

Distr.: General
29 June 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

البند ٥ (أ) من جدول الأعمال المؤقت*

العمل التقني: مشروع تقييم إدارة مخاطر بشأن

الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم (الخليط

التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم)

مشروع تقييم إدارة المخاطر: الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم (الخليط التجاري للإيثر
الثنائي الفينيل العشري البروم)

مذكرة الأمانة

أولاً - المقدمة

١ - اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، في اجتماعها العاشر المقرر ل ١ م-٢/١٠ بشأن الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم) (UNEP/POPS/POPRC.10/10، المرفق الأول). وبناء على الفقرة ٣ من ذلك المقرر، قررت اللجنة أن تُنشئ فريقاً عاملاً لما بين الدورات لإعداد تقييم إدارة مخاطر يشتمل على تحليل لتدابير الرقابة المحتملة بالنسبة للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم) وذلك طبقاً للمرفق واو من اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة.

٢ - ووفقاً للمقرر ل ١ م-٢/١٠، وخطة العمل لإعداد مشروع تقييم إدارة المخاطر اعتمدتها اللجنة (UNEP/POPS/POPRC.10/10، المرفق الثالث)، أعد الفريق العامل لما بين الدورات مشروع تقييم إدارة مخاطر، يرد في مرفق هذه المذكرة بدون تحرير رسمي. وترد وثيقة داعمة وتجميع للتعليقات والردود المتعلقة بمشروع تقييم إدارة المخاطر في الوثيقتين UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 و UNEP/POPS/POPRC.11/INF/7 على التوالي.

ثانياً - الإجراء المقترح

٣ - قد ترغب اللجنة في أن:

(أ) تعتمد، مع إدخال أى تعديلات، مشروع تقييم إدارة المخاطر الوارد في المرفق لهذه المذكرة؛

(ب) تقرر، وفقاً للفقرة ٩ من المادة ٨ من الاتفاقية، واستناداً إلى موجز المخاطر الذي اعتمد أثناء اجتماعها العاشر (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2) وتقييم إدارة المخاطر، ما إذا كان الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم)، ينبغي توصية مؤتمر الأطراف بأن ينظر في إدراجه في المرفقات ألف، أو باء و/أو جيم للاتفاقية.

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

تموز/يوليه ٢٠١٥

جدول المحتويات

٥٠.....	موجز تنفيذي	
٧.....	١ - المقدمة	
٧.....	١-١ الهوية الكيميائية للمادة المقترحة	
٩.....	١-٢ النتائج التي خلصت إليها لجنة الاستعراض، معلومات المرفق هاء	
١٠.....	١-٣ مصادر البيانات	
١٠.....	١-٤ حالة هذه المادة الكيميائية في الاتفاقيات الدولية	
١١.....	١-٥ أى تدابير رقابة دولية أو إقليمية مُتخذة	
١٥.....	٢- معلومات موجزة تتعلق بتقييم إدارة المخاطر	
١٥.....	٢-١ تحديد تدابير الرقابة الممكنة	
١٧.....	٢-٢ فعالية وكفاءة تدابير الرقابة المحتملة في تحقيق أهداف تخفيض المخاطر	
٢٥.....	٢-٣ معلومات عن البدائل (المنتجات والعمليات) حيثما يناسب ذلك	
٢٦.....	٢-٣-١ المواد البديلة	
٢٨.....	٢-٣-٢ اللدائن	
٣٤.....	٢-٣-٤ الاستخدامات الأخرى	
٣٥.....	٢-٣-٥ التقنيات البديلة والمواد المثبطة للهب الكامنة	
٣٨.....	٢-٣-٦ معايير السلامة من الحرائق، والمتطلبات والحلول	
٤٠.....	٢-٤ ملخص المعلومات بشأن الآثار على المجتمع نتيجة تنفيذ تدابير الرقابة الممكنة	
٤١.....	٢-٤-١ الصحة، بما في ذلك الصحة العامة والبيئية والمهنية	
٤٣.....	٢-٤-٢ الزراعة بما في ذلك تربية الأحياء المائية والحراجة	
٤٤.....	٢-٤-٣ الكائنات الحية (التنوع البيولوجي)	
٤٥.....	٢-٤-٤ الجوانب الاقتصادية والتكاليف الاجتماعية	
٤٨.....	٢-٤-٥ التحرك صوب الإدارة المستدامة	
٤٩.....	٣ - موجز تجميعي للمعلومات	
٤٩.....	٣-١ موجز المعلومات عن موجز بيانات المخاطر	
٥٠.....	٣-٢ موجز المعلومات المتعلقة بتقييم إدارة المخاطر	
٥٢.....	٣-٣ تدابير مقترحة لإدارة المخاطر	
٥٣.....	٤ البيان الختامي	

موجز تنفيذي

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

٢- إن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم هو مادة كيميائية مُنتجة عن قصد، وتتألف من متجانس الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم الكامل البرومة أو الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩ (أكثر من أو يساوي ٩٠-٩٧٪)، مع وجود مقادير صغيرة من الإيثر الثنائي الفينيل التساعي البروم والشماني البروم. وقد خضع الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشري البروم مستمراً عالمياً لدى عدد قليل من البلدان.

٣- إن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم هو مُضافٌ لتثبيت 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 العشري البروم تُستخدم في المعدات الإلكترونية والكهربائية، والأسلاك والكابلات، والأنابيب والسجاد. أما في المنسوجات فيُستخدم الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشري البروم الذي يُستخدم في اللدائن وفي المنسوجات عالمياً يتفاوت، غير أن نسبة ٩٠ بالمائة تقريباً من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ينتهي بها المطاف إلى اللدائن والإلكترونيات، بينما ينتهي المطاف للنسبة المتبقية في المنسوجات المبطنة وفي الأثاث المُتحد وفي المراتب.

٤- وتحدث الانبعاثات الصادرة عن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في البيئة أثناء جميع مراحل دورة حياة هذا الخليط، ولكن يُفترض أنها تبلغ أوجها أثناء عمرها في الخدمة، وفي مرحلة النفايات. وتبين بيانات الرصد أن مستويات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم تبلغ أقصى ارتفاعها بالقرب من مصارف مياه النفايات، وفي المناطق المحيطة بالنفايات الإلكترونية والمصانع التي تُعيد تدويرها. أما متوسط عمر الخدمة للمعدات الكهربائية والإلكترونية فبلغ نحو ١٠ سنوات، ومن ثم يواصل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم إطلاقاته في البيئة عن طريق مواد تُستخدم لمدة سنوات قادمة. ويتمثل أكثر تدابير الرقابة فعالية في تخفيض إطلاقات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ومكونه الرئيسي الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩، في إدراج الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩ (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم) في المرفق ألف للاتفاقية بدون إعفاءات محددة. وبالإضافة إلى ذلك، سوف يكون من الضروري اتخاذ تدابير الرقابة الكفؤة لمناولة النفايات التي تحتوي على الخليط التجاري

للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، ونتيجة للاستخدام التاريخي - والحالي، للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم كمثبط للهيب، سوف يتحول عدد من المنتجات المستخدمة حالياً إلى نفايات في المستقبل. ومن بين طرق تدمير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 والامثال الصارم للمبادئ التوجيهية لأفضل التقنيات المتاحة، وأفضل الممارسات البيئية، وكذلك المعالجة السليمة بيئياً للرماد المتطاير.

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 يوصى بإعادة تدوير المواد التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم بما يتجاوز القيمة الحدية من المحتوى المنخفض للملوثات العضوية الثابتة بل ينبغي تفاديها. وقد اكتُشف في الآونة الأخيرة وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩ في عدد من المواد المصنوعة من مواد مُعاد تدويرها، ومن بينها مواد تُلامس الغذاء. وهذا يُشير إلى أن من الصعب التحكم في محتوى الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم الموجود في المواد اللدائنية الموجهة لإعادة التدوير، وأن إعادة التدوير قد تُسهم في تعريض البشر للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. وتبين بيانات الرصد أيضاً أن إعادة التدوير تُسهم في تلوث بيئي شديد يُحدث 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. أما في الوقت الحاضر فمن غير المعروف إلى حد كبير حدوث إعادة تدوير المواد اللدائنية والمنسوجات التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، وتُشير المعلومات المتوفرة إلى أن التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية لعدم تدوير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم قد تكون محدودة.

٦- وطبقاً لمعلومات المرفق واو التي قدمتها الأطراف والمراقبون، لم يتم تحديد استخدامات حرجة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. وقد اقترح بعض المراقبين في الصناعات في مرحلة لاحقة ضرورة وجود حاجة محتملة لإعطاء إعفاءات، وذلك للخدمة ولاستبدال بعض الأجزاء، وكذلك لتصنيع سيارات وطائرات جديدة بموجب شهادات التصنيع الموجودة حالياً، وذلك في قطاع النقل. ومع ذلك، فإن عدداً من البدائل الكيميائية موجودة الآن في الأسواق للحلول محل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم الموجود في اللدائن والمنسوجات. وعلاوة على ذلك، توجد بدائل غير كيميائية، وحلول تقنية مثل المواد غير القابلة للاشتعال والموانع المادية، على التوالي. وتُشير معلومات المرفق واو، والمعلومات المتوفرة الأخرى إلى أن أسواق المنسوجات - الأثاث - وأسواق الإلكترونيات إنما تبتعد حالياً عن استخدام الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم وأن عمليات الإحلال هذه قد أُجريت، أو أنه يجري تنفيذها بالنسبة لمعظم التطبيقات المعروفة ما لم يكن لها كلها. وبالإضافة إلى ذلك، اقترح عدد صغير من الأطراف احتمال إعطاء إعفاء لإعادة تدوير المواد التي تحتوى على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم.

٧- ويمكن توقع حدوث تأثير إيجابي على صحة الإنسان والبيئة نتيجة للتخفيض العالمي أو القضاء على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. وقد اكتُشف عنصر الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩، وهو المكون الرئيسي للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، كما اكتُشفت نواتج تحلله

على نطاق واسع في البيئات داخل الدور وخارج الدور، وأنها موجودة في أجسام بعض الكائنات بمستويات قريبة من، أو بتركيزات مُبلغ عنها من التأثيرات على النمو، والسُّمية العصبية، واختلال الغدة الدرقية.

١ - المقدمة

٨- قدمت النرويج في ١٣ أيار/مايو ٢٠١٣، بصفتها طرفاً في اتفاقية استكهولم، مقترحاً لإدراج الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم (الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 قِيَّمت اللجنة مشروع موجز المخاطر للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 م١-٢/١٠).

٩- ويُستخدم المختصر c-decaBDE في هذه الوثيقة ليعني منتجات إيثر ثنائي الفينيل عشاري البروم التقنية أو التجارية. ويُشير الإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشري البروم).

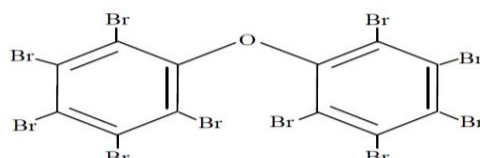
١-١ الهوية الكيميائية للمادة المقترحة

١٠- يُعنى تقييم إدارة المخاطر بالخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ومكونه الرئيسي BDE-209 (الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩). والخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم هو صيغة تجارية للإيثر ثنائي الفينيل متعدد البروم الذي يُستخدم على نطاق واسع كمضاف لتثبيت اللهب في المنسوجات واللدائن، وله استعمالات إضافية كمواد لاصقة، وفي طبقات الطلاء والأحبار (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٣ ب). ويتألف الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم بصورة غالبية من متجانس الإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 (٣، ٠ - ٣٪)، ومثل الإيثر الثنائي الفينيل ثنائي البروم (صفر - ٠،٤٪). وقد أفاد تشين، وآخرون (٢٠٠٧) بأن محتوى الإيثر الثنائي الفينيل ثنائي البروم، والإيثر الثنائي الفينيل تُساعي البروم لمنتجين من نواتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 وردت إفادات بأن نطاق ٧٧،٤ - ٩٨٪ من الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩، ومقادير أصغر من متجانسات الإيثر الثنائي الفينيل تُساعي البروم (٣، ٠ - ٢١،٨٪)، والإيثر الثنائي الفينيل ثنائي البروم (صفر - ٠،٨٥٪) (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٢ أ)، ووكالة حماية البيئة الأمريكية ٢٠٠٨، ومحللو المخاطر والسياسات ٢٠١٤). إن مجموع الإيثرات الثنائية الفينيل الثلاثية البروم، والرابعة البروم، والخماسية البروم، والسداسية البروم، والسباعية البروم موجودة بصورة عادية في التركيزات التي تقل عن ٠،٠٣٩٪ بالوزن غير الجاف (المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية ٢٠٠٢، والوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٢ أ). ويمكن وجود مقادير نزرة من المركبات الأخرى، التي يُظن أنها مركبات ثنائية الفينيل هيدروكسية مُبرومة موجودة كشوائب. وبالإضافة إلى 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).

