعتبر كبيراً. ومن ثم، يحتمل أن يساهم التعرض في حدوث نتائج صحية ضارة، وهو افتراض تدعمه أيضاً بيانات من دراسات أخرى حيث يعرف أن عمالّ المطافئ لديهم معدلات مرتفعة من السرطان، بما في ذلك أربعة أنواع يحتمل أنها مرتبطة بالتعرض للفيورانات ثنائية البنزين المتعددة البروم مثل الأورام النخاعية المتعددة، والأورام الليمفاوية غير داء هودجكن، وسرطانات البروستاتا والخصيتين (Hansen et al., 1990; IARC 2010; Le Masters et al., 2006;Kang et al., 2008). ومن ناحية أخرى، تشير الدراسات إلى أنه يمكن أن تخفيض التعرض بدرجة كبيرة عند وجود تدابير ملائمة مثل معدات الوقاية الشخصية ووجود نظام للتهوية. وأظهرت دراسة حديثة أنه باستعمال تدابير مناسبة لمواجهة الأخطار في مرفق سويدي لإعادة تدوير الإلكترونيات، لا يشكل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ أي خطورة على صحة العامل (Rosenberg et al., 2011; Thuresson et al., 2006). ومع ذلك، يحتمل أن يكون العمال في البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال أكثر تعرضاً للإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ والمواد الأخرى من العمال في البلدان المتقدمة النمو، وذلك لأنه لا توجد عادة تدابير للحد من الأخطار أو لا تنفذ تنفيذاً كاملاً. (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2;ILO 2012 Tsydenova and Bengtsson, 2011;).

١٠٩- وبوجه عام تظهر المستويات الأعلى من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ قرب مصارف المياه المستعملة وفي المناطق المحيطة بمنشآت النفايات الإلكترونية وإعادة التدوير (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). ولهذا فمن المهم لإدارة النفايات على نحو سليم بيئياً بغية تحقيق مستوى وافٍ من حماية الصحة البشرية والبيئة. ويعتبر هذا هاماً بصفة خاصة في البلدان النامية حيث تحدث معالجة النفايات غالباً في ظل ظروف لا تستخدم فيها عمليات المعالجة الصناعية الحديثة وحيث تكون حماية العمال غالباً غير كافية. وبالنظر إلى الاستخدام الواسع النطاق للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية وإلى أن النفايات الإلكترونية، هي أسرع مسارات النفايات نمواً (StEP,2013)، تعتبر المعدات الكهربائية والإلكترونية المستخدمة أو عند صيرورتها نفايات مبعثاً لقلق خاص. ففي السنة الماضية، بلغت كمية النفايات الإلكترونية المتولدة في أنحاء العالم حوالي ٥٠ مليون طن، أي حوالي ٧ كيلو غرامات لكل شخص على وجه الكوكب. زيادة على ذلك، يتم تصدير ملايين الأطنان من السلع الإلكترونية القديمة إلى البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال، وفي المقام الأول إلى جنوب شرق آسيا، وبدرجة متزايدة إلى غرب إفريقيا وأوروبا الشرقية. وبشكل متزايد تعتبر السنغال وأوغندا والمغرب وكولومبيا وبيرو وكينيا وجنوب إفريقيا وكمبوديا والعراق أيضاً مقاصد للمنتجات والسلع المنتهية العمر (Ni and Zeng, 2009; Zoeteman et al., 2010; Schluep et al., 2009 in ILO 2012). وتتم المعالجة في هذه

البلدان عادة في القطاع غير الرسمي، مما يسبب تلوثاً بيئياً هاماً وأخطاراً صحية للسكان المحليين. وتشكل النساء والأطفال نسبة كبيرة من القوة العاملة (ILO, 2012). وفي الصين التي ترد إليها أعلى نسبة من جميع النفايات الكهربائية والإلكترونية على مستوى العالم، ترتفع كثيراً مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في التربة في مواقع النفايات المذكورة ومحطات إعادة التدوير (ILO 2012;Wang et al.,2010, 2011a,b, 2014; Gao et al., 2011, Li et al.,2013). وإضافة إلى العاملين بالتفكيك المعرضين مهنياً، تظهر لدى الأشخاص المقيمين بالقرب من مرافق الإنتاج وإعادة التدوير أيضاً مستويات مرتفعة من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم –٢٠٩ في الدم (انظر، UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وفي بنغلاديش ونيكاراغوا، تظهر في دم الأطفال الذين يعيشون ويعملون عند مواقع التخلص من النفايات نوعان من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم –٢٠٩ ومواد كيميائية خطرة أخرى (Linderholm et al., 2011;Athanasiadou et al., 2008). وزيادة على ذلك، تشير التقديرات إلى أن الحرق المكشوف للنفايات الكهربائية والإلكترونية المحتوية على الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم يتطلق أطناناً من الفيورانات ثنائية البنزين متعددة البروم والفيورانات ثنائية البنزين المتعددة الكلور في البيئة (Zennegg et al., 2009) وذكر ما وآخرون (٢٠٠٩) أن تركيزات معامل سُمية الفيورانات ثنائية البنزين المكلورة في العينات البيئية المأخوذة من مرفق إعادة تدوير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الصين تجاوزت تركيزات معامل سُمية الفيورانات المتعددة الكلور في العينات البيئية. زيادة على ذلك، يجد بلاستيك النفايات الكهربائية والإلكترونية المحتوي على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أيضاً طريقه إلى مواد التماس مع الأغذية المصنوعة من مواد بلاستيكية معاد تدويرها، حيث يساهم في التعرض والمخاطر للإنسان (Samsonek and Puype 2013; Puype et al., 2015). ورغم أن إعادة تدوير المواد التي لا تحتوي على مواد كيميائية خطيرة تعتبر مفيدة بيئياً واقتصادياً، فإنه ينبغي تجنب إعادة تدوير المواد المحتوية على ملوثات عضوية ثابتة ومواد كيميائية خطيرة أخرى بغية حماية الصحة البشرية والبيئة. وتفادي إعادة تدوير المواد المحتوية على الملوثات العضوية الثابتة يقلل بدوره من المخاطر تصدير المواد الملوثة إلى البلدان النامية. كما أن تفادى إعادة تدوير المواد المحتوية على ملوثات عضوية ثابتة مهم لحماية مصداقية إعادة التدوير، وحفز الإدارة المستدامة لتدفقات النفايات، وزيادة الابتكار في صناعة إعادة التدوير وفي الصناعات الأخرى أيضاً. أما الجوانب السلبية لعدم السماح بإعادة تدوير هذه المواد فقد تسمل من الناحية الأخرى فقدان المادة (الموارد) التي يجري تدويرها، والتكاليف الإضافية التي تتحملها شركات إعادة التدوير بسبب الجهود التي تُبذل للفصل أو للتفكيك، وزيادة استخدام المواد (الموارد) البكر (UNEP/POPS/POPRC.6/2/Rev.1). وفيما يتعلق بالتحديات التي تواجهها البلدان النامية بسبب النفايات الإلكترونية، تُبرز منظمة العمل الدولية (٢٠١٢) مدى تعقيد النقل غير الشرعي للنفايات الإلكترونية، وتقترح عدة حلول منها ضرورة اقتران التنظيم والإنفاذ الفعالين بحوافز للقائمين على إعادة التدوير في القطاع غير النظامي تشجعهم على عدم الانخراط في العمليات التدميرية، وإضفاء الطابع النظامي على قطاع إعادة تدوير النفايات الإلكترونية غير النظامي. وتقترح جهات أخرى أن الإنفاذ القانوني السليم والتعاون الدولي أمران أساسيان لحل مشكلة عمليات النقل غير المشروعة (بي وزينغ، ٢٠٠٩). وتُشير الكتابات المُتاحة إلى نُهج مختلفة تجاه إدارة النفايات الإلكترونية وإعادة التدوير (مثال، بليهر وآخرون، ٢٠١٤؛ UNEP 2012, UNEP/POPS/POPRC.6/2/Rev.1). وتشمل بعض النُهج المُقترحة ١) عدم السماح بإعادة تدوير النفايات التي تحتوى على ملوثات عضوية ثابتة؛ ٢) إعادة تدوير اللدائن غير المبرومة المُثبطة للاشتعال وترميد اللدائن الملوثة بالملوثات العضوية الثابتة بالإقتران مع استعادة الطاقة، و٣) إعادة تدوير جميع اللدائن بما في ذلك اللدائن المبرومة المثبطة للهب التي تقل عن مستوى العتبة المُحدد قانوناً، وهي نُهج تمتثَل لأهداف اتفاقية استكهولم، وينبغي أن تكون مُجدية أيضاً بالنسبة للبلدان النامية. وتختلف النُهج المتباينة حول كيفية مناولة الجزء

الذى يحتوي علي مثبط اللهب/الخليط التجاري للإيثر ثنائي الفينيل عشاري البروم وعلى المكسب الاقتصادي الناتج للصناعة (بليهر وآخرون، ٢٠١٤).

٢-٤-٢ الزراعة بما في ذلك تربية الأحياء المائية والحراجة

١١٠- القضاء على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم سوف يفيد الزراعة وكذلك الصحة البشرية والحيوانات البرية بإنهاء انتشار مادة من الملوثات العضوية الثابتة في التربة. ويعتبر تلويث التربة الزراعية بمادة الإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم -٢٠٩ مشكلة عالمية تتصل جزئياً باستخدام حمأة المجارير كسماد (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وكما أوضح سلستورم (٢٠٠٥) ودى ويت (٢٠٠٥) ارتفعت مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ مائة إلى ألف ضعف في مواقع التسميد بحمأة المجاري مقارنة بالمواقع المرجعية. وعند تعديل التربة بالحمأة ينتقل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ إلى الكائنات الحية ويمكن في نهاية الأمر أن يتراكم في الكائنات العضوية في قمة السلسلة الغذائية (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). ويعتبر استعمال حمأة المجاري في الأرض الزراعية، طريقة لإدارة حمأة المجاري وفي الوقت نفسه استغلال مواد أساسية غذائية للنباتات ومادة عضوية في الزراعة. ولكن، وكما نوقش أعلاه تسهم هذه الممارسة في إطلاقات بيئية للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩. وقد تسهم أيضاً في أخطار بشرية وإيكولوجية بسبب وجود الملوثات العضوية، مثل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩، في الحمأة. ووفقاً لذلك، فإن اتخاذ الإجراءات للحد من مستويات الإيثر المذكور في حمأة المجاري و/أو التدابير لتحسين الرقابة على استخدام حمأة المجاري كسماد، من المحتمل أن يكون له أثر إيجابي للحد بمرور الوقت من مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المنتجات الزراعية.

٢-٤-٣ الكائنات الحية (التنوع البيولوجي)

١١١- يعتبر التخلص التدريجي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ضرورياً لتفادي حدوث زيادة في مستوياته لدى الحيوانات البرية المعرَّضة أصلاً للخطر. وتثير الآثار الضارة الواردة بالتقارير مشاعر القلق لأن هذا الخليط التجاري قد يسبب آثاراً على مستويات السكان والنظام البيئي، وفي النهاية، تترتب عليه آثار على التنوع البيولوجي (انظر الفرع ٢-٤-١ أعلاه UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وإضافة إلى أن هذه المادة وحدها أو بالإقتران مع ملوثات عضوية ثابتة أخرى تشكل خطراً يهدد النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي بالمنطقة المتجمدة الشمالية (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, UNEP/POPS/POPRC.7/INF/16) يثير الانشغال أيضاً أن خليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وحده أو بالاقتران مع غيره من المواد يمكن أن يؤخر النمو والتحول في دورة حياة الضفادع بوجود تركيزات هامة بيئياً (Shricks et al.,2006; Qin and Xia 2010) كما يتغير تشريح ووظيفة النظام الصوتي لذكر الضفدع (Ganser 2009). وفي القائمة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض، الصادرة عن الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، جرى تحديد البرمائيات، ومن ضمنها الضفادع، باعتبارها أكثر مجموعات الفقاريات التي جرى تقييمها تعرضت للتهديد، ويقدر أن ٤١ في المائة منها معرضاً لخطر الانقراض، كما يحث الاتحاد على اتخاذ إجراء فوري لحماية الأعداد الباقية من البرمائيات في أنحاء العالم (الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، ٢٠١٤، انظر أيضاً ستيوارت وآخرين، ٢٠٠٤). وقد عزيت حالات الانقراض والانخفاض على نطاق واسع في أنواع البرمائيات إلى فقدان الموئل، والتلوث والحرائق والتغير المناخي، والمرض والاستغلال المفرط (الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، ٢٠١٤ وهاينز وآخرين، ٢٠١٠). وقد تسهم المواد الكيميائية من صنع الإنسان في تدهور الأنواع البرمائية بتأثيرها على الجهاز المناعي/الاستجابة المناعية، وعلى تطور ونمو اليرقات، والقدرة على تجنب الافتراس، ومعدلات النجاح

في الإنجاب والبقاء (Carey and Bryant 1995, see also Hayes et al., 2010). والتغييرات في الجهاز الصوتي للضفدع وتأخر التحور/النمو بسبب التعرض للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم قد تترتب عليها آثار تمس اللياقة في فترة العمر (نجاح في التزاوج، الافتراس، وما إلى ذلك) وتمس في النهاية احتشاد الأسراب (van Allen et al., 2010; Hayes et al., 2010). ومن ثم، فإن الآثار الضارة الملاحظة في الضفادع تشير إلى أن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يمكن أن يكون واحداً من الملوثات المساهمة في حالات انخفاض أعداد الضفادع على المستوى العالمي.