١١- وتفيد البيانات الكيميائية بشأن المركب الرئيسي في الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم ألا وهو الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، ترد في الشكل ١ وفي الجدولين ١ و٢ أدناه (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٢). وتفيد المعلومات المتوفرة، 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 البنوية



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 فينوكسي) بنزين
الرقم لدى المفوضية الأوروبية:	214-604-9
الاسم لدى المفوضية الأوروبية:	Bis (pentabromophenyl) ether - ثنائي الإيثر (خماسي برومو الفينيل)
الصيغة الجزيئية:	C ₁₂ Br ₁₀ O
الوزن الجزيئي	٩٥٩.٢ غ/مول
المرادفات	إيثر ثنائي الفينيل عشاري البروم، أوكسيد ثنائي الفينيل عشاري البروم، أوكسيد ثنائي الفينيل خماسي البروم، أوكسيد 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، أوكسيد ثنائي 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 145538-74-5 و 1201677-32-8 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 84852-53-9.

الجدول ٢ - نظرة عامة على الخصائص الفيزيائية الكيميائية ذات الصلة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ومكونه الرئيسي الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩

الخاصية	القيمة	المرجع
الحالة الفيزيائية عند درجة حرارة ٢٠ مئوية و ١٠١,٣ 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)، مقتبسه من المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
نقطة الغليان	تتحلل عند درجة تزيد على ٣٢٠ درجة مئوية	فريق البحر الميت المعني بالبروم (١٩٩٣)، مقتبسه من المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
ضغط البخار	$4,63 \times 10^{-6}$ باسكال عند درجة الحرارة ٢١ مئوية	المنظمة الدولية المحدودة للحياة البرية (١٩٩٧)، مقتبسه من 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 المؤلّد) ٩,٩٧ (قُدّرت باستخدام طريقة الاستشراب السائل العالي الأداء)	ماكجريغور ونيكسون (١٩٩٧)، وتاناوي وتاتسوكاوا (١٩٩٠)، وقد أُشير إليهما على التوالي في المكتب الأوروبي للمواد الكيميائية (٢٠٠٢)
مكافئ التفريق في الأوكتانول/الهواء (القيمة اللوغاريتمية)	١٣,١	كلي وآخرون (٢٠٠٧)

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

١٢- خلصت اللجنة أثناء اجتماعها العاشر إلى "أن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم هو مادة تخليقية ليس معروفاً عنها حدوثها في الطبيعة، وهي تُستخدم كمثبت للهيب في الكثير من التطبيقات في جميع أنحاء العالم. ومازالت إطلاقات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في البيئة مستمرة في جميع المناطق التي شملها البحث. إن متجانس الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم-٢٠٩ (أو الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم)، هو المكون الرئيسي للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشري البروم يَنحط أيضاً إلى إثيرات ثنائية الفينيل متعددة البروم الأقل برومة، ذات خصائص الملوثات العضوية الثابتة المعروفة وخصائص الثبات، والتراكم البيولوجي والسُميّة/عالية الثبات وعالية التراكم البيولوجي. وتُسهم المتحسسات الأقل برومة في النتيجة السمية للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 الإثيرات الثنائية

الفينيل المتعددة البروم التي تشكل في مجموعها خطراً أعلى من الإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم- ٢٠٩ وحده. وتكون المستويات المقيسة للإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم- ٢٠٩ في أجسام بعض أنواع الحيوانات التي تضم حيويات ذات مستويات تغذية أعلى، كالطيور والثدييات في المناطق الأصلية والنائية قريبة من تركيزات التأثير المبلغ عنه، وتُشير إلى أن متحانس الإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم- ٢٠٩ جنباً إلى جنب مع الإيثيرات ثنائية الفينيل متعددة البروم تمثل مصدر قلق كبير بالنسبة لصحة الإنسان والبيئة. كما أن الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم، بمكونة الرئيسي، ألا وهو الإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم- ٢٠٩ يكون من المحتمل، نتيجة لانتقاله لمسافات طويلة في البيئة، أن يؤدي إلى تأثيرات ضارة كبيرة على صحة الإنسان والبيئة. مما يُبرر اتخاذ إجراءٍ علميٍّ بشأنه“.

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

٣-١ مصادر البيانات

١٤- 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 ودوائر الصناعة كذلك. والأطراف والمراقبين الثمانية الذين قدموا المعلومات: استراليا، وكندا، والصين، واليابان، ومالي، وهولندا، والصرب، والولايات المتحدة الأمريكية. وقدم أربعة مراقبين غير حكوميين معلومات؛ ورابطة مُصنعي السيارات الأوروبية، ومنتدى علوم البروم والبيئة، والمجلس الدولي للمنتجات الصناعية، و Paxymmer AB، والشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة. وجميع التقارير الخاصة بالمرفق واو متوفرة على موقع الويب للاتفاقية على العنوان: (www.pops.int).

١٥- 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.

٤-١ حالة هذه المادة الكيميائية في الاتفاقيات الدولية

١٦- في ١٩٩٢، أُعطيت الأولوية لمثبطات اللهب المبرومة في خطة العمل التابعة لاتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي. وفي ١٩٩٨، أُدرج الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم جنباً إلى جنب مع الإيثيرات 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 للإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم والتشريعات الخاصة بالنفايات الإلكترونية.

١٧- 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 للإيثير الثنائي الفينيل العشري البروم، وذلك من أجل اتخاذ تدابير إدارة مخاطر معينة. وقد نُفذ التزام الصناعات الطوعي في الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا واليابان. كما توقف الخليط التجاري للإيثير

الثنائي الفينيل العشاري البروم منذ ذلك الحين في أوروبا، ويستمر التخلص التدريجي منه في الولايات المتحدة الأمريكية. وفي اليابان، لا يزال الامتثال للالتزامات الصناعية الطوعي مستمراً. 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 مُوثَّقة في التقرير المعني بترميم 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 أُعد 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 لب مبرومة أخرى، حيث تم تحديثها في ٢٠٠٥، ٢٠٠٨ و ٢٠٠٩ (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ٢٠١٤). إن الآثار ثنائية الفينيل المتعددة البروم بما فيها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ والمدرجة كمواد كيميائية مثيرة للقلق "في حالة علوم المواد الكيميائية المسببة لاختلالات الغدد الصماء" التابعة لمنظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (منظمة الصحة العالمية/برنامج الأمم المتحدة للبيئة ٢٠١٣).

٥-١ أى تدابير رقابة دولية أو إقليمية مُتخذة

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

١٩- 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 حظر استخدام الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، بما في ذلك الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية، في الاتحاد الأوروبي، التي تزيد التركيزات فيها على ٠,١٪ بوزن المادة المتجانسة. وعلى الرغم من دخول هذا التشريع حيز السريان في شباط/فبراير ٢٠٠٨، فقد عُفيت 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 وسمية/عالية الثبات، عالية التراكم البيولوجي، وهي مادة لدى الاتحاد الأوروبي توجد مُدرجة في قائمة المواد المرشحة لأن تكون مُثيرة للقلق بشدة وخاضعة للتسجيل، والتقييم، والترخيص والتقييد من جانب القواعد التنظيمية للمواد الكيميائية. ويبحث الاتحاد الأوروبي الآن مقترحاً بتقييد تصنيع واستخدامات، والطرح في الأسواق للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم كمادة، وكمكون لمواد أخرى، أو كمادة داخلية في خلاط، 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 قطاع الطيران، كما هو الحال في الإنتاج، والصيانة، والإصلاح، أو تعديل أى طائرة، أو مكون من مكونات الطائرة صالح للتركيب، ويُنتج بموجب شهادة اعتماد رسمية لجدارة الطيران، أو شهادة اعتماد رسمية مُقيدة (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٤). ويُحظر في النرويج إنتاج أو استيراد أو تصدير، أو طرح في الأسواق، أو استخدام الخليط 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، يجب مناوله الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم المدرج في القواعد التنظيمية للنفايات التي تنص على أن النفايات التي تحتوي على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بتركيزات تصل إلى أو تزيد عن ٠,٢٥٪ يجب التعامل معه كنفاية خطرة.

٢٠- اعتمد التقييد الأول في أمريكا الشمالية داخل كندا في ٢٠٠٨، وذلك بفرض حظر على تصنيع الاثرات 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 بالإثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم التي شددت على الهدف المتمثل في تخفيض تركيز الإثرات 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 صادرات 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 استخدام، وبيع والعرض للبيع، واستيراد الإيثر الثنائي الفينيل الرباعي البروم، والخماسي البروم، والسداسي البروم، والسباعي البروم، والثماني البروم، والتساعي البروم، والعشاري البروم، وكذلك المنتجات التي تحتوي عليها (مثل ذلك الراتنجات، والمخاليط، والمتجانسات). ويستبعد المقترح التنظيمي البنود المصنعة. وكانت كندا قد أجرت مشاورات بشأن خططها لتنظيم الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الداخلة في المنتجات، وليست في المخاليط والمتجانسات والراتنجات: <http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/fact-fait/glance-bref/pbde-eng.php>. ويجري الآن في الولايات المتحدة الأمريكية تخلص تدريجي طوعي، ففي ١٧ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٩، وكنيجة للمفاوضات مع وكالة حماية البيئة الأمريكية، أعلن المنتجون الأمريكيون للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وكذلك أكبر جهة استيراد أمريكية عن التزاماتها بالتخلص التدريجي الطوعي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم داخل الولايات المتحدة (المرفق ١٠ - الولايات المتحدة الأمريكية). وتألفت الالتزامات من تخفيضات في التصنيع المحلي، واستيراد ومبيعات 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 للمستخدمين الجدد لكميات كبيرة من الإيثر الشائبي الفينيل المتعدد البروم، واقترحت في نفس الوقت قانوناً للرقابة على المواد السمية القسم ٤، وقاعدة اختبارية للخليط التجاري للإيثر الشائبي الفينيل الخماسي البروم، والثماني البروم، والعشري البروم. ويقضى هذا المقترح بأن قاعدة الاختبار سوف تحتاج إلى تطوير المعلومات الضرورية، وذلك لتحديد تأثيرات التصنيع، والمعالجة، وأي أنشطة أخرى تشمل هذه الخلطات التجارية للإيثرات الشائبية الفينيل المتعددة البروم على صحة الإنسان أو البيئة. وقد ذكرت وكالة حماية البيئة الأمريكية في المقترح اعترافها بإعلان أن قاعدة المستخدمين الجديدة لكميات كبيرة من الإيثر الشائبي الفينيل المتعدد البروم بالنسبة لأي شخص يعتمد تصنيع (بما في ذلك استيراد) أو معالجة أي من المواد الكيميائية لأي نشاط يُسمى استخداماً جديداً كبيراً، وإعلان قاعدة الاختبار القسم ٤ من قانون مراقبة المواد السمية إذا قرر أحد أن التصنيع (بما في ذلك الاستيراد) أو تجهيز المخاليط التجارية للإيثرات الشائبية 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 لتشيط 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 والرقاوي على الانتقال سريعاً بعيداً عن مثبطات اللهب المبرومة (وكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠١٤ ب). وبالإضافة إلى ذلك، وفي داخل الولايات المتحدة الأمريكية، فرضت العديد من الولايات أيضاً قيوداً على تصنيع و/أو استخدام الخليط التجاري للإيثر الشائبي الفينيل العشري البروم في تطبيقات معينة، بما في ذلك المراتب، ووسائد المراتب، ومنتجات الأسرة الأخرى، والتجليس، والأثاث والمنتجات الإلكترونية (وكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠١٤ أ). ويمكن للمعلومات المحدثة بشأن القواعد التنظيمية الرسمية أن توجد لدى قواعد بيانات سياسات المواد الكيميائية على مستوى الولاية داخل الولايات المتحدة، انظر <http://www.chemicalspolicy.org/chemicalspolicy.us.state.database.php> (مركز لولول للإنتاج المستدام ٢٠١٥).

٢١- وفي آسيا، اعتمدت 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 الشائبي الفينيل العشري البروم في المعدات الإلكترونية والكهربائية (منتدى علوم البروم والبيئة ٢٠١٢). وطبقاً للمعلومات الواردة من الصين في المرفق و، لا يُسمح باستخدام الإيثرات الشائبية الفينيل المتعددة البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية بتركيزات تزيد على ٠,١٪ بحسب الوزن. وبالإضافة إلى ذلك، يلزم وضع بيانات الوسم عند استخدام الإيثرات الشائبية الفينيل المتعددة البروم في المساحات الضوئية، والمكانس الكهربائية، وكاميرات الفيديو، والطابعات، وماكينات الفاكس، والأدوات المتعددة الوظائف، وأجهزة الاسطوانات الرقمية، ومسجلات الصوت، ومتعلقات الإذاعة في التلفاز الملون، ووحدات التخزين النقلة، والكاميرات، والحبر للطباعة في نافثات الحبر، والجلود والجلود التخيلية، وقوالب الاستنساخ الرقمية (الاستنثيل)، والحواسيب الدقيقة الحجم، ومعدات العرض، والغسالات الكهربائية المنزلية، وأجهزة تكييف الهواء للغرفة، والأثاث، والثلاجات، والأجزاء المعدنية من المصابيح الفلوريسنت، وأفران الميكروويف المنزلية. وينبغي مناولة النفايات الإلكترونية بما يتفق مع تشريعات نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية (جينهوي وآخرون، ٢٠١٥؛ منتدى علوم البروم والبيئة، ٢٠١٥ أ). وبالإضافة إلى ذلك، فقد أُفيد

بأن النفايات الإلكترونية التي تحتوي على مثبطات اللهب المكونة من الإيثير الثنائي الفينيل المتعدد البروم يتم الفصل بينها، في الصين، والتخلص منها كنفايات خطرة (جينهوي وآخرون، ٢٠١٥). وقد نفذت كوريا قانوناً في ٢٠٠٨، يغطي نهاية عُمر المنتجات والقيود المفروضة على المنتجات الإلكترونية والمركبات. حيث الإعفاءات هناك والقيم الحدية والمواد المقيدة هي نفسها الواردة في الأمر الإداري الأوروبي لتقييد المواد الخطرة. والخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم معفي من قائمة المواد الخطرة في التطبيقات البوليمرية بموجب القاعدة التنظيمية لإعادة تدوير الموارد في المعدات الإلكترونية والسيارات (منتدى علوم البروم والبيئة ٢٠١٢). وفي الهند، دخلت قواعد النفايات الإلكترونية (الإدارة والمناولة) في أيار/مايو ٢٠١٢. ويقيد الفصل الخاص بتقييد المواد الخطرة بموجب قواعد النفايات الخطرة، استخدام الإيثيرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم في المعدات الإلكترونية والكهرية في حدود عتبة حدية قدرها ٠,١٪ (منتدى علوم البروم والبيئة ٢٠١٢، ٢٠١٥ ب). وفي اليابان، ينبغي بموجب قانون الرقابة على المواد الكيميائية الإبلاغ عن الإنتاج السنوي أو عن أحجام الاستيراد من الإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ جنباً إلى جنب مع أحجام الشحنات (المرفق واو، اليابان).

٢٢- وبالإضافة إلى التدابير الواردة أعلاه والتي اتخذتها البلدان، اتخذت مبادرات للتخلص التدريجي الطوعي من الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم من جانب دوائر الصناعة. وقامت شركات الالكترونيات بالفعل بالقضاء على أو التزم بالقضاء على الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم طبقاً لقواعد الاتحاد الأوروبي الخاصة بالأمر الإداري بتقييد المواد الخطرة، بما في ذلك شركة فيليبس، وألكترولوكس، وسوني، ودليل، وإنتل، وشارب، وآبل، وهيوالت باكرد (رين وآخرون، ٢٠١١). وقام أصحاب مصلحة صناعيون آخرون بتنفيذ/إطلاق مبادرات طوعية. وفي ١٩٨٦، قامت رابطة صناعة المواد الكيميائية الألمانية بالموافقة طوعياً على وقف استخدام الخليط التجاري من إيثيرات ثنائي الفينيل العشاري البروم بسبب المخاوف من إمكانيات صدور انبعاثات الديوكسينات والفورانات المبرومة عن الاحتراق غير الكامل (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٢ ج). وبالإضافة إلى ذلك، قامت الرابطة الأوروبية لمثبطات اللهب جنباً إلى جنب مع المنظمة العالمية للصناعة، ومنتدى علوم البروم والبيئة بإطلاق مبادرة طوعية ترمي الشركات الأعضاء بموجبها إلى إدارة، ورصد، وتدنية الانبعاثات الصناعية للأحجام الإنتاجية الكبيرة من مثبطات اللهب المبرومة، بما فيها الإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم، وذلك من خلال شراكة مع سلسلة الإمدادات (البرنامج الطوعي لإجراءات الرقابة على الانبعاثات، ٢٠١٢). وهذا البرنامج الذي يُدعى برنامج التدابير الطوعية للرقابة على الانبعاثات كان قد بدأ في أوروبا في ٢٠٠٤، ولكن تم استحداثه في أمريكا الشمالية واليابان في مرحلة لاحقة. وبالإضافة إلى ذلك، اتفقت 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 للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم داخل الولايات المتحدة وكندا اعتباراً من نهاية ٢٠١٣. ويُضاف إلى ذلك، أن كبار مُنتجَي الأثاث العالميين، مثل إيكيا، قد تخلصوا تدريجياً من استخدام الإيثيرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم بما في ذلك الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم، وتعرض جهات عديدة لعملية لإنتاج المراتب مراتب خالية من الإيثير الثنائي الفينيل المتعدد البروم (انظر مثلاً <http://mattresszine.com/mattress-news/pbde-free-manufacturer-product-list/>). وتنشط الآن إيكيا إلى جانب الكثير من الشركات الأخرى لتشجيع الأثاث الخالي من الإيثيرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم.

٢- معلومات موجزة تتعلق بتقييم إدارة المخاطر

٢٣- وكما نوقش في موجز المخاطر، يُنتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم بكميات كبيرة في جميع أنحاء العالم (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, UNEP/POPS/POPRC.10/INF/6). ففي الماضي، كان الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم يستأثر بنسبة ٧٥-٨٠٪ من إجمالي الإنتاج العالمي للإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم (كيمل، ٢٠٠٥؛ ومحللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤)، كما أن إجمالي الإنتاج العالمي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم خلال الفترة ١٩٧٠-٢٠٠٥ كان يتراوح بين ١,٢٥-١,١ مليون طن، وهو أشبه بنطاق إنتاج مركبات خماسي كلورو البنزين (بريفيك، ٢٠٠٢).

٢٤- إن الاستخدامات والتطبيقات الكثيرة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 اللدائية وفي المنسوجات. وكما نوقش بالتفصيل في موجز المخاطر يتفاوت استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشري 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 كنفائات وكذلك أثناء عمليات إعادة التدوير (الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2 والمراجع الواردة فيها). وتؤكد بيانات الرصد (UNEP/POPS/POPRC.10/INF/6) إطلاق وتوزيع الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في البيئة عبر هذه المسارات ويُحتمل أن يحدث ذلك على امتداد إطار زمني طويل.

٢٥- وقد أُجري عدد من تقييمات الانبعاثات استناداً إلى النمذجة (وكالة البيئة البريطانية، ٢٠٠٩؛ ومحللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤؛ والوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤؛ إرنشو وآخرون، ٢٠١٣). وتُشير التقييمات في مجموعها إلى أن انبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم طوال فترة خدمتها، وعند التخلص من النواتج (كنفائات) تشكل أهم مصادر للإطلاقات وتساهل بيانات الرصد البيئية المبلغ عنها (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2).

٢٦- 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

٢٧- 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 العشري 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 الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ هو المكون الرئيسي في الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، فيُحتمل أن يؤدي بسبب انتقاله البعيد المدى في البيئة إلى تأثيرات كبيرة ضارة بصحة الإنسان والبيئة، بما 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 للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم أن تعمل بقدر الإمكان على التقليل من، والقضاء على الانبعاثات والإطلاقات التي تصدر عن الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم. ويتمثل أكثر تدابير الرقابة فعالية في إدراج الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم في المرفق ألف للاتفاقية دون منح إعفاءات للإنتاج أو الاستخدام.

٢٨- إذا أدرج الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم في هذه الاتفاقية فإنه ينبغي حينئذ تنفيذ أحكام المادة ٦ (١) (د) '٢'. ومعنى هذا أن النفايات سيتم التخلص منها بطريقة تُدمر محتوى الملوثات العضوية الثابتة أو تُحوّلها تحويلاً مبرماً لا رجعة فيه، بحيث لم تعد يظهر عليها خصائص الملوثات العضوية الثابتة، وإلا، تم التخلص منها بطريقة سليمة بيئياً، حيث يكون التدمير أو التحويل المبرم الذي لا رجعة فيه يمثل الخيار المفضل بيئياً، أو جعل محتوى الملوثات العضوية الثابتة منخفضاً. 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 للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم. فإذا أمكن تحديد المواقع الملوثة، وأُخذت أساليب العلاج اللازمة، فإنها يجب أن تتم بصورة سليمة بيئياً.

٢٩- 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 الملزمة والإعلامية أو وسائل أخرى لتحديد المنتجات التي تحتوي على الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم بما يماثل ما تم الاتفاق عليه عندما تم إدراج الدوديكان الحلقي السداسي البروم في القائمة (١ س-١٣/٦). وقد يكون من الضروري وضع بطاقات الوسم على الحاويات التي توجد بها نفايات الملوثات العضوية الثابتة، وذلك كإجراء للإدارة الفعالة للنواتج عند صيورتها نفايات (اتفاقية بازل، ٢٠١٥ ب).

٣٠- وعلى الرغم من أن معظم الأطراف والمراقبين يدعمون إدراج الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم في المرفق ألف بدون منح إعفاءات، فقد قام بعض الأطراف والمراقبين بتحديد الحاجة إلى احتمال منح إعفاء لإعادة التدوير. يضاف إلى ذلك، أن بعض رابطات صناعة النقل قد حددت الحاجة إلى إعفاءات لاستخدام الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم في الإنتاج، والصيانة، والإصلاح وتعديلات الطائرات، والمركبات التي تُنتج بموجب شهادات التصميم الرسمية المعتمدة حالياً. وقد اقترحت هذه الحاجة بشأن هذه الإعفاءات بموجب عملية التقييد الجارية لدى الاتحاد الأوروبي، حيث لا يحظى منح الإعفاء لصناعة السيارات بالدعم نتيجة لأسباب من بينها الانبعاثات العالية المحتملة من هذا الاستخدام، ونظراً لأن الدافع لمنح إعفاء يكون دافعاً اقتصادياً في المقام الأول. وتُثير الرابطة الكندية لمصنعي المركبات نقطة قلق وعدم ارتياح إزاء فرض حظر على إنتاج واستخدام الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم نظراً للاحتياج إلى توفير الخدمة، وقطع الغيار للمركبات الموجود 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 للإثير الثنائي الفينيل العشري 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 الحاجة إلى استخدام الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم كمشط للهبط في المكونات وقطع الغيار الخاصة بالطائرات، بما في ذلك طائفة من البوليميرات والمنتجات النسجية والكهربائية. وفيما يتعلق بطلب الحصول على

إعفاء لاستخدام هذا الخليط في المركبات فإنه ينبغي ملاحظة أن اشتراطات السلامة من الحريق في معظم اللدائن الخاصة بالسيارات في أوروبا لا تتسم بالصرامة الشديدة ومن ثم فإن معظم اللدائن لا تشمل مثبتات الحريق. يضاف إلى ذلك، أن معظم مُصنعي السيارات يتبعون معيار السلامة في البرنامج الأوروبي لتقييم السيارات الجديدة، وهو الذي يتسم بقدر أكبر من الصرامة من المعيار الذي يشترطه القانون (الإدارة المتكاملة للمركبات، ٢٠١٣).

٣١- يمكن للتخلص التدريجي من الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم أن يشتمل على مواد تعويضية لتثبيت الحريق، والاستعاضة عن الراتنج والمواد وإعادة تصميم المنتج، وكذلك إعادة تقييم اشتراطات السلامة من الحريق. وكما نوقش أيضاً في الفصل ٢-٣ من هذه الوثيقة، تتوافر البدائل وإن كانت مجموعات مختلفة من الأخطار، وذلك بالنسبة لجميع استخدامات الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم، بل يمكن الحصول عليها بيسر (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ٢٠١٤؛ ووكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠١٤). وبالإضافة إلى ذلك، فبالنسبة لطائفة واسعة من التطبيقات التي يُستخدم فيها الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم تم إحلال مثبتات الحريق محل الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم (كيمل ٢٠٠٥). وبالإضافة إلى ذلك، فإن بعض الإعفاءات التي تطالب بها صناعة النقل قد لا تحتم إعفاءً بموجب الاتفاقية حيث أن هذه الإعفاءات تتعلق بالمنتجات والبنود التي طُرحت في الأسواق بالفعل. ووفقاً لنص الاتفاقية فإن إدراج المواد الكيميائية في المرفق ألف أو باء لا ينطبق على "كميات المواد الكيميائية التي تدخل كمكونات في المواد التي يتم تصنيعها أو المستخدمة الآن بالفعل قبل أو بتاريخ الدخول حيز السريان للالتزام ذي الصلة من حيث ما يتعلق بتلك المادة الكيميائية ولا يجب اعتبار هذه الكميات من المواد الكيميائية مُدرجة في هذا المرفق"، وهذا يوحي بأن التخلص التدريجي الكامل من الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم من جميع الاستخدامات أمرٌ ممكن وأن منح الإعفاءات للإنتاج والاستخدام ليس بالأمر الحرج إلى حد بعيد.