٢-٤-٤ الجوانب الاقتصادية والتكاليف الاجتماعية

١١٢- استناداً إلى معلومات من قبيل أسعار البدائل المختلفة وسهولة الحصول عليها وتوافرها وكذلك المعلومات المتعلقة بالتدابير التنظيمية والاستخدام في مختلف البلدان، تعتبر التكاليف الاجتماعية الاقتصادية لتنفيذ حظر و/أو تقييد على استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم صغيرة وتتفوق عليها الفوائد المترتبة على إلغاء هذا الاستخدام أو تنظيمه. وأحد العوامل الهامة، على النحو الذي نوقش في الاقتراح المقدم من الاتحاد الأوروبي بشأن التقييد، هي أنه رغم انخفاض تكلفة الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم حالياً بالمقارنة مع البدائل التي تم تقييمها، فإن الفرق في التكلفة يمكن أن يتغير تدريجياً استجابة للطلب المتزايد على البدائل (ECHA, 2014a).

١١٣- وتعتمد التكاليف التي تتكبدها الجهات الصانعة التي ما زالت تنتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم على الكيفية التي يؤثر بها التقييد/الحظر على الإنتاج وعلى سوق البدائل الكيميائية لمادة الخليط التجاري. وهي تعتمد أيضاً على التكاليف التقنية المرتبطة بالانتقال من الخليط التجاري المذكور إلى بدائل أخرى في منشآت الصناعة (ECHA, 2014a). ومع ذلك، فمن المعروف أن الخليط التجاري المذكور يتم تصنيعه في بضعة بلدان فقط على مستوى العالم وبالتالي، لن تترتب على التقييد/الحظر أي تكلفة مباشرة (أو تأثير) بالنسبة لغالبية البلدان في أنحاء العالم، ولن يؤثر سوى على عدد صغير من جهات التصنيع التي لا تزال تُنتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والتي يقوم بعضها بإنتاج وبيع البدائل لهذه المادة. ويضاف إلى ذلك، أن المعلومات المتوافرة تشير إلى أن البدائل يمكن أن تُصنع داخل نفس منشآت التصنيع/خطوط الإنتاج التي تصنع وتنتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وهكذا يفترض أن تكون تكاليف الانتقال منخفضة بالنسبة لقطاع التصنيع على الصعيد العالمي.

١١٤- ويمكن أن يؤثر التقييد أيضاً على اقتصاد المستوردين/البائعين للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وكذلك المستعملين الاحترافيين في مجال الصناعات المشتقة. ومع ذلك، فمعظم المستوردين والبائعين يستوردون ويبيعون أيضاً مواد أخرى، من بينها بدائل للخليط المذكور (ECHA, 2014a). وبالمثل، يواصل مستوردو المواد المحتوية على الخليط التجاري أيضاً استيراد بضائع تحتوي على بدائل لمثبطات الحرائق وبالنسبة للمستخدمين الاحترافيين للصناعات المشتقة، فمن المعروف أن قدرتهم على الانتقال إلى بدائل قد تختلف. ورغم أن معظم المستخدمين الاحترافيين/مستخدمي الصناعات الاشتقاقية قادرون على الانتقال إلى بدائل للخليط التجاري – دون تكاليف إضافية كبيرة، تشير التعليقات التي وردت من قطاع الطيران أثناء استشارة عامة في الاتحاد الأوروبي، إلى أنه قد يكون من الصعب الاستعاضة على الفور عن الخليط التجاري المذكور في المنتجات المستخدمة في الطائرات ومعدات الدفاع (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). ووفقاً لصناعة الفضاء الجوي يرجع هذا أساساً إلى التحديات التقنية والتكاليف وعوامل الوقت المرتبط بأنشطة التطوير والتأهيل والمصادقة اللازمة للمواد البديلة للطائرات، بسبب المتطلبات الصارمة للسلامة والأداء التقني،

والتعقيد في سلسلة الإمدادات (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ). وقد أُثيرت هواجس مماثلة من جانب بعض رابطات صناعة السيارات، التي طالبت بإعفاءات بالنسبة لبعض قطع الغيار القديمة، ولكن ليس لقطع الغيار التي لا يزال إنتاجها جارياً. وتختلف الحجة المنطقية التي يضعها قطاع صناعة السيارات، لأنه يتناول فقد جدوى الاستبدال خاصة في القطع القديمة ذات الخصائص الوظيفية.

١١٥- إن إدراج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في اتفاقية استكهولم بدون إعفاء لإعادة التدوير سوف يعني أن الأجزاء التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بمستويات تزيد على حد المحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة لن يعاد تدويرها. وقد يؤثر هذا على إعادة تدوير المواد المأخوذة من المنتجات التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وتتأثر بوجه خاص إعادة تدوير النفايات الكهربائية والإلكترونية، واللدائن من المركبات المنتهية العمر، (مثال ذلك، الإدارة المتكاملة للمركبات/والمنظمة الدولية للطيران الافتراضي، ٢٠١٣؛ انظر أيضاً الفرع ٢-٢). إن الحجم الحالي للدائن التي يجري إعادة تدويرها هو حجم محدود كما أن الجزء اللدائني الذي يحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ضئيل هو الآخر (سينها -كيتروال، وآخرون، ٢٠٠٥؛ وودمر وآخرون، ٢٠٠٥؛ وهيكس وآخرون، ٢٠٠٥؛ وستريتشر - بورت وآخرون، ٢٠٠٥؛ انظر أيضاً الفرع ٢-٢ الفقرتين ٤٧ و٤٨). وتتركز عمليات إعادة تدوير المركبات المنتهية العمر، ونفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية حالياً، على استعادة المعادن، وتعتبر الأجزاء من اللدائن ذات قيمة أقل بسبب النوعية (سينها-كيتروال وآخرون، ٢٠٠٥؛ وودمر وآخرون، ٢٠٠٥؛ وهيكس وآخرون، ٢٠٠٥؛ وستريتشر - بورت وآخرون، ٢٠٠٥)، ولذلك فإن التأثير الاجتماعي والاقتصادي المترتب على اتخاذ التدابير المطلوبة بحيث لا يُعاد تدوير هذه المنتجات اللدائنية عند صيرورتها نفايات هو تأثير منخفض.

١١٦- إن إعادة تدوير اللدائن أمرٌ مرغوب فيه بصفة عامة بسبب كفاءة المورد، ولكن ينبغي الموازنة بين ذلك وبين أهمية تفادي إعادة تدوير اللدائن التي تحتوى على مواد كيميائية خطيرة. فإذا ازدادت عمليات إعادة تدوير هذه المادة في المستقبل، ينبغي عندئذ تطبيقه من أجل ضمان نوعية المادة اللدائنية المُعاد تدويرها. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تكاليف يتحملها المجتمع إما في صورة استثمارات في المعدات اللازمة لفرز نفايات اللدائن، و/أو زيادة الحاجة إلى العمل اليدوي. وفي حالة عدم تحقيق وسائل فعالة لتحديد الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في النفايات، فإن تأثير إعادة التدوير قد يكون أكبر بكثير مما هو مفترض لأنه قد يجري عملياً استبعاد أي مادة تحتوى على البروم، الأمر الذي يحد أكثر من كميات المادة المتاحة لإعادة التدوير. كما أن تكنولوجيا فرز الأجزاء الصغيرة القيّمة من اللدائن هي تكنولوجيا مُكلفة، وكذلك الحال بالنسبة لتكنولوجيا التقاط البروم. فإذا كان الإنتاج الكبير مطلوباً، بعد التقطيع يمكن أن يمثل ذلك حائلاً دون دخول مستثمرين جدد إلى سوق إعادة تدوير نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

١١٧- وعلى أساس قطري أو إقليمي، يجب إجراء تحليل للتأثيرات الاقتصادية لمرافق إعادة التدوير. ويعتمد ما يمكن تعريفه بأنه الحل الأمثل بدرجة كبيرة جداً على السياق الاقتصادي والثقافي الذي يعمل النظام في ظله (سينها-كيتريوال، وآخرون، ٢٠٠٥). ويجب أن تؤخذ في الاعتبار تكلفة الأيدي العاملة، وهيكل الاقتصاد بما في ذلك القطاع غير النظامي المهم، وكذلك الإطار التنظيمي القائم وإمكانيات وحدود الإنفاذ القانوني، من أجل التوصل إلى الحلول التي يمكن أن تُحسّن الوضع من حيث التأثيرات البيئية، والمخاطر المهنية والعائد الاقتصادي (سينها-كيتريوال، وآخرون، ٢٠٠٥). وقفد ترجح كفة المنافع البيئية والمكاسب الاجتماعية

الاقتصادية الناتجة عن تحسين النوعية، وزيادة استخدام اللدائن المعاد تدويرها (استخدام مقدار أقل من اللدائن البِكْر) وكذلك ارتفاع أسعار السوق، مقابل التكلفة الأعلى لإعادة التدوير.

١١٨- وتحدد سعر السوق للمواد اللدائنية المُعاد تدويرها بناء على نوعيتها، وقابليتها للحلول محل لدائن بكر، وسعر اللدائن البكر. ويؤثر وجود مواد كيميائية خطرة سلباً على سعر السوق للمواد المُعاد تدويرها (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٥). وقد خلُصت دراسة أجرتها على يد الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، إلى أن أحد العقبات الرئيسية أمام زيادة استخدام المواد المُعاد تدويرها في المنتجات الجديدة هو احتمال وجود مواد خطرة في تلك المواد (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٢). وتدعم مصادر أخرى هذه النتيجة أيضاً (من بينها واغر وآخرون، ٢٠١٠؛ وستينفال وآخرون، ٢٠١٣؛ ومجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٥ب) وجميع هذه المصادر تبرز المواد الخطرة على أنها عقبة أمام إعادة تدوير المواد المأخوذة من نواتج نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

١١٩- إن إعادة تدوير المواد المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، في العديد من المنتجات الجديدة قد تجعل من الصعب تحديد أي هذه المنتجات يحتوى على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم لإخضاعه بعد ذلك للمعالجة. وبالإضافة إلى ذلك، فمن المهم أن توجد رقابة على مسارات النفايات، لتفادي أن ينتهي الأمر بالإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إلى نواتج جديدة أخرى، مما يؤدي إلى حدوث تأثيرات ضارة على البشر، وإلى تكاليف اقتصادية نتيجة لتزايد المشكلات الصحية (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٤ب؛ بلانجر وآخرون، ٢٠١٥ وهاوزر وآخرون، ٢٠١٥؛ وتراساند وآخرون، ٢٠١٥؛ وليجلر وآخرون، ٢٠١٥، رابطة هانفورد للتدابير البيئية، ٢٠١٤؛ انظر أيضاً الفقرة ١٢٢). وتتوافر التقنيات والنُهج من أجل الفصل الفعال للنفايات التي تحتوي على الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، ومعالجتها بصورة منفصلة (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، وثيقة المعلومات الأساسية، ٢٠١٥؛ وسينها-كيتروال، وآخرون، ٢٠٠٥، وويدمر وآخرون، ٢٠٠٥؛ وهيكس وآخرون، ٢٠٠٥؛ واسترتشر بورت وآخرون، ٢٠٠٥؛ انظر أيضاً التوجيهات[٣]. وهكذا يكون من الضروري وضع حد أعلى للتركيز بالنسبة للخلائط والمنتجات التي تُطرح في السوق لضمان ما يلي: أ) إمكانية إعادة تدوير أغلبية السلع اللدائنية، و ب) عدم وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بتركيزات كبيرة في السلع المصنوعة من مواد مُعاد تدويرها (RAC/SEAC, 2015) . وعند تركيب تكنولوجيا أكثر تقدماً، تكون المصروفات الرأسمالية الضرورية كبيرة، غير أن تكاليف التشغيل فيما بعد تكون منخفضة (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٤أ، ٢٠١٥ج). وعلى الرغم من أن تقنيات الفصل قد تعني تكاليف أعلى للتشغيل وإدارة العمل فمن المحتمل أن يتوازن ذلك بفضل تحقيق تحسن في إعادة تدوير المواد (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٤أ، ٢٠١٥ج). إن النُهج ذات التكنولوجيا المنخفضة، مثل فصل وفرز نفايات المعدات الإلكترونية والكهربائية أو قصّها بطرق أكثر بساطة قد تُسفر عن تكاليف أعلى نسبياً تبعاً لتكلفة الأيدي العاملة، ولكنها يمكن أن تحقق نفعاً للمجتمع بسبب تشغيلها لأعداد أكبر من العاملين. ويمكن لعمليات معالجة نفايات المعدات الكهربائية والالكترونية بعناصر تكنولوجية منخفضة إلى حد كبير أن تحقق، في نفس الوقت، نوعية أفضل بكثير بالنسبة للدائن المُستردة مما تفعل البدائل الأكثر ميكنة وأتمتة، وأن تؤدي كذلك إلى منافع أعلى يمكن تحديدها (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٥أ، وزارة البيئة النيوزيلندية، ٢٠١٣). ويقابل التكلفة الشاملة ارتفاع نوعية إعادة تدوير المواد. وبالإضافة إلى ذلك، تتحقق من ذلك منافع بيئية لا بأس بها (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٥ج).

(٣) التوجيهات المتعلقة بقائمة الإيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم المُدرجة في اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة.

١٢٠- وطبقاً للوثيقة UNEP/POPS/COP.7/INF/22، ''تؤثر إدارة النفايات على جميع أجزاء المجتمع والاقتصاد. فهي تُهم السلطات المحلية والإقليمية والوطنية وتتطلب إطاراً قانونياً، وآلية مالية، وتنسيقاً فعالاً بين المواطنين والسلطات على جميع المستويات. وبالإضافة إلى ذلك، لا تكون الإدارة الجيدة للنفايات ممكنة في غياب مستوى كاف من الاستثمار. ولضمان نظام متماسك لإدارة النفايات، يكون من المهم أن تسير جميع الأعمال على مختلف المستويات طبقاً لاستراتيجية متفق عليها بين الجميع. لذلك يكون من الضروري، أو على الأقل من المفيد، (بالنسبة للسلطات الوطنية والمحلية) أن تناقش الاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات وتبت فيها. إن التنفيذ الناجح لأي نظام لإدارة النفايات، وبخاصة في البلدان النامية، قد يتطلب نقل تكنولوجيات وبناء قدرات مناسبة بموجب المادة ١٢ من الاتفاقية''.