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

٣٢- ومن أجل تخفيض انبعاثات الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم ينبغي أن تكون هناك تدابير للرقابة أثناء جميع مراحل دورة حياته.

٣٣- وعلى الرغم من اعتبار النفايات مصدراً مهماً لانبعاثات الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم، فقد أُفيد مؤخراً بأن المواد الموجودة في فترة الخدمة هي أكبر مصدر لانبعاثات الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم (محللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤؛ والوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤). وبالنسبة للنواتج، يمكن التفكير في خيارات محتملة لإدارة المخاطر. ومع ذلك، فإن تدبير الرقابة الأكثر فعالية في إخماد الانبعاثات العالمية هو فرض حظر عالمي لإنتاج واستخدام الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم في المواد، وتفاذي إعادة تدوير المنتجات المحتوية على الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم. وتُفيد المعلومات الواردة في القسم ٢-٣ بأن التخلص التدريجي من الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم في المنتجات الجديدة أمرٌ مجدٍ تقنياً، ويمكن إنجازه خلال إطار زمني قصير شريطة توافر البدائل لجميع الاستخدامات المعروفة، وسهولة الحصول عليها. ومع ذلك فإن المواد المستخدمة من شأنها أن تُسهم في الانبعاثات البيئية لبعض الوقت عقب تطبيق حظر أو تقييد عالميين على دخول الاستخدام حيز النفاذ. ومن الصعب التنبؤ بدقة بطول الفترة التي تستمر فيها المنتجات مصدراً لانبعاثات الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشري البروم. وتتفاوت عمر الخدمة التقديري للمنتجات المحتوية على الخليط التجاري

للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم فيما بين المنتجات (مثلاً المعدات الكهربائية والإلكترونية أو التجهيز) فيما بين المناطق العالمية. وبالإضافة إلى ذلك، يُستخدم الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم في طائفة واسعة من المنتجات بحيث يصبح تقدير أعمار الخدمة لكل نوع من المنتجات أمراً صعباً للغاية. فكانت تقديرات الانبعاثات الأوروبية تُستخدم 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 الأكبر حجماً 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 للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم ربما إلى فترة أطول.

٣٤- وبالإضافة إلى الإطلاقات من النواتج أثناء عمر خدمتها، فإن الإطلاقات التي تنطلق من النواتج والمواد عند تحولها إلى نفايات تُثير أيضاً قلقاً كبيراً من القلق (إرنشو وآخرون، ٢٠١٣؛ تسيدنيوفا وبينغتنسن، ٢٠١١؛ التقييم البيئي البريطاني، ٢٠٠٩). وعقب إدراج الخليط التجاري للإثير 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 للإثير 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 تُعنى بالمناولة السليمة للنفايات، وجمعها ونقلها وتخزينها، وضمان تدنية الانبعاثات وحالات التعرض ذات الصلة للخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم من النفايات. وسوف يساعد تحديد القيمة المنخفضة للملوثات العضوية الثابتة والخطوط التوجيهية التي طورتها اتفاقية بازل الأطراف على التخلص من النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم بصورة سليمة بيئياً (UNEP/CHW.12/INF/9).

٣٥- ومن المتوقع للخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم أن يكون موجوداً في اللدائن والمنسوجات، وفي العديد من مجاري النفايات السائلة مثل "المركبات المنتهية العمر" والنفايات الإلكترونية، والمنسوجات والنفايات المختلطة. إن المعلومات بشأن مستويات الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال النفايات السائلة تلك، هي معلومات محدودة. ولكي تكون التدابير العالمية كفؤة، ومن أجل المناولة السليمة للنفايات يحتاج الأمر إلى تحديد المواد المحتوية على الإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ وذلك من أجل تيسير تدمير محتوى الملوثات العضوية الثابتة في النفايات (UNEP/CHW.12/INF/9). ويمكن فرز مجاري النفايات السائلة التي تم جمعها، وكذا المواد المحتوية على الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم، إما يدوياً أو باستخدام الفرز المؤتمت ونظم الفصل. ولا يكون الفرز المؤتمت دائماً مجدياً، لأن المواد المحتوية على الخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم سهلة التحديد بدون استخدام معدات تقنية متقدمة، أو لأن النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإثير 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 للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم قد تساعد الأطراف، كما تساعد صناعة النفايات

على تحديد الأجزاء الصغيرة من النفايات التي قد تكون حاملة للخليط التجاري للإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم، الأمر الذي يسمح بإجراء فرزٍ للنفايات، وإن كان أقل دقة بالطرق اليدوية. وتفيد الدراسات التي نشرها حديثاً مجلس وزراء دول الشمال بأن عمليات معالجة النفايات الإلكترونية بعناصر تكنولوجية منخفضة كثيراً، بما في ذلك التفريق والفصل اليدويين للنفايات الإلكترونية يمكنها الآن أن تحقق إعادة تدوير أفضل بكثير، لإعادة تدوير اللدائن بدرجة أكبر مما تحققه البدائل العالية الميكنة والأتمتة. وتتكلف مُحج التكنولوجيا الأكثر انخفاضاً تكاليف أعلى نسبياً، وهي لذلك قد تبدو غير جذابة داخل قطاع يبدو فيه التقدم التكنولوجي أمراً حيوياً. ومع ذلك، تمثل لدائن النفايات الإلكترونية بصورة خاصة صعوبة أكبر لإعادة تدويرها، ويعتمد ذلك على العمليات ذات الجودة العالية (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠٠٥).

٣٦- ومن بين أكثر التكنولوجيات شيوعاً لفرز النفايات المحتوية على الهالوجينات هو القياس الطيفي بفلورية الأشعة السينية الذي يحدد ببساطة وجود البروم، بدلاً من المركبات المحددة مثل الإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩، وتتواءم هذه الطريقة مع كل من الفرز اليدوي والمؤتمت للنفايات، ويمكن للنفايات أن تُفرز أيضاً باستخدام طرق بصرية أخرى. وهذه التكنولوجيات، مثلها مثل القياس الطيفي بفلورية الأشعة السينية، تتواءم مع الأتمتة، وتُفصل النفايات على أساس اللون، والشكل، ونوع البوليمر. بينما تستطيع آلات الفرز الثنائية اللون القيام بالفرز بحسب اللون والشكل، ويمكن للكاميرات التي تستخدم الأشعة القريبة من الأشعة دون الحمراء أن تتعرف على مختلف البوليمرات. ومع ذلك، ما لم تُستخدم ملونات سوداء يمكن اكتشافها فلا تستطيع آلات الفرز البصري الأوتوماتيكية اكتشاف النفايات اللدائنية السوداء (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٥ ب). وبالإضافة إلى ذلك، تُفيد بعض التقارير بأن تكنولوجيات استخدام الكثافة (الغوص-الطفو) صالحة لبعض عمليات الفصل الضرورية للنفايات اللدائنية. وهذه التكنولوجيا متوافرة تجارياً على مستوى العالم وتسمح بفصل اللدائن المحتوية على مثبطات اللهب عن اللدائن التي لا تحتوي على مثبطات اللهب، وتحديد مختلف أنواع اللدائن من بعضها البعض، ولكنها لا تميز بين مختلف مثبطات اللهب (بيترز وآخرون، ٢٠١٤؛ مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠١٤ أ، وترد أسانيداً المرجعية فيها، اتفاقية استكهولم ٢٠١٢ أ). وفيما يتعلق بفرز المواد اللدائنية من نفايات المعدات الإلكترونية والكهرية، يمكن استخدام تكنولوجيا الأشعة القريبة من الأشعة دون الحمراء، وكذلك استخدام مختلف طرق الطفو لتحقيق أقصى درجة من النقاء.

٣٧- وقد أفادت دراسة هولندية صدرت مؤخراً بأن مآل الملوثات العضوية الثابتة- الإثيرات الثنائية الفينيل العشارية البروم (بما في ذلك الإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩) ينتهي به الأمر إلى مجاري نفايات اللدائن السائلة. وبصفة عامة، وجدت الملوثات العضوية الثابتة - الإثيرات الثنائية الفينيل العشارية البروم في عدد قليل جداً من السيارات المفردة أو النفايات الإلكترونية. ومع ذلك، غالباً ما وجد الإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ (بنسبة ٩٢-١٠٠٪) في المواد المقطعة من النفايات الإلكترونية أو السيارات، وفي الحبيبات اللدائنية المعاد تدويرها (١٠٠٪) بتركيزات أعلى مما هو الحال في الملوثات العضوية الثابتة - الإثيرات الثنائية الفينيل العشارية البروم (الإدارة المتكاملة للمركبات، ٢٠١٣). ففي أوروبا توجد خطة للمسؤولية الممتدة للمنتج، عن ترسبات المركبات المُخَرَّدة والمواد من المركبات المنتهية العمر التي يُعاد تدويرها. ويبلغ المعدل الكلي لإعادة التدوير للمركبات المنتهية العمر لدى الاتحاد الأوروبي ٩٠٪ (محللو المخاطر والسياسات، ٢٠١٤). وقد أبلغت السويد بأن اللدائن المتخلفة عن المركبات المنتهية العمر تنتهي عادة في صورة أجزاء صغيرة خفيفة خارجة من آلة التقطيع، والتي يتم ترميدها بصورة رئيسية، ويتم طمرها في الأرض في بعض الحالات. وفي النرويج، تم التعرف على الإثير الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ في الأجزاء المُتَجَدَّة في السيارات الواردة من آسيا،

بمستويات تصل إلى ١,٥-٢,٥٪ بالوزن غير الجاف، وتعتبر مكونات النفايات خطرة إذا كانت تحتوي على أكثر من ٠,٢٥٪ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بعد أن يتم ترميدها بعد تقطيعها. وتجري إعادة تدوير أجزاء لدائنية كبيرة من المركبات في نهاية العمر في ألمانيا بصورة رئيسية، ولكن تُستخدم نسبة ١٠٪ تقريباً مرة أخرى. 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)، وقد ورد في الدراسة الهولندية الأخيرة أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ لم يتم العثور عليه في الأجزاء من المركبات الأوروبية التي انتهى عمرها، وإنما وجد في ٥٩٪ من أجزاء المركبات التي انتهى عمرها والخاصة بالسيارات الأمريكية والآسيوية التي جرى تجميعها قبل ٢٠٠١. وقد تراوحت الأجزاء التي جرى تحليلها حيث تراوحت التركيزات أيضاً من أقل من ٢-٢٣,٠٠٠ ميكروغرام/غرام (الإدارة المتكاملة للمركبات، ٢٠١٣؛ والجدولين ٢ و ٣ على التوالي في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وتبين هذه الدراسات مجتمعة أن فرز وإزالة الأجزاء المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم قبل عمليات التدمير وإعادة التدوير هو إجراء مهم وفعال لتفادي المزيد من تبثر محتوى الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم الموجود في النفايات. ويمكن للسياسات المتعلقة بتوسيع مسؤولية المنتج أن تلعب دوراً رئيسياً في تنفيذ هذه الممارسات.

٣٨- إن تدمير النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم طبقاً للمادة ٦-١ د '٢' و ٦-٢ من الاتفاقية من شأنه أن يسهم في القضاء على الانبعاثات والتعرض الصادر عن النفايات. وتتوافر أساليب تقنية مختلفة لمناولة النفايات المحتوية على الملوثات العضوية الثابتة بصورة سليمة بيئياً (اتفاقية بازل ٢٠١٥ أ، ب؛ اتفاقية استكهولم، ٢٠١٢ أ). كما أن الترميد المتحكم فيه حيث تتفكك مثبطات اللهب أثناء عملية الترميد هو أحد الطرق للتخلص 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، مثل أجهزة ترميد النفايات الخطرة والترميد المشترك في القمائن الأسمنتية (اتفاقية بازل ٢٠١٥ أ). وتُشير الدلائل المستمدة من التجارب إلى أنه في بعض الحالات، بما في ذلك أحدث مرافق ترميد النفايات المطورة البلدية الصلبة، قد يؤدي ترميد الملوثات العضوية الثابتة إلى تكوّن الديوكسينات -ثنائية البنزين متعددة البرومة، والفيورانات ثنائية البنزين متعددة البرومة، والديكسونات - ب - ثنائية البنزين المبرومة - المكلورة، والفيورانات ثنائية البنزين (مجلس وزراء دول الشمال، ٢٠٠٥؛ الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١١؛ اتفاقية استكهولم، ٢٠١٢ أ؛ ووير وكوش، ٢٠٠٣). ويمكن لمنتجات الترميد تلك التي تتألف من النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أن تُدمر 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 الرماح المتطاير الملوّث سيكون 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). وتوجد لدى الكثير من البلدان والمناطق على المستوى العالمي القدرة لترديد الملوثات العضوية الثابتة، كأجهزة ترميد النفايات الخطرة، أو

عن طريق التجهيز المشترك للقمامات الأسمنتية. ومع ذلك، فإن إلقاء نظرة عامة على قدرات الترميد في مناطق محددة ليس أمراً كافياً.