١٢١- وبالإضافة إلى التكاليف التي تتحملها الصناعة، فإن فرض تقييد على طرح الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الأسواق ربما يؤثر على التوظيف في الشركات التي تقوم بتصنيع المادة، وكذلك في الجهات الفاعلة في سلسلة التوريد بما في ذلك المستوردون/المصدرون للخليط التجاري المذكور نفسه وللمواد المحتوية على هذا الخليط. وبالمثل، فإن فرص العمل في قطاعات الأعمال الخاصة بجمع النفايات وفرزها وإعادة تدويرها قد تتأثر أيضاً. ويعتمد الأثر، على سبيل المثال، على ما إذا كانت الشركات تنتج أيضاً و/أو تبيع البدائل للاستعاضة عن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. ووفقاً للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (٢٠١٤) ليست هناك أسباب لافتراض اختلاف بين مدخلات العمالة المطلوبة لإنتاج الخليط التجاري المذكور وإنتاج المواد والمنتجات القائمة على البدائل، والأثر السلبي على العمالة في إحدى الشركات (إن وجد) ستُعاد له الآثار الإيجابية في شركات أخرى. وبعبارة أخرى، تكون الآثار المترتبة على العمالة أساساً موزعة وليست تكلفة على المجتمع في حد ذاته. ومع ذلك، فإن إعادة نشر الموظفين تشمل دائماً بعض تكاليف التكيف، على سبيل المثال، بينما يتصل بالبطالة المؤقتة للعمال عند بحثهم عن وظائف جديدة، رغم أنه يصعب عملياً وضع رقم محدد لتكاليف التكيف (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤). ومن المحتمل أن تؤثر آليات أخرى أيضاً على العمالة في قطاع النفايات وإعادة التدوير (انظر أيضاً ILO, 2012;NCM, 2015b). وتؤدي الأرباح المنخفضة بوجه عام إلى فرص توظيف أقل، في حين أن المهام الجديدة المحتملة، مثل الفرز، قد تزيد من احتياجات العمالة. وبالتالي يكون صافي الأثر على العمالة في قطاع إعادة التدوير غير مؤكد.

١٢٢- وفيما يتعلق كذلك بالتكاليف الاجتماعية، يشير تقرير جديد أعده مجلس وزراء دول الشمال والمنشورات العلمية الحديثة إلى أن المواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء مثل الخليط التجاري الثنائي الفينيل العشاري البروم تعتبر عبئاً اقتصادياً كبيراً على المجتمع (NCM 2014b; Bellanger et al.,2015; Hauser et al., 2015; Trasande et al., 2015; Legler et al., 2015). ووفقاً للتقرير الصادر عن مجلس وزراء دول الشمال، فإن الآثار السلبية على الصحة الإنجابية للذكور التي تسببها المواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء، تكلف بلدان الاتحاد الأوروبي على الأقل ما بين ٥٩ و١٢٠٠ مليون يورو سنوياً في قدرات العمل الضائعة والتكاليف الأعلى للرعاية الصحية. وخلص تقرير هاوزر وآخرين (٢٠١٥) إلى نتائج مشابهة فأفاد أن تكاليف الاضطرابات والأمراض الإنجابية للذكور في الاتحاد الأوروبي تبلغ حوالي ١٥ بليون يورو (١٥٠٠٠ مليون يورو) سنوياً. ويشير بيلانغر وآخرون (٢٠١٥)، في دراسة لعلها الأوثق صلة بالموضوع، إلى أن الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، إلى جانب المواد الكيميائية الأخرى المسببة لاضطرابات الغدد الصماء، تسهم بدرجة كبيرة في حالات العجز والأمراض السلوكية العصبية في الاتحاد الأوروبي، وهناك احتمال كبير أن تزيد التكاليف على ١٥٠ بليون يورو/سنوياً. ورغم أن المنشورات التي أصدرها مجلس وزراء دول الشمال وبيلانغر وآخرون (٢٠١٥) وهاوزر وآخرون (٢٠١٥) تركز على مواد كيميائية معينة مسببة لاضطرابات الغدد الصماء

والاختلالات والأمراض، فإن التكاليف الإجمالية التي يتحملها المجتمع وتعزى للمواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء يحتمل أن تكون أعلى بكثير مما تشير إليه هذه الدراسات وحدها. ووفقاً لما ذكره تراسنت وآخرون (٢٠١٥) يبلغ متوسط تكاليف تلك المواد الكيميائية ذات الاحتمالات الأرجح للارتباط بالاضطرابات والأمراض ١٥٧ بليون يورو سنوياً، أي ١,٢٣ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي للاتحاد الأوروبي. وهذه النتيجة يدعمها تقرير سابق أعده تحالف الصحة والبيئة في الاتحاد الأوروبي (٢٠١٤). وينص التقرير، الذي يتضمن على التكاليف المتعلقة بمعالجة العقم البشري واختفاء الخصيتين والاحليل التحتاني وسرطان الثدي وسرطان البروستاتا واضطراب نقص الانتباه مع فرط النشاط والتوحد وزيادة الوزن والسمنة وداء السكري، ولكن ليس سرطان الخصيتين، على أن إجمالي التكاليف في الاتحاد الأوروبي فيما يتعلق بالتعرض للمواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء ويبلغ ما بين ١٣ و٣١ بليون يورو سنوياً (تحالف الصحة والطبيعة، ٢٠١٤).

١٢٣- ويضاف إلى التكاليف التي تتحملها نظم الصحة والرعاية والتكاليف تتصل بإدارة النفايات المحتوي على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وإصلاح التربة والرواسب الملوثة، وقد ظهر بناءً على التجربة مع ملوثات عضوية ثابتة مثل ثنائي الفينيل المتعدد الكلور، أن ذلك مبدد للوقت ومرتفعة الكلفة.

١٢٤- ووفقاً لمقترح التقييد من جانب الاتحاد الأوروبي، يعتبر فرض أي تقييد على إنتاج واستخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم على النحو المقترح في الاتحاد الأوروبي تدبيراً متناسباً لمكافحة المخاطر الناجمة عن إنتاجه واستخدامه. وبشكل أدق يشار إلى أن فعالية هذا التقييد من حيث الكلفة ستعادل (أو تقل عن) التقييدات السابقة في إطار لائحة تنظيم تسجيل وتقييم وتفويض وتقييد المواد الكيميائية بشأن الزئبق، وهي مادة كيميائية كانت تعتبر في تقييمات الاتحاد الأوروبي السابقة للزئبق وزئبق الفينيل بأنها تثير مستوى مماثلاً من القلق مثل المواد الثابتة المتراكمة بيولوجياً والتي تتسم بالسُمية ولها خواص الانتقال البعيد المدى (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤أ).

٢-٤-٥ الانتقال إلى التنمية المستدامة

١٢٥- يتسق إلغاء الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مع خطط التنمية المستدامة التي تسعى إلى الحد من انبعاثات المواد الكيميائية السامة، والتي تربط السلامة الكيميائية بالتنمية المستدامة والحد من وطأة الفقر. وتعتبر الإدارة السليمة بيئياً للمواد الكيميائية السامة، بما في ذلك النفايات جزءاً من ''جدول أعمال القرن ٢١'' وإعلان ريو بشأن البيئة والتنمية (UNCED, 1992a,b) وهي أيضاً جزء من النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية، وتتضمن خطة العمل العالمية للنهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية، تدابير محددة لدعم الحد من الأخطار بتعزيز استخدام بدائل آمنة وفعالة للمواد الكيميائية، بما فيها البدائل غير الكيميائية للمواد الكيميائية العضوية التي تعتبر سامة بدرجة عالية وصعبة التحلل ومتراكمة بيولوجياً (برنامج البيئة، ٢٠٠٦). وتشمل استراتيجية السياسات الشاملة للنهج الاستراتيجي الملوثات العضوية الثابتة بوصفها صنفاً من المواد الكيميائية يتعين أن يحظى بأولوية وقف الإنتاج والاستخدام والاستبدال ببدائل أكثر أمناً.

١٢٦- وفيما يتعلق بالاقتصاد الدائري، يعتبر التصميم من أجل إعادة التدوير والوسم هاماً لتحسين نوعية وكمية المواد المعاد تدويرها (NCM, 2014c). وتطبيق التقنيات والنظم التي تسمح بفرز المكونات المحتوية على مواد كيميائية خطرة والتخلص منها بطريقة سليمة بيئياً، سيجعل إدارة النفايات أكثر استدامة، وخصوصاً فيما يتعلق باسترجاع المواد، وإعادة تدويرها وإعادة استعمالها (انظر الفرع ٢-٢).

١٢٧- وفي البلدان النامية، يمكن لإضفاء الطابع الرسمي على قطاع إعادة تدوير النفايات الكهربائية والإلكترونية، أي إدماج القطاع غير الرسمي في الإدارة الرسمية للنفايات أن يمهد لطريق نحو الأمام لخلق عمالة

مستدامة، ويعمل في الوقت نفسه على الحد من الآثار البيئية والصحية الضارة لأنشطة إعادة التدوير الناتجة عن إطلاق الملوثات العضوية الثابتة والمواد الكيميائية الخطرة الأخرى (منظمة العمل الدولية، ٢٠١٢).

٢-٥ اعتبارات أخرى

١٢٨- سوف ينطوي إدراج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المرفق ألف دون إعفاءات، على تدابير رقابية سهلة الإبلاغ وينبغي أن تكون بالتالي فعالة ومناسبة، حتى في البلدان التي تكون فيها البنية التحتية التنظيمية للمواد كيميائية محدودة. ويسهل الحصول على المعلومات بشأن البدائل ويمكن الإعلام بها حسب الحاجة. وفيما يتعلق بالرصد البيئي والرصد الأحيائي يمكن إضافة الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إلى البرامج القائمة لرصد الملوثات العضوية الأخرى. أما البلدان التي تفتقر إلى البنية التحتية اللازمة لفرض الرقابة بشكل وافٍ على إنتاج واستخدامات الخليط التجاري المذكور، فقد تحتاج إلى موارد وبنى تحتية إضافية. ومع ذلك، تتيح التطورات الأخيرة في الكيمياء التحليلية رصد وقياس الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ وهو المتجانس الرئيسي في الخليط التجاري لإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وذلك بالتوازي مع رصد وقياس مجانسات الإيثرات الثنائية الفينيل الرباعية البروم والخماسية البروم والسداسية البروم والسباعية البروم المدرجة في الاتفاقية دون تكاليف إضافية كبيرة. وطُرق القياس الطيفي الكُتَلي المتقدمة هذه تُعطى معلومات دقيقة بشأن كميات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ داخل مصفوفة ما، ومن ثم تُستخدم في العادة في تحديد مستويات هذه المادة في العينات البيئية والأحيائية. ويمكن لطرق القياس الطيفي الكُتَلي أن تَستخدَم أيضاً لتحديد مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ في المنتجات/السلع المستخدمة والموجودة في النفايات، بيد أنها ليست طريقة معيارية تستخدمها شركات معالجة وإعادة تدوير النفايات، وتعتمد عادة على طرق فرز أقل تقدماً تعتمد على المحتوى الكلي للبروم من أجل الفرز والانتقاء (UNEP/POPS/POPRC.6/2/Rev.1). أما تكنولوجيات التحليل المتقدمة فهي غير متاحة لقطاع إدارة النفايات على نطاق صناعي.

١٢٩- ويتعين على الأطراف في الاتفاقية، التي تدخل أي تعديلات عليها حيز النفاذ، أن تفي بالالتزامات بموجب الاتفاقية. ولمساعدة الأطراف في الوفاء بالتزاماتها، استحدثت اتفاقية استكهولم في الماضي توجيهات بشأن قوائم الجرد بالنسبة للملوثات العضوية الثابتة المدرجة في القوائم، وكان الهدف منها تقديم توجيهات تدريجية ليتسنى للأطراف وضع قوائم جرد للملوثات العضوية الثابتة المدرجة حديثاً وإعداد الاستراتيجيات/خطط العمل (المقرر ا س- ١٢/٦، برنامج البيئة، ٢٠١٤أ،ب). والهدف من قائمة الجرد هو مساعدة الأطراف في جمع البيانات الأساسية على المستوى الوطني بشأن الملوثات العضوية الثابتة المدرجة في القوائم، والمعلومات التي يمكن أن تستخدمها مراكز التنسيق الوطنية التابعة للاتفاقية ومنسِّق عمليات استعراض وتحديث خطط التنفيذ الوطنية وفرق المهام المسؤولة عن إنشاء قائمة الجرد. وسيكون هذا أيضاً محل اهتمام الجهات الأخرى صاحبة المصلحة المعنية بالقضاء على الملوثات العضوية الثابتة المدرجة في القوائم. إضافة إلى ذلك، وضعت أنواع أخرى من التوجيهات، منها على سبيل المثال، المبادئ التوجيهية بموجب اتفاقية بازل.

١٣٠- ويمكن أن يمثل تحديد السلع/المنتجات وما إذا كانت تحتوي على مادة كيميائية معينة نوعاً من التحدي. وإعترافاً بهذه التحديات، حدد النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية أثناء المؤتمر الدولي المعني بالإدارة الكيميائية، لتوفير المعلومات عن المواد الكيميائية الموجودة في المنتجات في كامل دورة حياة المنتج (SAICM/ICCM.2/15). وقد بدأ برنامج طوعي لتقاسم المعلومات بشأن المواد الكيميائية الموجودة في المنتجات داخل السلسلة العالمية للقيمة.