٣٩- في الحالات التي لا يكون فيها التدمير ولا التحويل المبرم الذي لا رجعة فيه، هو الخيار المفضل بيئياً بالنسبة للنفايات ذات المحتوى من الملوثات العضوية الثابتة التي تفوق 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 المال في الأجل الطويل للخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم في المطامر الأرضية ليس مفهوماً فهماً جيداً. ويُعتقد أن مواقع الطمر في الأرض هي أبرز مصادر انبعاثات الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم من النفايات (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤). إن رصد المواد المرتشحة من مواقع الطمر في الأرض قد دلل على وجود الإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ (الهيئة النرويجية لمكافحة التلوث، ٢٠٠٩؛ وتشن وآخرون، ٢٠١٣)، وقد وُجد أن الإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ هو المتجانس المسيطر أيضاً في رسوبيات الطمر في الأرض (الهيئة النرويجية لمكافحة التلوث، ٢٠٠٩). ومع ذلك، يعتبر الطمر في الأرض لدى الكثير من البلدان حالياً أكثر الطرق شيوعاً للتخلص من النفايات، مما يؤدي إلى تراكم النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم في مواقع الطمر الأرضية (وكالة حماية البيئة الأمريكية، ٢٠٠٧). إن النفايات المحتوية على الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم بمقدار يزيد على مستوى المحتوى المنخفض للملوثات العضوية الثابتة يمكن طمره في الأرض فقط في مطامر ذات تصميم هندسي خاص، وتكون مُصممة لمنع الرش وبثرة المواد الكيميائية الخطرة، على النحو الموصوف في توجيهات اتفاقية بازل (اتفاقية بازل، ١٩٩٥، ٢٠١٥، ب؛ اتفاقية استكهولم، ٢٠١٢). إن النفايات التي تحتوي على الخليط التجاري للإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم بمقدار يقل عن مستوى المحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة ينبغي أن يتم التخلص منها بصورة سليمة بيئياً طبقاً للتشريعات الوطنية المختصة والقواعد والمعايير والخطوط التوجيهية الدولية.

٤٠- وثمة شاغل آخر يتمثل في حمأة المخرار (المواد الصلبة الحيوية). فقد تستخدم هذه الحمأة في شكل أسمدة في التربة الزراعية، ووجد أنها تحتوي على الإيثير الثنائي الفينيل العشاري البروم-٢٠٩ في كثير من الأحوال (de Wit et al., 2005; NEA 2012; NERI, 2003; Ricklund et al., 2008a,b; Earnshaw et al., 2013). وفي كثير من البلدان يجري ترميد الحمأة المستخلصة من منشآت معالجة الماء العادم أو التخلص منها في مناطق دفن النفايات نتيجة لارتفاع مستويات الملوثات البيئية فيها.

٤١- ويعتبر تلافي 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، ٢٠١٢). 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، والحاجة إلى خفض إدارة النفايات و/أو المخاطر والتكاليف المرتبطة بالقيام بهذا العمل من خلال توليد النفايات وضمان الحد من خطورة النفايات المولدة عن طريق عدم توليد النفايات وضمان الحد من خطورة النفايات المولدة (برنامج البيئة ٢٠١٣).

٤٢ - 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 خلال حرق نفايات البلاستيك واستخدامها في إنتاج الحرارة و/أو الكهرباء للاستخدامات المنزلية أو الصناعية. ففي الاتحاد الأوروبي، أبلغ عن أن بعض أجزاء النفايات البلاستيكية المستخلصة من ELV يتم ترميدها لاستعادة الطاقة (IVM, 2013; RPA, 2014). وفي ألمانيا، تم في عام ٢٠١٠ ترميد ٤٠ في المائة من الجزء المستخلص من ELV لاستعادة الطاقة في حين أعيد تدوير الأجزاء البلاستيكية الكبيرة من ELV بالدرجة الأولى وأعيد استخدام ١٠ في المائة (RPA, 2014).

٤٣ - وسوف يسهم خطر إعادة تدمير المواد التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في القضاء على المخاطر المرتبطة بعملية إعادة التدوير واستمرار التعرض من خلال المنتجات والنفايات. وسوف نفذ تدابير إدارة النفايات وفقاً للمادة ٦ (د) من الاتفاقية لخفض أو وقف الإطلاقات من المخزونات والنفايات المتضمنة الإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشرية البروم من مسار النفايات أن الهدف هو القضاء على هذه الإيثرات من مسارات عملية إعادة التدوير بأسر ما يمكن. وسوف يسفر الإخفاق في هذه العملية بصورة قاطعة في حدوث تلوث إنساني وبيئي أوسع نطاقاً، وانتشار الإيثرات الثنائية الفينيل العشرية البروم (PBDEs) على المصنوعات التي يتم من خلالها الاستعادة التي لا يمكن من الناحيتين التقنية والاقتصادية وقد تسفر عن خسارة مصداقية إعادة التدوير على المدى الطويل (المقرر ل ١ م - ٦/٢).

٤٤ - وفي حين أن في الإمكان إعادة تدوير المواد المتضمنة الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - التجاري (c-decaBDE) عدة مرات مع فقد كمية صغيرة فقط من محتوى هذه المادة (Hamm et al., 2001)، على النحو الذي استشهد به (Earnshaw et al., 2013)، سوف تستمر هذه العملية لنشر هذه المادة في البيئة فضلاً عن تعرض البشر. وفي كل عام مع إعادة التدوير المستمرة، سيزداد عدد السلع المتداولة المتضمنة الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. بيد أن من غير المعروف الجزء من البلاستيك المعاد تدويره للاستخدام في إنتاج سلع جديدة (ECHA, 2014a). وكلما زاد عدد المنتجات المعاد تدويرها بقدر منخفض من تركيزات الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ في السوق، زادت صعوبة تحديد النفايات المتضمنة الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. وكجزء من نفايات البلاستيك المخلوطة التي سيعاد تدويرها، قد ينتشر البلاستيك المتضمن هذه المادة على الأرجح في المنتجات الجديدة ومن الصعب معرفتها. وقد وجد الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٩ في منتجات مصنوعة من البلاستيك المعاد تدويره بما في ذلك السلع ذات الصلة بالأغذية (FCA) (Samsonek and Puype 2013; Puype et al., 2015). وفي دراسة أجريت مؤخراً وجد الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ في (FCA) مثل أغذية الكؤوس الحرارية، وقاطعة البيض المصنوعة من النفايات الإلكترونية المعاد تدويرها (سخشن و. وآخرون ٢٠١٥). وقد أظهرت هذه الدراسات بوضوح أن المنتجات المصنوعة من المواد المعاد تدويرها والمتضمنة الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - التجاري يعاد إدخالها إلى السوق، وأن بعضاً منها مثل لعب الأطفال والسلع المرتبطة بالأغذية، هي منتجات تستخدم بطريقة قد تنطوي على إمكانات فرض أخطار على صحة البشر.

٤٥ - وعلاوة على ذلك، فإن بعض النفايات المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ينتهي بها المطاف إلى بلدان ليس لديها بنية أساسية أو تكنولوجيا لنشر 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 العوامل التكنولوجية، وتتطلب استثمارات مالية مرتفعة، فإن هناك في الوقت الحاضر مستوى مرتفع من انتقالات عبر الحدود، غالباً ما تكون غير قانونية، للنفايات الإلكترونية في البلدان النامية بالنظر على أن إعادة تدويرها يكون منخفض (SAICM/ICCM.2/INF/36). وتتسم التقديرات المتوافرة الخاصة بالصادرات العابرة للحدود من النفايات الإلكترونية بالتغيرات الكبيرة (استعرضها Breivik et al., 2014). وأدعى تقرير نشر في ٢٠٠٢ بواسطة شبكة العمل في إطار اتفاقية بازل أن ٥٠ إلى ٨٠ في المائة من النفايات الإلكترونية التي جمعة لإعادة التدوير في غربي الولايات المتحدة تصدر إلى آسيا، يتجه منها ٩٠ في المائة إلى الصين. وعلاوة على ذلك، أبلغ عن أن كمية النفايات الإلكترونية التي جمعت في البلدان المتقدمة، وارسلت إلى إعادة التدوير، انتهت ٨٠ في المائة منها إلى الشحن (غالباً بطريقة غير شرعية) إلى البلدان النامية لإعادة تدويرها بواسطة مئات الآلاف من العمال غير النظاميين (منظمة العمل الدولية ٢٠١٢). وقد تفرض علميات 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 تسفر عن 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 عادية حيث تكون مواقع الحرق والإطمار توجهها عادية للسلع المتضمنة الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم والنفايات الإلكترونية (Li et al., 2013; Gao et al., 2011; ILO, 2012).

٤٦ - وخلال السنوات السابقة، زادت البنية الأساسية لجمع وإعادة تدوير الإلكترونيات زيادة كبيرة، معظمها في أوروبا وأجزاء من آسيا باستخدام التكنولوجيات الأتوماتية لاستخلاص المعادن والبلاستيك. ويتألف ما بين ٢٥ و ٣٠ في المائة من النفايات المتولدة كل عام من البلاستيك ويجري إعادة تدوير أقل من ١٠ في المائة من هذا البلاستيك في الوقت الحاضر. واستناداً إلى تحليل التدفق الإجمالي يتوقع أن يذهب ٢٢ في المائة من الملوثات العضوية الثابتة/الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في النفايات الإلكترونية في البلاستيك المعاد تدويره. وتبين نفس هذه الدراسة أنه يتوقع في القطاع الأتوماتي أن يذهب ١٤ في المائة من الملوثات العضوية الثابتة/الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم إلى إعادة تدوير البلاستيك في حين يتوقع أن يذهب ١٩ في المائة أخرى إلى الأجزاء المستعملة (إعادة الاستخدام) (IVM 2013). علاوة على ذلك رصد الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ في ١٠٠ في المائة من المواد العازلة وظهارة السجاد المنجد، وفي ٢٥ في المائة من اللعب 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 تدميرها (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 تتعرض في

الوقت الحاضر لإعادة التدوير في الاتحاد الأوروبي (وكالة المواد الكيميائية الأوروبية، ٢٠١٤). واستناداً إلى هذه النتائج ربما يؤدي تقييد إعادة التدوير إلى انعكاسات اقتصادية محدودة بالنسبة لصناعة إعادة التدوير.

٤٧ - وقد أدرج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في المرفق ألف من الاتفاقية مع بعض الإعفاءات المعينة لإعادة التدوير. وسعيًا إلى دعم الأطراف في تنفيذ الاستراتيجيات الرامية إلى خفض عملية إعادة تدوير المواد المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشري 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 العشري البروم عن مسار النفايات قبل عملية إعادة التدوير. وسوف يسفر الإخفاق عن تنفيذ ذلك إلى زيادة تلوث البشر والبيئة على نطاق واسع وانتشار الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في المصنوعات التي يتعذر الاستعادة منها سواء تقنياً أو اقتصادياً. وعلاوة على ذلك، ينبغي عدم تموء هذه المادة بالنظر إلى أنها لن تخفض من الكمية الشاملة المطلقة في البيئة.

٤٨ - وبغية فرز النفايات المحتوية على الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - التجاري لتحقيق الإدارة السليمة بيئياً، ولتجنب و/أو خفض إعادة تدوير السلع التي تحتوي على هذه المادة، يتعين توافر تقنيات لفرز وعزل المواد التي تحتوي على مثبطات اللهب. وعندما لا تتوفر بسهولة تقنيات الفرز والعزل، ويفترض أن التركيزات أعلى من المستوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة، ينبغي تجنب عملية إعادة التدوير. وعلاوة على ذلك، ينبغي عدم تصدير النفايات المتضمنة للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - التجاري إلى البلدان النامية بالنظر إلى أن قدراتها أو التكنولوجيات محدودة عموماً مما لا تستطيع معه معالجة النفايات بطريقة سليمة من الناحية البيئية. كما أن حماية العمال تكون محدودة أو منعدمة تماماً.