١٣١- ولإعداد استراتيجيات فعّالة يمكن أن تؤدي إلى القضاء على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، يلزم أن تحصل الأطراف على فهم سليم لحالتها الوطنية بشأن هذه المواد الكيميائية. فإذا أدرج الخليط التجاري المذكور في الاتفاقية، فإن مؤتمر الأطراف قد يقوم بتحديثه ''التوجيهات المتعلقة بوضع قائمة جرد لإيثرات ثنائي الفينيل المتعددة البروم المدرجة بموجب اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة'' لمساعدة الأطراف في الاتفاقية على الوفاء بالتزاماتها بموجب الاتفاقية، ومساعدتها في التخلص التدريجي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (برنامج البيئة، ٢٠١٤أ).

٣ - تجميع المعلومات

٣-١ تلخيص لموجز بيانات المخاطر

١٣٢- اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها العاشر المعقود في سنة ٢٠١٤ موجز بيانات مخاطر الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، وقررت أن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ من المحتمل، نتيجة لانتقاله البعيد المدى في البيئة، أن يؤدي إلى تأثيرات ضارة على صحة الإنسان والبيئة، مما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنه.

١٣٣- ويعتبر الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ غير قابل للتحلل في التربة وفي الرواسب، لكن من المعروف أنه بعد انتزاع برومته يتحول إلى إيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم أقل برومة في البيئة وفي الكائنات الحية. ونتيجة لنزع البرومة، تكون الكائنات العضوية علاوة على ذلك معرضة في نفس الوقت لمزيج معقد من الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، بما في ذلك الملوثات العضوية الثابتة والإيثرات الثنائية الفينيل المبرومة المدرجة بالفعل في القائمة.

١٣٤- والإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ ملوث عالمي لا يخلو منه مكان، يمكن أن يوجد في المناطق الحضرية والريفية النائية في ربوع العالم. وفي المنطقة المتجمدة الشمالية والأقاليم النائية الأخرى يوجد الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ في مختلف حيزات البيئة بما في ذلك الهواء والرواسب والجليد والثلوج والكائنات الحية. ويسهم كل من العمليات المحيطية وعمليات الغلاف الجوي في الانتقال بعيد المدى داخل البيئة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩، غير أنه يعتقد أن انتقال الجسيمات عبر الغلاف الجوي هو الآلية الرئيسية لذلك.

١٣٥- وبسبب شدة انخفاض قابلية الذوبان جداً في الماء بالنسبة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم- ٢٠٩ يعتبر الطعام أهم طرق التعرض له في شبكات الأغذية المائية والبرية. وعلى الرغم من أن بعض الدراسات لا تظهر الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ ذلك فقد لوحظ التراكم البيولوجي وتخفيف التركيز الغذائي (عامل التضخيم الغذائي أقل من ١)، وأفيد عن التراكم البيولوجي في عدد من الكائنات العضوية المائية والبرية. ويعكس غموض البيانات المتاحة عن التراكم البيولوجي للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ إلى حد بعيد الاختلافات بين الأنواع في الامتصاص وفي الاستقلاب وقابلية الطرح كفضلات.

١٣٦- ويكتشف وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ على نطاق واسع في الكائنات الحية وتظهر تركيزات عالية منه في أجسام بعض الأنواع. ويمكن لهذا الإيثر أن ينتقل من لبن الأم إلى الذرية ويحدث التعرض أثناء مراحل النمو الأولى. وأفيد عن الانتقال من الأم إلى البيض والذرية في الأسماك والبرمائيات والطيور وغزال الرنة. أما في الإنسان فيحدث التعرض للإيثر في المراحل الأولى من نموه في الرحم وذلك عن طريق الانتقال عبر المشيمة وبعد الولادة عن طريق لبن الأم. وبالإضافة إلى ذلك، تفيد التقارير بأن الأطفال الصغار

والدارجين لديهم تركيزات أعلى في أجسامهم من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ ومن الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى أكبر مما لدى البالغين وذلك بسبب التعرض بدرجة أكبر للغبار.

١٣٧- وتشير بعض الأدلة إلى أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ قد يسفر عن تأثيرات ضارة على الصحة الإنجابية وعلى التكاثر في الأسماك وديدان الأرض والفئران والجرذان، وكذلك عن تأثيرات على النمو وتأثيرات سُمية عصبية في البرمائيات والقوارض والإنسان. زيادة على ذلك، فمن دواعي القلق أن اجتماع الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ والإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى قد يؤدي إلى التسبب في سُمية عصبية أثناء النمو لدى كل من الإنسان والحياة البرية وذلك عند تركيزات بيئية مناسبة. وتشير بيانات السُمية المتوفرة إلى أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ مثله مثل الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى قد يتسبب في اختلال الغدد الصماء، وقد يخل باستقرار هرمونات الغدة الدرقية لدى الأسماك والبرمائيات، والجرذان والفئران وبني الإنسان، وربما باستقرار هرمون الإستيروئيد. وبالاقتران عوامل نزع البروم، والتعرض المشترك للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ والإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى التي تقوم بعمل مماثل، والمقاومة الكبيرة للتحلل التي يتسم بها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ في الرسوبيات وأنواع التربة، تزداد من احتمالات حدوث تأثيرات ضارة مزمنة وطويلة الأجل.

٣-٢ موجز معلومات تقييم إدارة المخاطر

١٣٨- يتوقع من القضاء على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم حدوث أثر إيجابي على التنمية المستدامة على الصعيد العالمي. ومع ذلك، إذا لم يتم التحكم في إنتاج واستخدام وإدارة نفايات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، فمن المحتمل أن تستمر المستويات في الزيادة في البيئة بما في ذلك الإنسان والحياة البرية، حتى في الأماكن النائية.

١٣٩- ويعتبر الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مادة تركيبية لا يعرف وجودها في الطبيعة حالياً لا تصنع هذه المادة سوى في بضعة بلدان على المستوى العالمي. وقد فرض كثير من البلدان بالفعل تقييدات أو بدأ في وضع برامج طوعية لإنهائه على استخدام هذا الخليط التجاري. وأدى هذا بنجاح إلى استخدام مواد بديلة كمثبطات للهب، وإلى إعادة تصميم أو وضع طرائق بديلة لتلبية متطلبات تثبيط اللهب في المنتج. ومع ذلك، لا تزال إطلاقات ثنائي الفينيل عشاري البروم – ٢٠٩ مستمرة في البيئة في جميع المناطق التي خضعت للبحث.

١٤٠- ورغم أن الإطلاقات قد تحدث أيضاً أثناء الإنتاج، تعزى انبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أساساً إلى إطلاقات من المواد قيد الاستخدام والنفايات. ويعتبر فرض حظر على إنتاج واستخدام هذا الخليط مع وجود تدابير سليمة لإدارة النفايات أمراً أساسياً لتحقيق التخفيض المستقبلي من تعرض الإنسان والحياة البرية.

١٤١- وتوجد للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم استعمالات كثيرة وهو مستخدم في كثير من القطاعات المختلفة في المجتمع. وهو يستخدم في المعدات الكهربائية والإلكترونية مثل الحواسيب وأجهزة التلفاز وفي الأسلاك والكابلات وكذلك في المواد اللاصقة والمواد مانعة التسرب ومواد الإكساء والأحبار والأنابيب. ويستخدم الخليط التجاري المذكور أيضاً على نطاق واسع في المنسوجات التجارية المستخدمة للمباني العامة، وفي المنسوجات المستخدمة للأثاث المنزلي وفي قطاع النقل. وعلى الصعيد العالمي، ينتهي نحو ٩٠ في المائة من هذا الخليط في المواد البلاستيكية وفي الإلكترونيات أساساً، في حين يذهب الباقي إلى المنسوجات المكسوة وأثاث التنجيد وفرش الحشيات (المراتب).

١٤٢- وتشهد صناعة السيارات وقطاع الطيران عملية تخلص تدرجي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. ومع ذلك، فقد أثار بعض مراقبي الصناعة شواغل إزاء صيانة بعض قطع الغيار القديمة، للاستعمال في السلع التي يجري استخدامها بالفعل، وكذلك للطائرات قيد الإنتاج بموجب الشهادات القائمة لصلاحية الطيران. ويتصل التبرير الذي قدمته بالمسائل التقنية والاقتصادية، ويشير إلى وجود حاجة محتملة إلى إعفاءات في قطاع النقل. ومع ذلك، لا تتطلب اشتراطات السلامة من الحرائق ونظم منح الشهادات بالضرورة استخدام هذا الخليط التجاري أو مثبطات لهب أخرى. وفي حالة ضرورة الاستبدال بمثبط لهب آخر، تتوافر البدائل الكيميائية التي ويمكن أن تحل محل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في معظم الاستعمالات الخاصة باللدائن والمنسوجات التي لا تزال تُنتج إنتاجاً كبيراً. ومع ذلك، فإنه نظراً لمتطلبات إجراء التغييرات في بعض قطع الغيار القديمة التي قد تحتاج غالباً إلى اختبار في مركبات أصلية لم تعد تُنتج على نطاق واسع وذلك منذ سنوات كثيرة، فلا تتوافر إمكانية اختبارها. ويضاف إلى ذلك أن من المحتمل أن يتوقف مصنعو مثل هذه القطع عن تصنيعها. فهذا من شأنه أن يُسفر في نهاية الأمر عن جعل قطع الغيار إما غير متوافرة أو غير مُجرِية، ومن ثم تكون خطيرة، أو غير ممتثلة للالتزامات الوطنية الخاصة بإنتاج مثل هذه القطع لمدة ١٠ سنوات على الأقل بعد توقف الإنتاج على نطاق واسع. بيد أنه في كثير من الحالات يمكن تحقيق تثبيط اللهب أيضاً من خلال استخدام تقنيات بديلة مثل المواد المقاومة للهب بطبيعتها، وباستخدام حلول تقنية مختلفة، أي الحواجز الحائلة أو إعادة تصميم المنتج بالكامل. ويمكن أن تُستخدم هذه التقنيات البديلة في العديد من المواد والتطبيقات، وهي تستخدم في المنسوجات والصناعات الإلكترونية والطيران ووسائل النقل الأخرى.

١٤٣- ويتباين عمر خدمة المنتجات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم على المستوى العالمي، بيد أنه يمكن تقدير ذلك بفترة ١٠ سنوات، ومن ثم سوف تدخل المنتجات في نهاية عمرها في تيار النفايات لسنوات كثيرة وتصبح مصدراً للانبعاثات في المستقبل. ووفقاً للاتفاقية (المادة ٦ (١) (د) '٢')، ينبغي التخلص من النفايات المحتوية على الخليط التجاري المذكور عن طريق تدمير محتواها من الملوثات العضوية الثابتة، أو تحويله نهائياً، بحيث لا يظهر بعد ذلك خصائص الملوثات العضوية الثابتة، أو التخلص من تلك النفايات بطريقة سليمة بيئياً، وتزيل بكفاءة الانبعاثات وما يتصل بذلك من حالات التعرض للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في النفايات. وتتوافر تقنيات مختلفة لمعالجة الملوثات العضوية الثابتة المحتوية على نفاية بطريقة سليمة بيئياً. ويعتبر الترميد الخاضع للضبط في مرافق متطورة مع المراقبة المستمرة والامتثال الصارم للمبادئ التوجيهية للاتفاقية فيما يتعلق بأفضل التقنيات وأفضل الممارسات البيئية، أحد وسال التخلص من النفايات المحتوية على الخليط التجاري المذكور، وقد تسمح باسترداد الطاقة. وبوجه عام يعتبر أن الترميد بدرجات حرارة عالية يدمِّر بشكل فعال الملوثات العضوية الثابتة مثل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مع تكون مقادير صغيرة من الديوكسينات والفيورانات. وحيثما لا يمثل التدمير ولا التحويل النهائي الخيار المفضل بيئياً، أو عندما يكون محتوى الملوثات العضوية الثابتة منخفضاً، يجوز للبلدان أن تسمح بالتخلص من هذه النفايات أيضاً بأساليب أخرى سليمة بيئياً، مثل في مواقع طمر النفايات المصممة خصيصاً.

١٤٤- ويمكن استخدام فرز وفصل جزيئات النفايات لتحقيق إدارة أكثر استدامة للنفايات، وتشمل الطرائق الفنية للفصل الفرز اليدوي والآلي لمكونات النفايات المحتوية أيضاً على مواد كيميائية خطرة مثل مثبطات اللهب المبرومة. أما الطرائق الفنية المتقدمة للفصل فهي تُستخدم فعلاً في قطاع إدارة النفايات وإن كانت لم تتوافر بعد على نطاق واسع. ومع ذلك، ففي البلدان النامية، تجري معالجة النفايات غالباً في القطاع غير الرسمي حيث لا تستخدم عمليات صناعية حديثة، ويتم الفرز يدوياً دون استخدام الوقاية أو التهوية بشكل كافٍ، الأمر

الذي تنجم عنه حالات تعرض للإنسان والبيئة. وفي البلدان النامية، يمكن لإدماج القطاع غير الرسمي في الإدارة الرسمية للنفايات أن يشكل طريقة صوب زيادة الاستدامة.

١٤٥- وقد اقترح عدد صغير من الأطراف احتمال الحاجة إلى إعفاء لإعادة التدوير. وعارض آخرون إعفاء إعادة التدوير نظراً لقلقهم بشأن السلع، والمنتجات المستخدمة، والمنتجات المعاد تدويرها التي تشتمل على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، والتي يجري تصديرها بوجه خاص إلى البلدان النامية، والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال، وذلك نظراً لنقص قدرات تلك البلدان على تحديد وتحليل المنتجات التي تحتوى على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. بيد أن إعادة تدوير المواد المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، ستؤدي حتما إلى تلوث إنساني وبيئي واسع النطاق وإلى انتشارها على هذه النطاقات ينبغي تجنب التخلص من الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم. وينبغي تجنب إعادة التدوير إذا كان الهدف هو إزالة الانبعاثات والتعرض للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وقد ذكر مؤخراً أن حبات مدورة من البلاستيك من المواد المعاد تدويرها الملوثة بالخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم قد تخضع للتصدير وأن هذه المادة المعاد تدويرها ربما تنتهي في منتجات حيث يمكن أن تشكل فيهل خطراً على صحة الإنسان. وقد كشفت دراسات حديثة وجود الخليط التجاري المذكور في المواد الملامسة للأغذية في لعب الأطفال المصنوعة من حبيبات البلاستيك الناشئة من البلاستيك المعاد تدويره. زيادة على ذلك، فإن عدم السماح بإعادة تدوير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم فوق القيمة الحدية للملوثات العضوية الثابتة التي لا يزال ينبغي تحديدها قد تظل آثارها الاجتماعية الاقتصادية محدودة، وأحد الأسباب الهامة لذلك هو انخفاض معدلات إعادة التدوير للمواد اللدائنية والمنسوجات المحتوية على الخليط المذكور. ومع ذلك، فقد أشار قطاع صناعة السيارات إلى أنه تحتاج إلى تلبية حصص صارمة لإعادة التدوير تصل إلى ٨٥ بالمائة في أوروبا وبدون إعفاء خاص بإعادة التدوير، وهذه الالتزامات القانونية لا يمكن تحقيقها. ومع ذلك، واستناداً إلى المعلومات الواردة والمقيَّمة في تقييم إدارة المخاطر هذا، يعرف التأثير الاجتماعي – الاقتصادي لاتخاذ التدابير المطلوبة، لكي لا يعاد تدوير مثل هذه المنتجات اللدائنية عند صيرورتها نفايات، يعتبر منخفضاً.

١٤٦- إن وضع ملصقات تعريف على السلع المنتجة حديثاً التي تشتمل على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم قد يكون مفيداً عندما تتحول هذه السلع إلى نفايات.

٣-٣ التدابير المقترحة لإدارة المخاطر

١٤٧- إن أكثر أهم تدابير المراقبة فعالية لتخفيض إطلاقات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم هو إدراج مكوّن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المرفق ألف دون إعفاءات. وكذلك سيعني إدراج مكون إيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ من الخليط التجاري المذكور في المرفق ألف أن تنطبق عليه أحكام المادة ٣ بشأن التصدير والاستيراد والمادة ٦ بشأن تحديد والتخلص السليم للمخزونات والنفايات.

١٤٨- واستناداً إلى المعلومات التي قُدمت أثناء تقييم إدارة المخاطر، وكذلك التجربة الجماعية التي أُبلغ عنها، قد تكون هناك تحديات أمام بعض القطاعات، مثال ذلك، قطع الغيار القديمة لقطاع الفضاء والطيران وصناعة السيارات. وقد حدد بعض الأعضاء صعوبات تواجه إعادة التدوير. وبسبب الشواغل التي تحيط بالسلع والمنتجات قيد الاستخدام، والمنتجات التي يعاد تدويرها وتحتوى على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وما يُصدَّر منها بصفة خاصة إلى البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقال، فقد عرض خبراء آخرون

الإعفاء لإعادة التدوير بسبب نقص القدرات على تحديد وتحليل المنتجات التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. ويمكن أن تشتمل تدابير إدارة المخاطر الإضافية على التزام بوسم السلع الجديدة التي تشتمل على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم.

٤ – البيان الختامي

١٤٩- بعد البت في أن مكون الإيثرات الثنائية الفينيل العشاري البروم -٢٠٩ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم، ونتيجة انتقاله البعيد المدى في البيئة، يحتمل أن يؤدي إلى آثار ضارة كبيرة على صحة الإنسان أو البيئة، مما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنه.

١٥٠- وبعد إعداد تقييم لإدارة المخاطر وبحث خيارات الإدارة وملاحظة توافر بدائل الملوثات العضوية غير الثابتة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم.

١٥١- توصي لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، عملاً بالفقرة ٩ من المادة ٨ من الاتفاقية، أن ينظر مؤتمر الأطراف في اتفاقية استكهولم في إدراج وتحديد تدابير الرقابة ذات الصلة لمكون الإيثرات الثنائية الفينيل العشاري البروم – ٢٠٩ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المرفق ألف مع إعفاء محدد لبعض قطع الغيار القديمة ذات الأهمية الحرجة التي لا تزال تحتاج إلى تعريف ضمن صناعة السيارات وقطاع الفضاء والطيران. ونظراً لأن المعلومات بشأن المشروعات التجارية الصغيرة والمتوسطة داخل صناعة المنسوجات في البلدان النامية محدودة للغاية، لا يمكن استنتاج أن نستخلص أن الإعفاءات غير ضرورية بالنسبة لها.

المراجع

ACAP, Arctic Contaminants Action Programme (2007). Final Report of Phase I of the ACAP Project on Brominated Flame Retardants (BFRs) Phase I: Inventory of sources and identification of BFR alternatives and management strategies. AMAP Report 2007:6, SFT Report TA-2440/2008.

AMAP. Arctic Monitoring and Assessment Programme (2009). Arctic Pollution 2009, Oslo. 83 pp.

ACFSE (2001) The Fire Safety of Upholstered furniture, Alliance for Consumer Fire Safety in Europe, Belgium.

Albemarle (2013). Product selector guide. [Online] Available at: http://www.albemarle.com/. [Accessed 15 November 2013].

Apple Inc.[Online] Available at: http://www.apple.com/environment/toxins/[Accessed 6 July 2015].

Athanasiadou M, Cuadra SN, Marsh G, Bergman A, Jakobsson K. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and bioaccumulative hydroxylated PBDE metabolites in young humans from Managua, Nicaragua. Environ Health Perspect. 2008 Mar;116(3):400-8.

The Basel Action Network (BAN), The Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC), Toxics Link India, SCOPE (Pakistan), Greenpeace China. Exporting harm: the high-tech trashing of Asia. Seattle,WA, and San Jose, CA;February 25th, 2002.

Basel Convention (2015a). Draft Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, and tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether.

Basel Convention (2015b). Draft updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants (Draft of 1 December 2014). [Online] Available at: http://www.basel.int/Implementation/POPsWastes/TechnicalGuidelines/tabid/2381/Default.aspx [Accessed 6 July 2015].

Basel Convention (1995). Basel Convention Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5).

Bellanger M, Demeneix B, Grandjean P, Zoeller RT, Trasande L. Neurobehavioral Deficits, Diseases and Associated Costs of Exposure to Endocrine Disrupting Chemicals in the European Union. J Clin Endocrinol Metab. 2015 Mar 5:jc20144323. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 25742515.

Bi XH, Thomas GO, Jones KC, Qu WY, Sheng GY, Martin FL, (2007). Exposure of electronics dismantling workers to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticides in South China. Environ Sci Technol 41(16):5647-5653.

BIR, Bureau of International Recycling. [Online] Available online at: http://www.bir.org/industry/textiles/?locale=en_US [Accessed 11 March2015].

Bleher, D (2014). Global circular economy of strategig metals –best-of-two-worlds approach (Bo2W). Recycling options for WEEE plastic components. p-1-15.

Blomqvist P, Andersson P and Simonson M (2007a). Fire emissions of organics into the atmosphere. Fire Technology 43, 213-231.

Blomqvist P, Andersson P and Simonson M (SP) and van den Berg M and Canton RF (IRAS) (2007b). Review of fire emissions from products with and without BFRs and the hazard of exposure for fire fighters and clean-up crews. Report from SP (SP Technical Research Institute of Sweden) and IRAS (Institute for Risk Assessment Sciences): 74, pp1-39.

Breivik K, Armitage JM, Wania F, Jones KC (2014). Tracking the global generation and exports of e-waste. Do existing estimates add up? Environ Sci Technol. 48(15):8735-43.

Breivik K, Sweetman A, Pacyna J, Jones K (2002). Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners – a mass balance approach: 1. Global production and consumption. Sci Total Environ 290:181-198

BSEF, Bromine Science and Environmental Forum (2015a).[Online] Available at: http://www.bsef.com/regulation/asia-pacific/china [Accessed 5 March2015].

BSEF, Bromine Science and Environmental Forum (2015b).[Online] Available at: http://www.bsef.com/regulation/asia-pacific/india. [Accessed 5 March 2015]

BSEF, Bromine Science and Environmental Forum (2012). Brominated flame retardant: decabromodiphenyl ether fact sheet. October 2012. [Online] Available at: http://www.bsef.com/uploads/Deca_factsheet_25-10-2012.pdf[Accessed 6 July 2015].

BSEF, Bromine Science and Environmental Forum. (2007). About Bromine. [Online] Available at: http://www.bsef.com/. [Accessed October 2007].

Buekens A and Yang J (2014). Recycling of WEEE plastics: a review. J. Mater. Cycles Waste Manage. 16, 415–434.

Buser AM, Morf LS, Taverna R, Bader HP, Scheidegger R (2007a). Temporal behaviour of the anthropogenic metabolism of selected brominated flame retardants: Emissions to the environment. BFR 2007, 4th International Workshop on Brominated Flame Retardants, Amsterdam, The Netherlands, 24-27 April, 2007.

Carey C, Bryant CJ. Possible interrelations among environmental toxicants, amphibian development, and decline of amphibian populations. Environ HealthPerspect. 1995 May;103 Suppl 4:13-7.

CBUF, Sundström, B. (ed.) (1995): Fire Safety of Upholstered Furniture – The final report on the CBUF research programme. Appendix A7 Furniture Calorimeter test protocol Report EUR 16477 EN Directorate-General Science (Measurements and Testing). European Commission. Published by Interscience Communication Ltd, London.

Chemical Watch (2015). China to place restrictions on hazardous substances in cars six substances to be prohibited. https://chemicalwatch.com/24517/china-to-place-restrictions-on-hazardous-substances-in-cars

Chen S, Ma YJ, Wang J, Chen D, Luo XJ, Mai BX (2009). Brominated flame retardants in children's toys: Concentration, composition, and children's exposure and risk assessment. Environ Sci Technol; 43:4200–4206.

Chen D, Mai B, Song J, Sun Q, Luo Y, Luo X, (2007a). Polybrominated Diphenyl Ethers in Birds of Prey from Northern China. Environ Sci Technol 41(6):1828-1833.

Christiansson A, Eriksson J, Teclechiel D, Bergman A. (2009). Identification and quantification of products formed via photolysis of decabromodiphenyl ether. Environ Sci Pollut Res Int 16(3):312-21.

CPA, Clean Production Action (2007). The Green Screen for Safer Chemicals version 1.0: Evaluating Flame Retardants for TV Enclosures. [Online] Available at:http://www.chemicalspolicy.org/downloads/Green_Screen_Report.pdf.[Accessed 6 July 2015].

CPA, Clean Product Action (2015). http://www.cleanproduction.org/news/article/greenscreen-science-at-its-best

Danish EPA, Danish Environmental Protection Agency(2007). Mapping of decabromodiphenyl ether (decaBDE) in other products than electrical and electronical products.

DiGangi J, Blum A, Bergman A, de Wit CA, Lucas D, Mortimer D, Schecter A, Scheringer M, Shaw SD, Webster TF, (2010). San Antonio statement on brominated and chlorinated flame retardants. Environ Health Perspect 118:516 – 518.

DME, Danish Ministry of the Environment (2007). Health and Environmental Assessment of Alternatives to
Deca-BDE in Electrical and Electronic Equipment.

DME, Danish Ministry of the Environment (2006). Deca-BDE and Alternatives in Electrical and Electronic Equipment, Environmental project No. 1141/2006, pp. 1-93. Authors: Lassen C. et al.

DBIS, 2014, Department for Business Innovation & Skills, London UK. Furniture and Furnishings (Fire) (Safety) Regulation 1988; Consultation on proposed amendments to Schedule 5 –the Match Test-Part 1 and Schedule 4 -the Cigarette Test, August 2014.

De Wit C, Ulla Sellström U, Nadja Lundgren N, Mats Tysklind M (2005). Higher brominated diphenyl ethers in earthworms and reference and sewadge-sludge amended soils. Organohalogen Compounds - Volume 67.

Dong Y, Fu S, Zhang Y, Nie H, Li Z (2014) Polybrominated diphenyl ethers in atmosphere from three different typical industrial areas in Beijing, China. Chemosphere S0045-6535(14)01363-0. doi:

10.1016/
j.chemosphere.2014.11.043

DuPont. (2010). Inherent versus Treated Flame Resistant Fabrics. [Online] Available at: http://www2.dupont.com/Personal_Protection/en_US/products/Nomex/nomexind/nomex_industrial_faq.html#5QD.[Accessed 6 July, 2015].

ECA, Environment Canada (2011) Environmental Monitoring and Surveillance in Support of the Chemicals Management Plan. PBDEs in the Canadian Environment. Environment Canada Fact sheet.p. 1-10.

ECA, Environment Canada (2010) Proposed risk management strategy for polybrominated diphenyl ethers (PBDEs).

ECA, Environment Canada (2008). The Polybrominated Diphenyl Ethers Regulations (SOR/2008-218) under the Canadien Environmental Protection Act, 1999.

ECB, European Chemicals Bureau (2007). Review on production processes of decabromodiphenyl ether (decaBDE) used in polymeric application in electrical and electronic equipment, and assessment of the availability of potential alternatives to decaBDE. Institute on Health and Consumer Protection.