٤٩ - ويسهم أيضاً الاستخدام الصناعي والإنتاج والتنفيد للإيثر ثنائي الفينيل العشري البروم في انبعاثات هذه المادة (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2) وإن كان من المفترض عموماً أن هذه الانبعاثات في هذه المراحل من دورة الحياة طفيفة، ويمكن أن يصبح التأثير البيئي للإنتاج الصناعي والاستخدام مرتفعاً وقد يعتمد على التكنولوجيا المستخدمة فضلاً عن ممارسات الإدارة. ويشير عدم توافر الاتجاهات المتناقضة في البيئة وفقاً للقياسات الطوعية بواسطة الصناعة لخفض الانبعاثات خلال الإنتاج والاستخدام الصناعي (وكالة المواد الكيميائية الأوروبية، ٢٠١٤) إلى أن تنفيذ أسلوب أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية لا يكفي، وأن من الضروري فرض حظر على الإنتاج للقضاء بصورة كاملة على إطلاقات هذه المادة في هذه المراحل من دورة حياتها فضلاً عن من السلع المستخدمة.

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

٥١ - وسيمثل الخيار البديل في إدراج المكون الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ من الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في المرفق ألف أو باء و/أو جيم مع بعض الإعفاءات و/أو الاستخدامات المقبولة. غير

أنه وفقاً للمعلومات بموجب المرفق هاء المقدمة من الأطراف، يبدو أن البدائل الممكنة بيئياً متوافرة بالنسبة لجميع الاستخدامات. غير أن بعض المراقبين من الصناعة أشاروا، في مرحلة لاحقة إلى شواغل تتعلق بالخدمة وأجزاء الإحلال في السلع المستخدمة بالفعل، وحددوا حاجة ممكنة لإصدار إعفاءات للاستخدامات الجديدة في هذا القطاع، التي يمكن قصرها على استخدامات معينة بالنظر إلى أن الطيران وصناعة المركبات تقع في هذه العملية الخاصة بإزالة الإيثر ثنائي الفينيل العشاري البروم، وأن بعض المواد والمكونات مازالت تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وعلاوة على ذلك، اقترح عدد صغير من الأطراف احتمال الحاجة إلى إعفاء إعادة التدوير.

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

٥٢ - 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، والإيكولوجية بالنسبة لعدد ٢٩ مادة وخليط حددت على أنها بدائل محتملة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - التجاري في طائفة من الاستخدامات (انظر الجدول ٤، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وحدد التقرير الذي أصدرته لجنة المواد الكيميائية عدد ١٣ مادة كيميائية لإجراء المزيد من التقديرات والتقييم باعتبارها بدائل للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (وكالة المواد الكيميائية، ٢٠١٤، أنظر 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) وفي مشروع بحثي، أجرت ENFIRO خيارات بديلة لعدد معين من مثبطات اللهب المبرومة من خلال مقارنة المعلومات عن الأخطار وعن طريق اختبار أداء الحرائق والاستخدامات لأعداد مختلفة من الاستخدامات.

٥٣ - وحتى الآن ركزت معظم عمليات التقييم عن بدائل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم والإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ على الاستعاضة عن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم بمواد كيميائية بديلة (أي المادة الكيميائية التي لها نفس خصائص مثبطات اللهب التي يمكن الاستعاضة بها مباشرة لهذه المادة في السلع). غير أنه تتوافر الآن التقنيات البديلة التي تحسن من خاصية الأمان من الحرائق من c-decaBDE وتوصف بعض عمليات التقييم (ECHA, 2014a; U.S. EPA, 2014a).

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

٥٥ - يرد فيما يلي (الجدول ٣) فئات المواد والقطاعات/المنتجات التي كان فيها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو أنه يستخدم حالياً وعالمياً (انظر المعلومات الأخرى الواردة في الجداول ١ و ٦ و ٧ في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6).

الجدول ٣: موجز للبوليمرات حيث يستخدم الأثير ثنائي الفينيل العشاري البروم في شكل مشبطات اللهب وتطبيقاتها في الاستخدامات النهائية

تطبيقات الاستخدام النهائي									فئات البوليمر
المستحلبات الماء والطلاءات التي ينقلها	المسوحات	التخزين وتوزيع المنتجات	الطيران	المركبات	مواد البناء	المباني العامة	الأسلاك	الكابلات	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	البولي أولفينات ^(١) (PE, PP, EVA)
		x	x	x	x	x		x	الاستيرين ^(٢) (PS, HIPS, ABS)
x	x		x	x	x	x	x	x	هندسة البلاستيك الحرارية ^(٣) (Polyesters (PET, PBT), PA, PC, PC-ABS, PEE- HIPS)
x	x	x	x	x	x	x		x	المجموعات الحرارية ^(٤) (UPE, epoxies, melamine-based resins)
x	x	x	x	x	x	x	x	x	مقياس المرونة ^(٥) (EPDM rubber, thermoplastic PUR, EVA)
x	x			x	x	x	x	x	المواد المستحلبة ومواد التغطية التي تحملها المياه ^(٦)

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

- (١) أولفين متعدد: بوليستيلين (PE)، والبوليبروبيلين (PP)، والاثلين مقبول الفينيل (EVA).
- (٢) الاستيرين: البوليستيرين (PS)، والبوليستيرين مرتفع التأثير (HIPS)، والاكرولونيترين/البوتادين/الاستيرين (ABS).
- (٣) هندسة اللدائن الحرارية: البوليستر (البثريثليت المتعدد البيو البوليستيرين، (polybutylene terephthalate (PBT)، والاكرولنالك (PET)، والبوتيلين ثلاثي الفينيل (PA, nylons)، والبولياميس (PC) والنايلون) والبوليكاربونات، و PC-ABS، والإثير متعدد الفينيل (PE-HD)، والبوستيرين العالي التأثير، والبوليستيرين عالي التأثير، والإثير PE ether HIPS.
- (٤) اللدائن الحرارية: بوليستيرين غير المشبعة (UPE)، والإبوكسي والراتنج المتعمد على الميلامين.
- (٥) قياس المرونة: مطاط الموتوميرجيان بروبيلين الاثلين (مطاط (EPDM rubber)) اللدائن الحرارية متعددة البوليوتيرين (thermoplastic PUR) (EVA اللدائن الحرارية، واينا)
- (٦) المواد المستحلبة وظهارة السجاد التي تحملها المياه - كلوريد البوليغلافيل (PVC) وكلوريد ايثيلين الفايل ومستحلب الاورثان

١-٣-٢ المواد البديلة

٥٦ - تسري اعتبارات مختلفة لدى اختيار المادة التي تحل مكان الإثير 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 تعرض 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 وتتنسج 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. وينبغي بالنسبة لمستخدمي المنتجات أن لا تكون تكاليف التصنيع النقطة الحرجة الرئيسية بالضرورة لدى هندسة البوليمير التي هي مواد تتمتع بخواص ميكانيكية استثنائية، وأن تكون الدالة الرئيسية الاعتبار الأكثر أهمية من الأسعار (KemI, 2005). وعلاوة على ذلك، فعندما أن تكون الاستخدامات حيث تجري دراسة مواد الإحلال الكيميائية، يتعين إجراء تقييم أولاً لمعالجة ما إذا كانت عملية تثبيط اللهب ضرورية، وإذا كان الأمر كذلك، ينبغي تحديد مدى الحاجة إلى الأمان من الحرائق وتحقيق ذلك من انعكاسات ضارة على البيئة وصحة الإنسان (ECHA 2014a). فعلى سبيل المثال، وكما تمت مناقشته في الفصل ٢-٣-٥ أدناه، يتعين بالنسبة للمعدات الكهربائية والإلكترونية إزالة مصادر الحريق أو خفض متطلبات الفولت العامل يمكن أن تلغي الحاجة إلى مثبطات اللهب (LCSP, 2005).

٥٧ - ووفقاً لوكالة المواد الكيميائية الأوروبية (٢٠١٤) فإن اختيار الصناعة لمادة كيميائية بديلة جديدة "سوف يعتمد على الوقت الذي سيتم فيه دراسة إجراء تنظيمي محتمل آخر، والسهولة التي يمكن بها أن يستخدم البديل لكي يحل مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم" بأسلوب آخر، يفترض في مستخدمي المنتجات البديلة أن يكونوا أقل احتمالاً بأن يختاروا مادة بديلة تخضع للإدارة التنظيمية للمخاطر الحالية أو المستقبلية. كما يفترض أن يختاروا ما يسمى بالبديل السهل أو المادة البديلة التي تتسم بخواص تقنية مماثلة للمادة الكيميائية التي تستخدم بالفعل والتي يمكن 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 البوليمير أو أن تصنع المنتج بالانتقال إلى قواعد جديدة قد يقتضي اختبار عدد من المواد الكيميائية أو توليفات كيميائية لتحديد ما إذا كانت تستوفي متطلبات الاداء في المنتجات النهائية (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤).

٥٨ - وتبين بيانات الأخطار التي استخدمتها وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤)، الجدول ٤ الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 أن "بعض البدائل الكيميائية لديها نفس بيانات الأخطار التي للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم -التجاري)، ولدى بدائل أخرى عمليات مقايضة في النقاط النهائية للأخطار. ولدى بعض البدائل خصائص مفضلة بالمقارنة بالإيثر ثنائي الفينيل العشري البروم. وتعتبر مثبطات اللهب التي لها نفس البيانات المماثلة بالمقارنة بالإيثر ثنائي الفينيل العشري البروم ثابتة ويمكنها أن تتراكم أحياناً، ويحتمل أن يكون لها نفس الأخطار المتعلقة بالسرطنة، والسمية العصبية النامية، والجرعة المتكررة من السمية. وترتبط البدائل الأخرى بالشواغل المتعلقة بالأخطار بالاستناد إلى مختلف النقاط النهائية مثل السمية المائية، وتعرض مقايضات الأخطار لدى مقارنتها بالإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. ومن المتوقع أن تكون البوليمرات الكبيرة أكثر أماناً بالنظر على أن حجمها الكبير يحد من توافرها الأحيائي. ومما يؤسف له أن مصيرها طويل الأجل في البيئة غير معروف وقد تنتج البوليمرات المهلوجة ديوكسين مهلوج وفيروانات خلال التكوين. ولم يجر تقييم عمليات حرق المنتجات الثانوية في التقرير" (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤). ويمكن استخلاص نتائج مماثلة استناداً إلى المعلومات عن الأخطار والمخاطر الواردة في وكالة المواد الكيميائية الأوروبية (٢٠١٤).

٥٩ - هناك من بين الفئات المختلفة من البدائل الكيميائية، تظهر مثبطات اللهب المبرومة على أنها قادرة على العمل كمواد إحلال مدرجة لطائفة عريضة من الاستخدامات المعروفة للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم (ECHA 2014a; U.S. EPA, 2014a). وبالإضافة إلى ذلك، جرى تحديد توليفات مثبطات اللهب والبوليمير غير

المهلجنة السليمة على أنها من البدائل لمعظم استخدامات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. وقد يكون لبعض توليفات مثبطات اللهب والبولىمير أيضاً أداء أفضل من توليفة الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم/البولىمير (ENFIRO, 2013، انظر الجدول ٨، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6).

٦٠ - ومن وجهة نظر الصناعة أي أن الأبعاد التقنية والاقتصادية التي تركز على تكاليف التصنيع، حددت الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم بأنه أفضل مادة للإحلال مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-التجاري (ECHA 2014a). ووفقاً لوكالة البيئة في كندا فإن الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم عبارة عن مادة إحلال تحقق مردودية تكاليفها لاستخدامات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وثيق الصلة بالصناعات الكندية، وابتعاداً عن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم إلى الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم، ويقال إنه "الجاري المحتمل" في الولايات المتحدة وكندا (ECHA 2014a). كما حدد الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم على أنه أكثر البدائل للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الاتحاد الأوروبي (ECHA 2014a). غير أن وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة حددت الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم باعتباره "خطراً كبيراً بسبب سمية النمو" و"خطر بالغ الشدة بسبب التراكم الأحيائي" "خطر شديد للغاية للثبات" بالإعتماد على البيانات العملية (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤). وعلاوة على ذلك، يتعرض الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم لعملية تقييم للمادة في الاتحاد الأوروبي بسبب خواصه المتعلقة بـ التراكم الأحيائي والثبات PBT/vPvB (ECHA 2014b)، وإدارة البيئة في المملكة المتحدة، ٢٠٠٧). وقد تتوافر مواد أخرى كبداية ممكنة تقنياً وبأسعار معقولة للاستخدامات النوعية للإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم. ويحدد الإيثان Ethylene bis (تلاميذ رباعي البروم (EBTBP)) على أنه مادة مثبطة للهب تحتوي على البرومين التي (ECHA, 2014a). التي يمكن أن تحل محل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الكثير من استخداماته (ECHA ٢٠٠٤). غير أنه وفقاً لما ذكرته وكالة المواد الكيميائية الأوروبية (ECHA, 2014a) التي أشرت مقارنات بين أسعار السوق لهذه المادة وتلك الخاصة ببدائلها، وتشير المعلومات المستمدة من الموقع الشبكي للموردين 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 زاوية تكاليف التصنيع.