ECB, European Chemicals Bureau (2002). European Union Risk Assessment Report: Bis(pentabromophenyl) ether. 1st priority list, Volume 17, Luxemburg: European Communities.

ECHA, European Chemicals Agency (2015). Annex XV restriction report proposal for a restriction. Substance name: Bis(pentabromophenyl) ether, IUPAC name: 1,1'-oxybis(pentabromobenzene), EC number: 214-604-9, CAS number: 1163-19-5. European Chemicals Agency, Helsinki, Finland prepared in collaboration with the Norwegian Environment Agency. Version number: 1.0.

ECHA, European Chemical Agency (2014b). Decision on substance evaluation pursuant to Article 46 (1) of regulation (EC) NO 1907/2006 for 1,1'-(ethane-l,2-diyl)bis[pentabromobenzene], CAS No 84852-53-9
(EC No284-366-9)

ECHA, European Chemicals Agency (2013b). ECHA dissemination portal. [Online] Available at: http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/registered-substances[Accessed 12 November 2013].

ECHA European Chemicals Agency (2012a). Support Document Bis(pentabromophenyl) ether [decabromodiphenyl ether] (Member State Committee, 29 November 2012).

ECHA, European Chemicals Agency (2012b). Agreement of the member state committee On the identification of bis(pentabromophenyl) ether [decabromodiphenyl ether], (Member State Committee, 29 November 2012).

ECHA, European Chemicals Agency (2012c). Annex XV dossier. Proposal for Identification of a PBT/vPvB Substance. Bis(pentabromophenyl)ether (decabromodiphenyl ether; decaBDE). July 2012-final. Submitted by the United Kingdom, August 2012. [Online] Available at: http://echa.europa.eu/documents/10162/13638/SVHC_AXVREP_pub_EC_214_604_9_decabromodiphenylether_en.pdf [Accessed 6 July 2015].

Ebert J, Bahadir M (2003). Formation of PBDD/F from flame-retarded plastic materials under thermal stress. Environ Int. 2003;29(6):711-6.

EFSA, European Food Safety Authority Panel(2011). European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food. EFSA Journal, 9 (5), 2156. doi.10.2903/j.efsa.2011.2156. [Online] Available at: http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2156.pdf [Accessed 6 July 2015].

Ebert J, Bahadir M (2003) Formation of PBDD/F from flame-retarded plastic materials under thermal stress, Environ Int 29: 711-716.

EBFRIP, European Brominated Flame Retardant Industry Panel. (2005): Recycling of bromine from plastics containing brominated flame retardants in state-of the-art combustion facilities.

ENFIRO (2013). Final Report Summary - ENFIRO (Life Cycle Assessment of Environment-compatible Flame Retardants (Prototypical case study)).[Online] Available at:http://cordis.europa.eu/publication/rcn/15697_en.html [Accessed 6 July 2015].

Earnshaw MR, Jones KC, Sweetman AJ (2013). Estimating European historical production, consumption and atmospheric emissions of decabromodiphenyl ether. Sci tot Environ 447: 133-142.

EUROSTAT (2015) information accessed October 2015 at http://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/key-waste-streams/elvs

FAA (2010), Fire Safety Highlights - http://www.fire.tc.faa.gov/pdf/2010highlights.pdf

Gao S, Hong J, Yu Z, Wang J, Yang G, Sheng G, Fu J (2011). Polybrominated diphenyl ethers in surface soils from
e-waste recycling areas and industrial areas in South China: concentration levels, congener profile, and inventory. Environ Toxicol Chem. 30(12):2688-96.

Ganser, LR (2009), Anatomy and Function of the African Clawed Frog Vocal System is Altered by the Brominated Flame Retardant, PBDE-209. University of Miami 2009. Open Access Dissertations. Paper 245. [Online]Available at: http://scholarlyrepository.miami.edu/oa_dissertations [Accessed 6 July 2015].

Gnosys, University of Bolton & Oakdene Hollins 2010. Fire Retardant Technologies: safe products with optimised environmental hazard and risk performance, s.l.: s.n.

Great Lakes (2013). Emerald Innovation™ 1000. [Online]Available at: http://www.greatlakes.com/Flame_Retardants/Products/Emerald_Innovation_1000. [Accessed 19 November 2013].

GuillaumeE, Chivas C and Sainrat A (2008). Regulatory issues and flame retardant usage in upholstered furniture in Europe. [Online] Available at:http://www.see.ed.ac.uk/FIRESEAT/2008.html

Hamm S, Strikkeling M, Ranken PF, Rothenbacher KP (2001).Determination of polybrominated diphenyl ethers and PBDD/Fs during the recycling of high impact polystyrene containing decabromodiphenyl ether and antimony oxide. Chemosphere 44(6):1353-60.

Hansen, ES (1990). Acohort study on the mortality of firefighters.Br.J.Ind.Med.47, 805–809.

Hayes TB, Falso P, Gallipeau S, Stice M (2010). The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. J Exp Biol. 15;213(6):921-33.

Hauser R, Skakkebaek NE, Hass U, Toppari J, Juul A, Andersson AM, Kortenkamp A, Heindel JJ, Trasande L (2015).Male Reproductive Disorders, Diseases, and Costs ofExposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in the European Union. J ClinEndocrinol Metab. 5:jc20144325. [Epub ahead of print]

HEAL, Health and Environment Alliance (2014) Health costs in the European Union – How much is related to EDCs?[Online]Available at: http://www.env-health.org/IMG/pdf/18062014_final_health_costs_in_the_european_union_how_much_is_realted_to_edcs.pdf[Accessed 6 July 2015].

IARC, International Agency for Research on Cancer (2010).Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans.Volume 98.Painting, firefighting, and shiftwork. [Online] Available at: http://www.monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol98/mono98-7.pdf[Accessed 6 July 2015].

IKEA 2014. Sustanability report FY14. [Online]Avalable at: http://www.ikea.com/ms/no_NO/pdf/sustainability_report/sustainability_report_2014.pdf

Illinois, Illinois Environmental Protection Agency (EPA) (2007). Report on Alternatives to the Flame Retardant DecaBDE: Evaluationof Toxicity, Availability, Affordability, and Fire Safety Issues. A report to the Governor and the General Assembly.

Illinois, Illinois Environmental Protection Agency (EPA) (2006). A Report to the General Assembly and the Governor In Response to Public Act 94-100 DecaBDE Study: A Review of Available Scientific Research.

ILO, International Labour Office (2012). The global impact of e-waste: Addressing the challenge. Author Karin Lundgren. Program on Safety and Health at Work and the Environment (SafeWork), Sectorial activities Department (SECTOR), Geneva, pp 1-71.

IUCN, International Union for Conservation of Nature (2915). [Online] Available at:http://www.iucn.org/about/. [Accessed 02 February.2015].

IVM (2013) POP Stream, POP-BDE waste streams in the Netherlands: analysis and inventory (R13-16). Institute for Environmental Studies, The Netherlands.

Jayakody C, Myers D, Sorathia U, Nelson GL. 2000. Fire-retardant characteristics of waterblown molded flexible polyurethane foam materials. J Fire Sci 18:430-455.

Jinhui L, Yuan C, Wenjing X. Polybrominated diphenyl ethers in articles: a review of its applications and legislation. Environ Sci Pollut Res Int. 2015 May 20. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 25987476.

Kajiwara, N., J. Desborough, S. Harrad, and H. Takigami. (2013). Photolysis of brominated flame retardants in textiles exposed to natural sunlight ENVIRONMENTAL SCIENCE-PROCESSES & IMPACT 15:653-660.

Kajiwara N, Takigami H (2013b). Emission behavior of hexabromocyclododecanes and polybrominated diphenyl ethers from flame-retardant-treated textiles. Environ Sci Process Impacts.15(10):1957-63.

Kajiwara, N., Y. Noma, and H. Takigami. (2008). Photolysis studies of technical decabromodiphenyl ether (DecaBDE) and ethane (DeBDethane) in plastics under natural sunlight. Environmental Science & Technology 42:4404-4409.

Kang, D.,Davis,L.K.,Hunt,P.,Kriebel,D.,2008.Cancer incidence among male Massachusetts firefighters, 1987–2003.Am.Ind.Hyg.Assoc.51,329–335.

Kelly BC, Ikonomou MG, Blair JD, Morin AE, Gobas FA (2007). Food web-specific biomagnification of persistent organic pollutants. Science 2007:13;317(5835):236-9. Erratum in: Science. 2007;318(5847):44.

KemI, Swedish Chemical Agency (2014). Chemicals in textiles – Risks to human health and the environment. Report from a government assignment. Report 6/14, pp 1-140.[Online]Available at: http://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Rapporter/Report6-14-Chemicals-in-textiles.pdfAccessed 6 July 2015].

KemI, Swedish Chemical Agency (2012). Material Recycling without Hazardous Substances – Experiences and future outlook of ten manufacturers of consumer products.
Report PM 14/12, pp 1-88.[Online]Available at: https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/PM/PM14-12-Recycled-materials.pdf [Accessed 6 July 2015].

KemI, Swedish Chemical Agency (2006).Survey and technical assessment of alternatives to TBBPA and HBCDD. Report 1/06. Author: Posner, pp 1-43. [Online] Available at: https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/PM/PM1_06.pdf [Accessed 6 July 2015].

KemI, Swedish Chemical Agency (2005).Survey and technical assessment of alternatives to Decabromodipenyl ether (decaBDE) in plastics. Authors: Posner S, Börås. Report No 1/05, pp 1-34. [Online] Available at:
https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Rapporter/Rapport1_05.pdf[Accessed 6 July 2015].

Kim M, Guerra P, Theocharides M, Barclay K, Smyth SA, Alaee M (2013a). Polybrominated diphenyl ethers in sewage sludge and treated biosolids: effect factors and mass balance. Water Res. Nov 1;47(17):6496-505.

Kim, M., et al. (2013b). "Parameters affecting the occurrence and removal of polybrominated diphenyl ethers in twenty Canadian wastewater treatment plants." Water Res 47(7): 2213-2221.

Klif, Climate and Pollution Agency (2011). Exploration of management options for HBCDD. Report to the 8th meeting of the UNECE Task Force on Persistent Organic Pollutants, Montreal 18-20 May 2010 (updated 18 August 2010). Report TA-2818/2011. Authors: Posner S, Roos S, Olsson E., Swerea IVF AB pp 1-84. [Online] Available at:
http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2818/ta2818.pdf[Accessed 6 July 2015].

Klif, Climate and Pollution Agency Norway (2008). Current State of Knowledge and Monitoring requirements for emerging ”new” brominatedflame retardants in flame retarded products and the Environment.Report TA-2462/2008. [Online] Available at:
http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2462/ta2462.pdf [Accessed 6 July 2015].

LCSP, Lowell Center for Sustainable Production (2015). US State-level Chemicals Policy Database. [Online] Available at: http://www.chemicalspolicy.org/chemicalspolicy.us.state.database.php[Accessed 16 March 2015].

LCSP, Lowell Center for Sustainable Production (2009). A new way of thinking: The Lowell Center Framework for Sustainable Products. University of Massachusetts Lowell.

LCSP, Lowell Center for Sustainable Production (2005).Decabromodiphenylether: An investigation of non-halogen substitutes in electronic enclosure and textile applications. University of Massachusetts Lowell.

Legler J, Fletcher T, Govarts E, Porta M, Blumberg B, Heindel JJ, Trasande L. Obesity, Diabetes, and Associated Costs of Exposure to Endocrine-DisruptingChemicals in the European Union. J Clin Endocrinol Metab. 2015 Mar 5:jc20144326. [Epub ahead of print]

LeMasters GK, Genaidy AM, Succop P, Deddens J, Sobeih T, Barriera-Viruet H, Dunning K, Lockey J (2006). Cancer risk among firefighters: a review and meta-analysisof 32 studies. J Occup Environ Med. 2006;48(11):1189-202.

Levchik, S. (2010). Uses of Decabromodiphenyl Oxide (DecaBDE) Flammability Standards Design for the Environment Kick Off Meeting, Crystal City, VA.

Li Y, Duan YP, Huang F, Yang J, Xiang N, Meng XZ, Chen L (2013). Polybrominated diphenyl ethers in e-waste: Level and transfer in a typical e-waste recycling site in Shanghai, Eastern China. Waste Manag.S0956-053X(13)00409-1.

Leisewitz and Schwarz, 2001.

Lin, Y.-M., et al. (2012). "Emissions of Polybrominated Diphenyl Ethers during the Thermal Treatment for Electric Arc Furnace Fly Ash." Aerosol and Air Quality Research 12: 237-250.

Linderholm L, Jakobsson K, Lundh T, Zamir R, Shoeb M, Nahar N, Bergman Å. Environmental exposure to POPs and heavy metals in urban children from Dhaka,Bangladesh (2009). J Environ Monit. 2011;13(10):2728-34.

Ma J, Addink R, Yun SH, Cheng J, Wang W, Kannan K. Polybrominated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans and polybrominated diphenyl ethers in soil, vegetation, workshop-floor dust, and electronic shredder residue from an electronic waste recycling facility and in soils from a chemical industrial complex in eastern China. Environ. Sci. Technol., 43 (2009), pp. 7350–7356.

Maine, Maine Department of Environmental Protection (2010). Decabromodiphenyl Ether Flame Retardant in Plastic Pallets: A Safer Alternatives Assessment. By Pure Strategies Inc.

Maine (2008). Second Regular Session - 124th Maine Legislature. An Act To Clarify Maine's Phaseout of Polybrominated Diphenyl Ethers. [Online] Available at: http://www.mainelegislature.org/legis/bills/bills_124th/billtexts/HP110501.asp [Accessed 16 March 2015].

Maine, Maine Department of Environmental Protection and Maine Center for Disease Control and Prevention (2007a), Brominated Flame Retardants: Third Annual Report to the Maine Legislature (p.25-26, 35), January 2007.

Maine, Maine Department of Environmental Protection and Maine Center for Disease Control and Prevention (2007b), Brominated Flame Retardants: Third Annual Report to the Maine Legislature (p.26, 35), January 2007 2007b.

Molyneux, Stec AA, Hull R (2014). The effect of gas phase flame retardants on fire effluent toxicity, Polymer Degradation and Stability 106:36-46

Morf LS, Buser AM, Taverna R, Bader H-P, Scheidegger R (2008). Dynamic substance flow analysis as a valuable risk evaluation tool a case study for brominated flame retardants as an example of potential endocrine disrupters. CHIMIA Int J Chem62:424–31.

Morf, LS, Buser AM, Taverna R, Bader HP, Scheidegger R. (2007). Efficient measures in waste management as a key factor to reduce emissions of BFRs: Case study results for DecaBDE in Switzerland and global implications. Organohalogen Compounds, 69, 916-919.

Morf L, Smutny R, Taverna R, Daxbeck H. Selected polybrominated flame retardants, PBDEs and TBBPA—substance flow analysis. Berne: Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape; 2003.

NCM, Nordic Council of Ministers (2015a). WEEE Plastics Recycling. A guide to enhancing the recovery of plastics from waste electrical and electronic equipment. Authors: John B et al. [Online] Available at: http://dx.doi.org/10.6027/ANP2015-713 [Accessed 6 July 2015].

NCM, Nordic Council of Ministers. (2015b). Economic Policy Instruments for Plastic Waste – A review with Nordic perspectives. Report TemaNord 2014:569. Authors: Hennlock M et al. [Online] Available at: http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:791794/FULLTEXT02.pdf [Accessed 6 July 2015].

NCM, Nordic Council of Ministers (2015a). Plastic value chains: Case: WEEE (Waste Electric and electronicequipment) Part 2 report Baxter et al., Report TemaNord 2015:510 . [Online] Available at:

http://www.norden-ilibrary.org/environment/plastic-value-chains-case-weee-waste-electrical-and-electronic-equipment_tn2015-510

NCM, Nordic Council of Ministers (2014a). Plastic value chains.Case: WEEE (Waste Electric and electronicequipment) in the Nordic region. Baxter et al., Report TemaNord 2014:542 [Online] Available at: http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:721021/FULLTEXT01.pdf [Accessed 6 July 2015].

NCM, Nordic Council of Ministers (2014b). The Cost of Inaction - A Socioeconomic analysis of costs linked to effects of endocrine disrupting substances on male reproductive health. Authors: Olsson I.M. et al. Report TemaNord 2014:557 [Online] Available at:http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:763442/FULLTEXT04.pdf [Accessed 6 July 2015].

NCM, Nordic Council of Ministers (2014c). Addressing resource efficiency through the Ecodesign Directive. A review of opportunities and barriers. Authors: Dalhammar C. et al. Report TemaNord 2014:511, [Online] Available at: http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:710881/FULLTEXT01.pdf [Accessed 6 July 2015].

NCM, Nordic Council of Ministers (2005). Measurements During Incineration of Waste Containing Bromine. Report TemaNord 2005:529Authors: Borgnes D. et al. [Online] Available at: http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:702261/FULLTEXT01.pdf [Accessed 6 July 2015].

NEA, Norwegian Environment Agency (2012). Some environmentally harmful substances in sewage sludge – occurrence and environmental risk. Report TA-3005/2012.pp 1-37. [Online] Available at: http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/3005/ta3005.pdf [Accessed 6 July 2015].

NERI Technical Report No. 481 2003. Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Sewage Sludge and WastewaterMethod Development and Validation. National Environmental Research Institute Ministry of the Environment. Denmark. pp.1-34.

New York State Department of Health (2013) Report of the New York State Task Force on Flame Retardant Safety [Online] Available at: http://www.health.ny.gov/environmental/investigations/flame/docs/report.pdf [Accessed 6 July 2015].

NFPA, National Fire Protection Association (2013). Home structure fires. [Online] Available at: http://www.nfpa.org/~/media/Files/Research/NFPA%20reports/Occupancies/oshomes.pdf [Accessed 6 July 2015].

NFPA, The Norwegian Fire Protection Association (2014). [Online]Available at: http://www.brannvernforeningen.no/Brannstatistikk/Boligbranner-antatt-arnested [Accessed 6 July 2015].

Ni, H.-G.; Zeng, E.Y. 2009. “Law enforcement and global collaboration are the keys tocontaining e-waste tsunami in China”, in Environmental Science & Technology, Vol. 43,No. 11, pp. 3991–3994.

NIFV,Netherlands institute for safety(2009). Consumer fire safety: European statistics and potential fire safety measures. Authors: M. Kobes (BBE, MIFireE), K. Groenewegen, (Ter Morsche), M.G. Duyvis, J.G. Post. Report commissioned by Consumer Council, Austrian Standards Institute, pp 1-57. [Online] Available at: http://www.verbraucherrat.at/content/01-news/05-archiv-2009-2010/01-studie-brandschutz/firesafetyconsumer.pdf [Accessed 6 July 2015].

NTP (National Toxicology Program). 1990. Final Report on the Reproductive Toxicity of Boric Acid (CAS NO. 10043-35-3) in CD-1 Swiss Mice. National Toxicology Program. NTP Report no.90-150

NZMOE (2013). Brominated flame retardant research. Cost-benefit analysis of sorting options for e-waste plastics. Draft report to New Zealand Ministry for the Environment. October 2013. s.1-15.

Odabasi M, Bayram A, Elbir T, Seyfioglu R, Dumanoglu Y, Bozlaker A, Demircioglu H, Altiok H, Yatkin S, Cetin B (2009). Electric arc furnaces for steel-making: hot spots for persistent organic pollutants. Environ Sci Technol. 43(14):5205-11.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2014): Risk management of installations and chemicals. Brominated Flame Retardants. [Online]Available at: http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/brominatedflameretardants.htm[Accessed; 27 February 2014].

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (1998). Waste Management Policy Group 1998. Report on incineration of products containing brominated flame retardants. pp. 1-11.

OSPAR, The Convention for the Protection of the marine Environment of the North-East Atlantic (2009). OSPAR Background Document on certain brominated flame retardants – Polybrominated

Diphenylethers, Polybrominated Biphenyls, Hexabromo Cyclododecane, Update 2009. Hazardous Substances Series. OSPAR Commission.

Oregon (2011). Decabrominated diphenyl ether and other flame retardants banned inOregon products. Interpretive and Policy Guidance from the Oregon Health Authority. [Online] Available at: http://3vlyi21yjf3t3ecx1148lncoeyk.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2011/02/PBDEGuidance.Final_.pdf [Accessed 6 July 2015].

Palm A, Cousins IT, Mackay D, Tysklind M, Metcalfe C, Alaee M (2002). Assessing the environmental fate of chemicals of emerging concern: a case study of the polybrominated diphenyl ethers. Environ Pollut117:195–213.

PR Newswire, 2010. ICL-IP Launches Polyquel™ Eco-Friendly Polymeric Flame Retardants. [Online]Available at: http://www.prnewswire.com/news-releases/icl-ip-launches-polyqueltm-eco-friendly-polymeric-flame-retardants-93928309.html[Accessed 6 July 2015].

Puype F, Samsonek J, Knoop J, Egelkraut-Holtus M, Ortlieb M (2015). Evidence of waste electrical and electronic equipment (WEEE) relevant substances in polymeric food-contact articles sold on the European market. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2015 Jan 19. [Epub ahead of print].

Qin, X., X. Xia, (2010). Thyroid disruption by technical decabromodiphenyl ether (DE-83R) at low concentrations in Xenopus laevis. J Environ Sci 22(5): 744-751.

Qu WY, Bi XH, Sheng GY, Lu SY, Fu H, Yuan J, (2007). Exposure to polybrominated diphenyl ethers among workers at an electronic waste dismantling region in Guangdong, China. Environ Int 33(8):1029-1034.

RAC/SEAC (2015). Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Bis(pentabromophenyl) ether , IUPAC name: 1,1'-oxybis(pentabromobenzene), EC number: 214-604-9, CAS number: 1163-19-5 ECHA/RAC/RES-O-0000006155-77-01/D, ECHA/SEAC/RES-O-0000006155-77-03/F. European Chemicals Agency.

Ren Z, Xiao X, Chen D, Bi X, Huang B, Liu M, Hu J, Peng P, Sheng G, Fu J. (2014). Halogenated organic pollutants in particulate matters emitted during recycling of waste printed circuit boards in a typical e-waste workshop of Southern China. Chemosphere. 2014;94:143-150.

Ren, G., Z. Wang, Z. Yu, Y. Wang, S. Ma, M. Wu, G. Sheng, and J. Fu. (2013). Primary investigation on contamination pattern of legacy and emerging halogenated organic pollutions in freshwater fish from Liaohe River, Northeast China. Environmental Pollution 172:94-99.

Ren M, Peng P, Cai Y, Chen D, Zhou L, Chen P, Hu J. PBDD/F impurities in some commercial deca-BDE. Environ Pollut. 2011;159(5):1375-80.

Ricklund N, Kierkegaard A, McLachlan MS, Wahlberg C (2008a). Mass balance of decabromodiphenyl ethane and decabromodiphenyl ether in a WWTP. Chemosphere 74: 389–394.

Ricklund, N., A. Kierkegaard, (2008b). "An international survey of decabromodiphenyl ethane (deBDethane) and decabromodiphenyl ether (decaBDE) in sewage sludge samples." Chemosphere 73(11): 1799-1804.

Rosenberg C, Hämeilä M, Tornaeus J, Säkkinen K, Puttonen K, Korpi A, Kiilunen M, Linnainmaa M, Hesso A. Exposure to flame retardants in electronics recycling sites. Ann Occup Hyg. 2011;55(6):658-65. doi: 10.1093/annhyg/mer033.

RPA, Risk and Policy Analysts P (2014). Multiple Framework Contract with Re-opening of competition for Scientific Services for ECHA. Reference: ECHA/2011/01 Service Request SR 14:Support to an Annex XV Dossier on Bis-(pentabromophenyl) ether (DecaBDE).Authors: Georgalas B, Sanchez A, Zarogiannis. [Online] Available at: http://echa.europa.eu/documents/10162/13641/annex_xvi_consultant_report_decabde_en.pdf [Accessed 6 July 2015].

RTKnet.org. [Online] Available at: http://www.rtknet.org/db/tri/tri.php?database=tri&reptype=f&reporting_year=2013&first_year_range=&last_year_range=&facility_name=&parent=&combined_name=&parent_duns=&facility_id=&city=&county=&state=&zip=&district=&naics=&primall=&chemcat=&corechem=y&casno=001163195&casno2=&chemname=&detail=-1&datype=T&rsei=y&sortp=D [Accessed 6 July 2015].

Sakai SI, Hirai Y, Aizawa H, Ota S, Muroishi Y (2006). Emission inventory of deca-brominated diphenyl ether (DBDE) in Japan. J. Mater. Cycles Waste Manage. 8:56–62.

Samsonek J, Puype F (2013). Occurrence of brominated flame retardants in black thermo cups and selected kitchen utensils purchased on the European market. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess 30:1976-86. doi: 10.1080/19440049.2013.829246.

Schriks M, Zvinavashe E, Furlow JD, Murk AJ (2006). Disruption of thyroid hormone-mediated Xenopus laevis tadpole tail tip regression by hexabromocyclododecane (HBCD) and 2,2',3,3',4,4',5,5',6 nona brominated diphenyl ether (BDE206). Chemosphere 65(10):1904-8.

Sellstrom U, C. De Wit, N. Lundgren, and M. Tysklind (2005). Effect of Sewage-Sludge Application on Concentrations of Higher-Brominated Diphenyl Ethers in Soils and Earthworms. Environ. Sci. Technol., 39:
9064-9070.

SFT, Norwegian Pollution Control Authority (2009). PolybrominateddiphenylethersandperfluorinatedcompoundsintheNorwegian environment. ReportTA-2450. [Authors: Skoog K, Hauglid-Formo G, Økland T. Edited by: Bergfald & Co AS. [Online] Available at:http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2450/ta2450.pdf [Accessed 6 July 2015]

Shaw SD, Berger ML, Harris JH, Yun SH, Wu Q, Liao C, Blum A, Stefani A, Kannan K. Persistent organic pollutants including polychlorinated and polybrominateddibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in firefighters from Northern California.Chemosphere. 2013 Jun;91(10):1386-94. doi: 10.1016/j.chemosphere.2012.12.070.Epub 2013 Feb 8. Erratum in: Chemosphere. 2014;102:87.

Shaw SD, Blum A, Weber R, Kannan K, Rich D, Lucas D, Koshland CP, Dobraca D, Hanson S, Birnbaum LS (2010). Halogenated flame retardants: do the fire safety benefits justify the risks? Rev Environ Health.25: 261-305.

Simonson, Margaret et al (2000): TV case study, a life cycle analysis. SPSwedish National Testing and Research Institute Fire Technology SP Report 2000:13, 2000

Sinha-Khetriwal, D., Kraeuchi, P., and Schwaninger, M. (2005). A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India. Environ. Impact Assess. Rev. 25: 492–504

Sjödin A, Hagmar L, Klasson-Wehler E, Kronholm-Diab K, Jakobsson E and Bergman A (1999). Flame retardant exposure: polybrominated diphenyl ethers in blood from Swedish workers. Environmental Health Perspectives, 107,8, 643-648.