٦١ - في 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 و ٢-٣-٤ أدناه. ترد معلومات مفصلة عن الأخطار على البيئة والصحة لبدائل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم حددتها وكالة حماية البيئة للولايات المتحدة (٢٠١٤) في الجدول ٤، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6. كذلك فإن هناك عرض عام مفصل لعدد ١٣ مادة من المواد البديلة تحددت في مقترح الاتحاد الأوروبي بشأن تقييد الاستعمال. وإمكانية تطبيقها في مختلف الاستخدامات، والأسعار، والتحميل، والخواص البيئية والصحية والجدوى الاقتصادية في الجدول ٥، UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 (ولمزيد من التفاصيل أنظر أيضاً ECHA، ٢٠١٤). وتحدد توليفة البولىمير مثبطات اللهب غير المهلجنة السليمة إلى 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

٦٢ - تعتبر صناعة اللدائن حتى الآن المستخدم الرئيسى لمثبطات اللهب، وتورد أكبر كميات مثبطات اللهب لصناع المواد الخام (KemI, 2005). وتتباين كمية الإيثر الثنائية 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، تختار مثبطات اللهب من جانب الصناعة لخصائصها الكامنة ولتماثلها مع البولير ولتحقيق مواصفات المنتج النهائي الذي يحدده عملاء الصناعة (مثل صناعة السيارات والأثاث).

٦٣ - بالنسبة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال اللدائن، توجد أكبر استخدامات المنتج في تطبيقات المعدات الكهربائية والإلكترونية ويتضمن صب المعدات الإلكترونية والكهربائية، والأسلاك والكابلات والمكونات الكهربائية (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤)، أنظر الجدول ١ الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6. وفي الولايات المتحدة، كان الاستخدام الرئيسي المبلغ يتمثل في الألواح الأمامية والخلفية لأجهزة التلفزيون والمصنوعة من البولسترين المضغوط بشدة (Levchick, 2010) (HIPS)، غير أن الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم كان يستخدم أيضاً في الوصلات الإلكترونية المصنوعة من البوليتيلين تيرفتاليت (PBT) المملوء بالزجاج أو النايلون. وتمثل الاستخدامات الأخرى المحددة لللدائن المثبطة للهب في المباني ومواد البناء، وفي المخازن، وتوزيع المنتجات 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 البولسترين المقوى، والموصلات الكهربائية المصنوعة من يفثلين البوليتوليلين المحشو بالزجاج. وقد دخل الحظر على المعدات الطبية الإلكترونية والكهربائية حيز التنفيذ في الاتحاد الأوروبي في ٢٢ تموز/يوليه ٢٠١٤. غير أن اللدائن المثبطة للهب ما زالت تستخدم عالمياً في طائفة من المعدات الإلكترونية والكهربائية بما في ذلك الأجهزة والأدوات المنزلية مثل أجهزة التنظيف بتفريغ الهواء (في كل من الأغذية والمكونات الداخلية) وأجهزة الغسيل. وفي هذه الأجهزة تكون مناطق الإيداع مصنوعة عادة من البوليريلين (PP)، أو HIPS أو ABS (U.S. EPA 2014a; Levchick, 2010). وعلى الصعيد العالمي، ما زال الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم في لدائن البوليبيوتيلين PBT والبوليميدس (PA)، حيث يوجد في الأجزاء الكهربائية الصغيرة مثل مقابض الضوء وأضواء الزينة والأسلاك والكابلات التي تصنع عادة من البوليثيلين عالي الكثافة أو البوليريلين (PP)، أو البوليفينيلين PPE (U.S. EPA 2014a; Levchick, 2010). وعلى الصعيد العالمي ما زال الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم في البوليمير البلاستيك حيث يستخدم في البوليبيوتيلين PBT الدائن والبوليميدس التي تتوافر في الأجزاء الكهربائية وأجزاء السبائك مثل إواء الأجهزة ومحولات الكهرباء وذلك من الأجزاء الداخلية الصغيرة لأجهزة الكهربائية الكبيرة (Weil and Levchik 2009) وبالنسبة لمعظم استخدامات بوليمير اللدائن حيث يستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم عادة تتوافر مركبات مثبطات اللهب وتستخدم بالفعل (KemI 2005).

٦٤ - وما زالت صناعة الطيران تستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في عمليات وضع الأسلاك والكابلات للأغراض الكهربائية والمكونات الداخلية والمعدات الإلكترونية والكهربائية في صناعات الطائرات وسفن الفضاء. وفي قطاع النقل، ما زالت هذه المادة تستخدم في اللدائن لصناعة المعدات الإلكترونية والكهربائية، وتدعيم اللدائن، وفي وضع الأغذية والأجزاء الداخلية بالإضافة إلى الأجزاء الداخلية للسيارات. كما تستخدم هذه المادة في الوسائط الأخرى للنقل (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤)، أنظر

الجدول ١ في الوثيقة (UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6). وتوجد معظم اللدائن في تثبيط اللهب المستخدمة في المركبات في أجزاء الآلات (في غالب الأحيان البلياميدس). وعلاوة على ذلك، فإن الحاجز القائم بين الآلة والكابينة يعتبر من أهم الأجزاء المثبطة للهب. غير أنه تجدر الملاحظة بأن متطلبات الأمان ضد الحرائق للمركبات في أوروبا ليست متشددة بدرجة كبيرة ومعظم اللدائن الذاتية الحركة لذلك ليست مثبطات اللهب (IVM, 2013). و إذا كان ذلك هو الوضع أيضاً فإنه غير معروف في أقاليم العالم الأخرى.

٦٥ - 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 للاستخدام في المناجم بما في ذلك مناجم الفحم تحت الأرض، وفي تصنيع أحزمة التهوية المستخدمة في شكل أدوات للإغلاق حول مسارات الهواء في معظم تهوية المناجم (المرفق واو، أستراليا). وحتى وقت قريب كان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم أيضاً في منصات شحن اللدائن في الولايات المتحدة (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، ٢٠١٤). غير أن الشركة التي تنتج هذه المنصات لم تعد مستمرة في هذا العمل (وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، رسائل شخصية)، وفرضت ثلاث ولايات في الولايات المتحدة (مين، أوريغون وفيرمونت) حظراً على تصنيع وبيع وتوزيع منصات الشحن التي تحتوي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (مين، ٢٠٠٨؛ وأوريغون، ٢٠١١؛ وفيرمونت ٢٠١٣).

٦٦ - وبالنسبة لللدائن في المعدات الكهربائية والإلكترونية، تتراوح استراتيجيات الإحلال بين تبادل نظام الراتنج ومثبطات اللهب لاستكمال عمليات إعادة تصميم المنتجات 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 لثمانية مواد كيميائية بديلة محتملة يبدو أن تكون مواد إحلال محتملة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في بوليمير اللدائن (ECHA, 2014a):

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

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

(ج) ريورسينول (RDP)؛

(د) إيثلين بي (EBTBP)؛

(هـ) هيدراكسيد المغنيسيوم (MDH)؛

(و) فوسفات ثلاثي الفينيل (TPP)؛

(ز) ثالث هيدروكسيد الألمونيوم (ATH)؛

(ح) الفوسفور الأحمر.

٦٧ - وعلاوة على ذلك، أبلغ نظام باكسيمير FR كبديل للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في اللدائن متعددة الأولفين (باكسيمير AB من المرفق واو). والباكسيمير عبارة عن منتج خال من الملوثات العضوية الثابتة (برنامج البيئة، الاجتماع الخامس لجنة الملوثات العضوية الثابتة (UNEP-POPS-COP.5-INF-34)). ووفقاً للمعلومات المقدمة من صناعة الباكسيمير فإن هذه المادة ليست ثابتة ولا تتراكم أحياناً أو سامة (PBT) أو مسببة للسرطان، ومولد طفرة، أو سامة للتكاثر (CMR) ولا تسبب احتلالاً للغدة الدرقية (EDC). غير أن من

الجدير بالملاحظة أن المعلومات المقدمة من الصناعة بشأن الهوية الكيميائية والخواص البيئية والصحية لهذا النظام لم تتحقق منه مصادر مستقلة. وعلاوة على ذلك، فإن ICL، المنتجات الصناعية (ICL-IP) أبلغ عن توافر المادة المضافة من البولييمير اللبوري (F-2100) مما يناسب الاستخدام في البوليومتلين ثالث الفوثيلات (PBT)، والبوليكاربونات (PC) وخلائط الستيرين البوتادييناً كبرلوميتريل (ABS) بما في ذلك استخدامات التشييد (المرفق واو ICL-IP). وتتضمن الجداول ٥-٩ من الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 عرض عام لبولييمير اللدائن المتضمنة الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم وبدل مثبطات اللهب لهذه الاستخدامات بما في ذلك الاستخدامات عند المنتج. وكما أشير سلفاً فإن الأمر الأرجح هو الإبلاغ عن أنه سيكون الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم (ECHA, 2014a; U.S. EPA, 2014a; Environment Canada, 2014).

٦٨ - وتتضمن الجداول من ٥ إلى ٩ الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 معلومات مفصلة عن هذه الاستخدامات والتطبيقات والتحميل والتكاليف والأخطار المتعلقة بالبدائل المحددة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في اللدائن/بوليمرات، وتحميل ما يتراوح بين ١٠ و ١٥ في المائة من الوزن وإن كان قد ابلغ عن تحميل يصل إلى ٢٠ في المائة في بعض الأحيان (ECHA, 2012c). ووفقاً للصناعة فإن باكسيمير يتمتع بأداء مجرب ممتاز في PP و PE مع إضافة مستويات تتراوح بين ٢ و ٣٢ في المائة بحسب التطبيقات والاستخدامات في مجال المنتجات. وتتراوح التحميلات والتكاليف المبلغة عن البدائل الأخرى المستخدمة في اللدائن بين ١ و ٦٠ في المائة و ١٢ يورو/كيلوغرام على التوالي (أنظر الجدولان ٥ و ٩ من الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6).

٦٩ - يتعين في بعض الاستخدامات أن تستوفي اللدائن متطلبات التنظيمية للسلامة باعتبار ذلك مواصفات إلزامية. وتخضع المتطلبات المتعلقة بالحرائق في مجال اللدائن مع إجراء اختبارات حسنة التحديد للاختلافات اللهب بواسطة هيئة دولية تقنية إلكترونية أو في القواعد وإجراءات الموافقة الخاصة بمختبرات التأمين (UL) Underwriters' Laboratories Inc. ويعمل هذا الأخير 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 للامتثال لهذه المعايير أو القواعد. ومن هنا فإن الأمر متروك للصناعة لكي تقرر التقنية التي تستخدمها. وينبغي أن تكون المادة الكيميائية المثبطة للهب المثالي في مجال اللدائن متوافقة (أي عدم تغيير الخصائص الميكانيكية لللدائن، وعدم تغيير لون اللدائن وتمتع باستقرار خفيف جيد، وأن تقاوم 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 أقل 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 أوروبا يتبعون معايير السلامة في البرنامج المعني بتقييم السيارات الأوروبية، وهي أشد صرامة من المعايير المطلوبة في القانون (IVM, 2013) انظر أيضاً (www.euroncap.com/home.aspx).

٧٠ - باختصار، تتوافر البدائل التي تتسم بالكفاءة والممكنة تقنياً بشأن استخدام الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مثل كمثبطات لهب في اللدائن (المطاط الصناعي)، ويمكن الحصول عليها من الأسواق (ECHA, 2014a). وقد يكون الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم DBDPE هي البديل الكيميائي الأرجح للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في معظم أنواع اللدائن إلا أن البدائل الأخرى المشار إليها أعلاه أو التقنيات غير الكيميائية قد تقدم بديلاً أكثر استدامة للمدى البعيد.

٢-٣-٣ المنسوجات

٧١ - كان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم يستخدم عادة في المنسوجات باعتباره تكسية لخلفيتها في توليفة مع مضاد للأكسدة (ATO) كمادة اصطناعية (LCSP, 2005). فلا يمكن تطبيق الهالوجين - (ATO) عادة إلا في رابطة راتنج ويجري في أول الأمر خلط الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مع الهالوجين (ATO) لتكوين التشتت المائي الذي يجري بعد ذلك خلطه بمستحلب البوليمير الذي يتضمن مثلاً المطاط الطبيعي أو الاصطناعي و EVA وكوبوليمير الاسترين-بوتادينأو PVE (ECHA, 2012c). ويمكن أن يشكل الإيثر خليط الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم و ATOFR نسبة تتراوح بين ١٨ و ٢٧ في المائة من الوزن الإجمالي للمنتج (واشنطن، ٢٠٠٦). وتتطلب الألياف الخفيفة عادة تحميلاً من أعلى من الألياف الثقيلة. وتكون التوكسية الخلفية المقاومة للحرائق فعالة في طائفة عريضة من الألياف بما في ذلك البولياميد/نايلون والبولبروبي، والاكريليكس، وخليك مثل النايلون/البوليغيفير.