Stapleton HS, Sharma S, Getzinger G, Ferguson PL, Gabriel M, Webster TF and Blum A (2012). Novel and high volume use of flame retardants in US couches reflective of the 2005 PentaBDE phase out. Environmental Science & Technology, 46, 13432-13439.

Stec AA, Hull R (2011.) Assessment of the fire toxicity of building insulation materials, Energy and Buildings 43:498-506.

Stenvall, E., Tostar, S., Boldizar, A., R.StJ.Foreman, M., Moller, K. (2013).”An analysis of the composition and metal contamination of plastics from waste electrical and electronic equipment (WEEE)”, Waste Management, vol33, pp 915–922.

StEP - Solving the E-waste problem (2013). Annual report 2012/2013. [Online] Available at: http://www.step-initiative.org/files/step/StEP_AR/StEP_AR.html [Accessed online: 6 July 2015].

Stockholm Convention (2012a) Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of articles containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants; Draft July 2012.

Stockholm Convention (2012b). Guidance for the inventory of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants.

Streicher-Portea, M., Widmerb, R., Jainc, A., Baderd, H-P., Scheideggere, R., and Kytziaf, S. (2005). Key drivers of the e-waste recycling system: Assessing and modelling e-waste processing in the informal sector in Delhi. Environ. Impact Assess. Rev. 25: 472–491

SAICM, Strategic Approach to International Chemicals Management (2009). Background information in relation to the emerging policy issue of electronic waste, paper presented at the International Conference on Chemicals Management, Geneva, 11–15 May (SAICM/ICCM.2/INF36).

Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Young BE, Rodrigues AS, Fischman DL, Waller RW (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. Science. 3;306(5702):1783-6.

Tang, Z., et al. (2014). "Polybrominated Diphenyl Ethers in Soils, Sediments, and Human Hair in a Plastic Waste Recycling Area: A Neglected Heavily Polluted Area." Environmental Science & Technology 48(3): 1508-1516.

TB117-2013. Technical Bulletin 117-2013. Requirements, Test Procedure and Apparatus for Testing the Smolder Resistance of Materials Used in Upholstered Furniture. State of California Department of Consumer Affairs.

Thoma H, Hutzinger O, 1987. Pyrolysis and GC/MS-analysis of brominated flame 602 retardants in on line operation. Chemosphere 16, 1353–1360.

Thuresson K, Bergman K, Rothenbacher K, Herrmann T, Sjölin S, Hagmar L, Päpke O, Jakobsson K. Polybrominated diphenyl ether exposure to electronics recyclingworkers--a follow up study. Chemosphere. 2006 Sep;64(11):1855-61.

Tomy GT, Pleskach K, Oswald T, Halldorson T, Helm PA, MacInnis G, et al (2008). Enantioselective bioaccumulationof hexabromocyclododecane and congener specific accumulation of brominated diphenyl ethers in an eastern Canadian Arctic marine food web. Environ Sci Technol 42:3634–9.

Trasande L, Zoeller RT, Hass U, Kortenkamp A, Grandjean P, Myers JP, DiGangi J, Bellanger M, Hauser R, Legler J, Skakkebaek NE, Heindel JJ. Estimating Burden and Disease Costs of Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in the EuropeanUnion. J Clin Endocrinol Metab. 2015 Mar 5:jc20144324. [Epub ahead of print]

TsydenovaO, Bengtsson M(2011). Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic wquipment. Waste Management 31:45-58.

Tue NM, Sudaryanto A, Binh Minh T, Isobe T,Takahashi S, Hung Viet P, Tanabe S(2010). Accumulation of polychlorinated biphenyls and brominated flame retardants in breast milk from women living in Vietnamese e-waste recycling sites. Science of the Total Environment 408 (2010) 2155–2162.

UK EA, United Kingdom Environment Agency (2009). Environmental risk evaluation report. Decabromodiphenyl ether (CAS no. 1163-19-5). Authors Brooke, D.N., Burns, J., Crookes, M.J. and Dungey, S.M Report to the. 290 pp.

UK EA, United Kingdom Environment Agency (2007). Environmental Risk Evaluation Report: 1,1'-(Ethane-1,2-diyl) bis[pentabromobenzene] (CAS No. 64852-53-9). Environment Agency, Bristol, UK. Science Report no.:ScH0O5O7BM0R-E-P. Authors: Dungey S. et al. [Online] Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290840/scho0507bmor-e-e.pdf [Accessed 6 July 2015].

UNCED 1992a, United Nations Conference on Environment and Development Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992.AGENDA 21. [Online] Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400 [Accessed 6 July 2015].

UNCED 1992b, United Nations Conference on Environment and Development Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992. Rio Declaration on Environment and Development. [Online] Available at: http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=78&articleid=1163[Accessed 6 July 2015].

UNEP, United Nations Environment Programme (2014a). Draft revised guidance for the inventory of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on POPs (31 March 2014). [Online] Available at: http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NIP-GUID-InventoryPBDE.En.docx [Accessed 6 July 2015].

UNEP, United Nations Environment Programme (2014b). Draft revised guidance for the inventory of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention (31 March 2014). [Online] Available at: http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NIP-GUID-InventoryPFOS.En.docx [Accessed 6 July 2015].

UNEP, United Nations Environment Programme (2012). Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of articles containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/Guidance_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-BATBEPPBDEs.En.pdf

UNEP, United Nations Environment Programme (2006). Strategic Approach to International Chemicals Management SAICM texts and resolutions of the International Conference on Chemicals

Management.Comprising the Dubai Declarationon International Chemicals Management, the Overarching Policy Strategy and the Global Plan of Action ISBN: 978-92-807-2751-7.

Recycling: From e-waste to resources, Sustainable Innovation andTechnology Transfer Industrial Sector Studies. Solving the E-Waste Problem (StEP) Initiative Finalreport, July 2009. 1-120 pp. Authors Schluep, M. et al. 2009. [Online] Available: http://www.unep.org/pdf/Recycling_From_e-waste_to_resources.pdf [Accessed 6 July 2015].

U.S. EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2015). Toxics Release Inventory (TRI) Program. [Online] Available at:http://www.epa.gov/tri/ [Accessed 10 March 2015].

U.S. EPA, U.S .Environmental Protection Agency (2014a). An alternatives assessment for the flameretardant decabromodiphenyl ether (decaBDE).http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/aa-for-deca-full-version.pdf[Accessed 6 July 2015].

U.S. EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2014b). What is the Furniture Flame Retardancy Partnership? [Online] Available at:http://www2.epa.gov/sites/production/files/2013-12/documents/ffr_foam_alternatives_fact_sheet.pdf [Accessed 6 July 2015].

U.S. EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2014c). Common Wastes & Materials – Plastics. [Online] Available at: http://www.epa.gov/osw/conserve/materials/plastics.htm [Accessed 6 July 2015].

U.S. EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2010). An Exposure Assessment of Polybrominated Diphenyl Ethers. National Center for Environmental Assessment, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC; EPA/600/R-08/086F. Available from the National Technical Information Service, Springfield, VA. [Online] Available at: http://www.epa.gov/ncea [Accessed 6 July 2015].

U.S. EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2008). Toxicological Review Of Decabromodiphenyl Ether (BDE-209) (CAS No. 1163-19-5). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). Report EPA/600/R-08/086F,pp. 1-126. Authors: Donohue JM et al. [Online] Available at: http://www.epa.gov/iris/toxreviews/0035tr.pdf [Accessed 6 July 2015].

U.S. EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2007). Dermal Exposure Assessment: A Summary of EPA Approaches. [Online] Available at:http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=183584. [Accessed 18November 2013].

Van Allen BG, Briggs VS, McCoy MW, Vonesh JR. Carry-over effects of the larval environment on post-metamorphic performance in two hylid frogs. Oecologia. 2010;164(4):891-8.

VECAP, The Voluntary Emissions Control Action Programme (2014). Sound results from a proactive industry. European annual progress report 2013.

VECAP, The Voluntary Emissions Control Action Programme (2012). Maintaining Momentum - European Annual Progress Report 2012, Brussels: VECAP.

VECAP, The Voluntary Emissions Control Action Programme (2010a). The Voluntary Emissions Control Action Programme. Annual progress report 2010a.

VECAP, The Voluntary Emissions Control Action Programme (2010b). Benchmarking for success. North American annual progress report 2010.

Vermont (2013). No. 85. An act relating to the regulation of octaBDE, pentaBDE,decaBDE, and the flame retardant known as Tris in consumerproducts. [Online] Available at: http://legislature.vermont.gov/assets/Documents/2014/Docs/ACTS/ACT085/ACT085%20As%20Enacted.pdf [Accessed 6 July 2015].

Vetter W, Bendig P, Blumenstein M , Hägele F (2012). Cooking processes with food; The heating of the flame retardant BDE-209 in fish genereated toxic polybrominated dibenzofurans. Organohalogen Compounds 74, 620-623 (2012).

Wang S, Zhang S, Huang H, Niu Z, Han W (2014). Characterization of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and hydroxylated and methoxylated PBDEs in soils and plants from an e-waste area, China. Environmental Pollution, 184, pp.405–413.

Wang Y, Luo C, Li J, Yin H, Li X, Zhang G (2011a). Characterization of PBDEs in soils and vegetations near an e-waste recycling site in South China. Environ Pollut.159(10):2443-8.

Wang, J., et al. (2011b). Polybrominated diphenyl ethers in water, sediment, soil, and biological samples from different industrial areas in Zhejiang, China. J Hazard Mater 197: 211-219.

Wang, J., et al. (2011d). Polybrominated diphenyl ethers in water, sediment, soil, and biological samples from different industrial areas in Zhejiang, China. J Hazard Mater 197: 211-219.

Wang Bin, Fukuya Iino, Gang Yu, Jun Huang, and Masatoshi Morita (2010b).The Pollution Status of Emerging Persistent Organic Pollutants in China. Environmental Engineering Science Volume 27, Number 3.

Wang, L.-C., et al. (2010d). Characterizing the Emissions of Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) and Polybrominated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans (PBDD/Fs) from Metallurgical Processes. Environmental Science & Technology 44(4): 1240-1246.

Washington State Department of Health (2008). Alternatives to Deca-BDE in Televisions and Residential Upholstered Furniture. Department of Ecology. Olympia, WA.

Washington (2006). Washington State Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Chemical Action Plan: Final Plan, Washington Department of Ecology and Washington Department of Health: 328.

Weber R and Kuch B (2003) Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated-chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. Environment International, 29:699-710.

Wäger, P., Schluep, M., Müller, E. (2010), RoHS substances in mixed plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment, Final Report, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology. pp. 1-99 [Online] Available at:http://new.weee-forum.org/system/files/documents/rohs20in20mixed20plastics_empa_final_2010200920171.pdf [Accessed 6 July 2015].

Weil, E. D. and S. V. Levchik (2009). Flame Retardants for Plastics and Textiles: Practical Applications, Hanser.

Weir RJ Jr, Fisher RS (1072). Toxicologic studies on borax and boric acid. ToxicolAppl Pharmacol. 23(3):351-64.

WHO, World Health Organization(2014). Fact sheet on reduced ingnition propensity (RIP) cigarettes. [Online] Available at: http://www.who.int/tobacco/industry/product_regulation/factsheetreducedignitionpropensitycigarettes/en/ [Accessed 6 July 2015].

WHO/UNEP, World Health Organization and the United Nations Environment Programme (2013). State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals-2012. An assessment of the state of the science of endocrine disruptors prepared by a group of experts for the United Nations Environment Programme and World Health Organization. p1- 296. Eds: Bergman Å, Heindel JJ, Jobling S, Kidd KA and Zoeller T. IOMC (Inter-organizational program for the sound management of chemicals). [Online] Available at: http://www.who.int/ceh/publications/endocrine/en/ [Accessed 6 July 2015].

Widmera, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwalb, D., Schnellmannc, M., Bo¨nia, H. (2005). Global perspectives on e-waste. Environ. Impact Assess. Rev. 25: 436–458

Xu X, Liu J, Zeng X, Lu F, Chen A, Xia H (2014) Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and alteration of thyroid hormones in children from Guiyu, China, PLoS ONE 9 (11):1-18.

Yang Q, Qiu X, Li R, Liu S, Li K, Wang F (2013). Exposure to typical persistent organic pollutants from an electronic waste recycling site in Northern China. Chemosphere 91:205–211.

Yu X, Zennegg M, Engwall M, Rotander A, Larsson M, Ming Hung W, Weber R (2008) E-waste recycling heavily contaminates a Chinese city with chlorinated, brominated and mixed halogenated dioxins. Organohalogen Compounds 70:813-816.

Yuan C. (2015). Management of PBDEs Flame Retarded Plastics from WEEE in China. Basel Convention Regional Centre for Asia and the Pacific. Stockholm Convention Regional Centre for Capacity-building and the Transfer of Technology in Asia and the Pacific, China. Presentation. [Online] Available at: www.synergies.pops.int [Accessed 6 July 2015].

Zennegg M, Xiezhi Y, Wong MH, Weber RR (2009). Fingerprints of chlorinated, brominated and mixed halogenated dioxins at two e-waste recycling sites in Guiyu China. Organohalogen Compd., 71 (2009), pp. 2263–2267

Zhang, Y., et al. (2013d). Polybrominated diphenyl ethers in soil from three typical industrial areas in Beijing, China. J Environ Sci (China) 25(12): 2443-2450.

Zhang S, Xu X, Wu Y, Ge J, Li W, Huo X (2014). Polybrominated diphenyl ethers inresidential and agricultural soils from an electronic waste polluted region inSouth China: distribution, compositional profile, and sources. Chemosphere, 102:55-60.

Zoeteman, B.C.J; Krikke, H.R.; Venselaar, J. 2010. Handling WEEE waste flows: On the effectiveness of producer responsibility in a globalizing world, in International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 47, pp. 415–436.