٧٢ - 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 الأثاث في المناطق الحرفية عالية المخاطر مثل دور الحضانة والمستشفيات والسجون والفنادق، وفي النواحي العسكرية لإقامة الطرق والخيام والملابس الواقية إلا أنه لا يستخدم في الملابس الاستهلاكية (LCSP 2007; BSEF 2005) على النحو الذي استشهد به في وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (٢٠١٤). غير أن استخدام هذه المادة في أعمال التنجيد والحاشيات لم يعد مسموحاً به في العديد من الولايات (LCSP, 2015). وفي الاتحاد الأوروبي، يستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أيضاً في الستائر والأثاث (في الرغاي والحشو وظهارة خلف السجاد، وبصورة غالبية في البلدان التي لديها بعض معايير السلامة ضد الحرائق مثل المملكة المتحدة (ECHA, 2014a). وفي اليابان، يشكل في مقاعد السيارة 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 للقيام بعملية التنجيد في المنازل (اللينوي ٢٠٠٧ ومين ٢٠٠٧). ويمكن أن ينطبق ذلك أيضاً في أوروبا. فلدى اختبار ٣٢٠ توليفة من ٢٠ غطاء للمنسوجات و ١٨ حشو لتنجيد الأثاث لسوق الاتحاد الأوروبي، اجتاز ٣٨ في المائة من التوليفات بدون FR اختبار الكبريت والسجائر، وبالنسبة للمجموعة التي اجتازت الاختبار، لم يجتاز هؤلاء سوى اختبار السجائر، وكانت التوليفة الحالية من مثبطات اللهب تشكل ٦٢ في المائة (CBUF) على النحو الذي استشهد به في (Guillaume et al., 2008).

٧٣ - وأدى انعدام التوسيم ونقص المعلومات بشأن استخدام مثبط 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 مثبط اللهب ما زال يستخدم على نطاق واسع في صنع الأثاث، فعلى سبيل المثال رصدت مركبات مثبطات اللهب في دراسة أجريت لتحليل ١٠٢ عينة من رغاي البولريثان من أرائك مشتراه في الولايات المتحدة خلال الفترة من ١٩٨٥ إلى ٢٠١٠، في ٨٥ في المائة من العينات. وبالنسبة للأرائك المشتراه بعد فرض الحظر العالمي على الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في ٢٠٠٥ رصدت ثلاثة فوسفات (١,٣ إيزوبروبيل ثنائي الكلور) في ٥٢ في المائة، ورصدت المكونات المرتبطة بخليط مسؤول الحرائق البالغة ٥٥٠ في ١٨ في المائة من العينات. وعلاوة على ذلك، لوحظ خليط من الأورجو فوسفات غير المهلجنة

FR في ١٣ في المائة من العينات (Stapleton et al., 2012). ولم يجر تحليل في هذه الدراسة للمنسوجات التي تغطي الرغاوي والذي يمكن توقع أن يوجد بها الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم.

٧٤ - وعملية الإحلال مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال المنسوجات ليست بالأمر السهل بالنظر إلى التعقيدات التي تنطوي على المنتجات النهائية والطائفة العريضة من أساليب الإحلال المختلفة. وتشمل هذه الأساليب، إحلال مثبتات اللهب والألياف البديلة، والألياف المقاومة للحرائق، والتطبيقات العازلة، والألياف غير المنسوجة. ومع ذلك يتوافر هناك عدداً 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 المضيفة المبرومة لـ FR مثل الإيثان الثنائي الفينيل العشاري البروم والتقنيات البديلة والمواد المقاومة للحرائق الكامنة والتي يرد وصف لها في القسم ٢-٣-٣ من هذه الوثيقة.

٧٥ - واستناداً إلى التماثل التقني مع العمليات الحارية 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).

٧٦ - 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 لتثبيت الحرائق كيميائياً عن الألياف الصناعية، ويتوافر العديد من بدائل الإيثر الثنائي الفينيل غير المهلجنة للألياف السيلولزية الطبيعية مثل القطن والصوف والأريون (الفيسكوس الموضوعة والليوسيل)، والكتان. ويشمل ذلك ما يلي:

(أ) الأمونيا متعددة الفوسفات؛

(ب) ثاني ميثيلين الفوسفونو بروبيوناميد (ميثلول-ن)

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

(د) تاترايس (هيدرواكسبدينيل) - ملح الأمونيا في منطقة الفوسفونوم.

٧٧ - ويشير البوليريزان- المشترك إلى إدراج مواد مضافة في عملية حلج الألياف الذائبة مما يجعل مثبتات اللهب جزءاً فيزيائياً في مصفوفة الألياف. وأكثر مثبتات اللهب شيوعاً للبوليستر هو البوليثلين ثالث الفينالين مع الفوسفات الكامن في صلب البوليستر. ويستخدم هذا البوليستر المعدل في معظم استخدامات المنسوجات وهو مقاوم للغسل، ويعتقد أنه بديل جيد لتثبيت اللهب/الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. 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 مثبت اللهب بالمياه بالنظر إلى أن مثبتات اللهب الفوسفاتية تشكل جزءاً من صميم البوليمر ولا تذوب في الماء (LCSP, 2005).

٧٨ - ونظر كل من وكالة المواد الكيميائية الأوروبية (٢٠١٤أ) ووكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (٢٠١٤أ) المعلومات المتعلقة بالأخطار - المخاطر بشأن البدائل المحددة. وفي حين أنه لم يحدث أي إحلال

للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في استخدامات المنسوجات (الجدول ١١ و ١٢، الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6) بأن حجم الخيارات المطروحة في الأسواق يوضح أنه تتوافر الأساليب السليمة (LCSP, 2005). ويعزز ذلك تحديد العديد من مركبات مثبطات اللهب المهلجنة في دراسة أحررت 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 للاستخدام للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في مجال المنسوجات (ECHA, 2014a):

- (أ) ثلاثي هيدروكسيد الألمونيا (ATH)؛
- (ب) هيدروكسيد المغنيسيوم (MDH)؛
- (ج) ثلاثي الفوسفات (١.٣ ثاني الكلور، ٢ بروبيل) (TDCPP)؛
- (د) الإيثيلين المكرر (ثالث ابروفيتالميد)؛
- (هـ) ٢,٢ أوكسييس [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 البوليمير)؛
- (ز) الفوسفور الأحمر؛
- (ح) إيثان ثنائي الفينيل عشاري البروم (DBDPE).

٢-٣-٤ الاستخدامات الأخرى

٧٩ - علاوة على الاستخدام في المنسوجات واللدائن يستخدم الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم-التجاري في الأقفال والمواد المضافة ورغاوي الارتكيتكتوار، والتكسية فضلاً عن بعض الاستخدامات في مجالات المباني والتشييد. وتستخدم هذه المادة في إقامة الجدران، وألواح السقف التي تصنع عادة من البوليستر غير المشبع. كما تستخدم هذه المادة في مثلاً مواد العزل، والبوليفان المعالجة بالرغاوي، وفي مواد 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 إقامة المسارات مثل تغطية المسارات أو العزل. وحدد مقترح التقييد الصادر عن الاتحاد الأوروبي بالنسبة للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم المواد الكيميائية التالية كمواحد بديلة في هذه الاستخدامات:

- (أ) هيدرو أكسيد المغنيسيوم (MDH)؛
- (ب) ثالث هيدرو أكسيد الألمونيا (ATH)؛
- (ج) الإيثيلين مكرر (رابع بروم الفاتالميد) (EBTBP)؛
- (د) خليط الفوسفات والألمونيا البديلة (نظم الدمج P/N)؛
- (هـ) الفوسفور الأحمر؛
- (و) الإيثان ثنائي الفينيل عشاري البروم.

٢-٣-٥ التقنيات البديلة والمواد المثبطة للهب الكامنة

٨٠ - تُفضل البدائل التي تغني عن الحاجة إلى مركبات مثبطات لهب كيميائية من خلال إحلال المواد أو التصميم مع استيفاء معايير السلامة من الحرائق ذات الصلة 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 العشري البروم، بالدرجة الأولى، على المواد الكيميائية البديلة التي يمكن إحلالها مباشرة مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم 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 مواد تثبيط اللهب الكامنة واستخدام مختلف الحلول الكيميائية مثل الحواجز أو التصميم الكامل للمنتج. فعلى سبيل المثال، يمكن تغطية إمدادات الطاقة بمعادل تقضي على مثبطات اللهب أو حتى إزاحتها من المنتج كما حدث في المطابع والهواتف القابلة لإعادة الشحن (LCSP, 2005). ويمكن للمواد المثبطة للهب الكامنة أن تستوفي معايير كود الحرائق دون تجهيز خاص أو مواد مضافة تقنية، ولذا فإن الحماية مدرجة في الألياف، ومن غير المحتمل كثيراً أن تتلاشى أو أن تغسل (DuPont, 2010). ويمكن استخدام التقنيات البديلة المشار إليها في أحجام كبيرة من المواد والاستخدامات. وتستخدم في المنسوجات والإلكترونيات، والطائرات، والنقل البري بالمركبات، وقد تستخدم بدلاً من الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في بعض الحالات. ويرد في الجدولين ١٤ و ١٥، الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 أمثلة على مختلف التقنيات البديلة أو خصائصها واستخداماتها النهائية ذات الصلة بهذا التقييم.

اللدائن

٨١ - يتمثل بديل لاستخدام مثبطات اللهب الكيميائية في إعادة تصميم المنتج ذاته. وقد نجحتنا عملية إعادة التصميم بنجاح مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في العديد من استخدامات المعدات الإلكترونية والكهربائية وتتمثل عملية إعادة تصميم المنتج فيما يلي '١' فصل مكونات الفولت العالي الذي يحتاج إلى حماية أكبر من الاشغال من مكونات الفولت المختص و'٢' خفض الاحتياجات من عمل الفولت ومن ثم خفض الحاجة إلى مواد إدراج لتثبيط اللهب.

٨٢ - وهناك بدائل أخرى لإعادة تصميم المنتج يتمثل في فصل إمدادات الطاقة من المنتج. وهذا أمر شائع في كثير من الأجهزة بما في ذلك المطابع والهواتف الصالحة للشحن. وهذا الفصل لإمدادات الطاقة هي عادة الصندوق الأسود الموصل على حبل الطاقة الآن أنه لا يدرج في الوحدة ذاتها. نفصل إمدادات الطاقة بقليل من متطلبات تثبيط الحرائق الخاصة بالجزء الخاص بالإلكترونيات. ويتعين لتغيير تصميمات المنتج وتنفيذ ذلك سوف يتطلب مستوى من أنشطة البحوث والتطوير أعلى من عملية إحلال الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم من خلال مثبطات اللهب الكيميائية البديلة إلا أنه أكثر استدامة باعتباره بديلاً طويلاً الأجر.

٨٣ - ويمكن استخدام المعجن أو اللدائن المقاومة للهب كمادة بديلة في بعض المنتجات الإلكترونية. ويرى أن الأفضل هو الخيارات التي تقضي على الحاجة إلى مثبطات اللهب من خلال إحلال المواد مع استيفاء معايير السلامة من الحرائق وخصائص الأداء ولا سيما عندما تكون سواء المنتج مستخلصة من مواد كيميائية تقل فيها السمية، وأن باستطاعة المنتجات و/أو المواد أن تصبح قابلة لإعادة التدوير أو التشكيل (CPA, 2015). وقد بينت مؤسسة أبل أن من الممكن أن نقضي مواد الإحلال أو تخفيض الحاجة إلى مثبطات اللهب الكيميائية مما يؤدي إلى التخلص من مثبطات اللهب المبرومة (بما في ذلك الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - التجاري في كثير من منتجات الحاسوب مثل أجهزة الحاسوب الصغيرة (لأب توب)، وشاشات الحاسوب، ووحدات التجهيز

المركزية وموردي الخدمة (مؤسسة أبل). وقد استعاضت مؤسسة أبل الأجزاء الإلكترونية التي كانت تصنع في السابق من المكونات المتعددة بأجزاء مصنوعة من خليط من الألومينا ومن ثم تنتفي على 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) على أنهم قد تخلصوا من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو لم يستخدموه على الإطلاق في منتجاتهم (KemI, 2005).

٨٤ - كما أظهر تقديم الحواجز المعدنية لمكافحة الحرائق التي فصلت أو عزلت أشد الأجزاء قابلية للاشتعال عن بقية المنتج وقضت بذلك على الحاجة إلى مثبطات اللهب مثل الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (LCSP, 2005).

٨٥ - وفي التقييم الذي أجراه الاتحاد الأوروبي (ECHA, 2014a)، جرى تحديد مختلف التقنيات البديلة التي يمكن أن تستخدم لتحل مكان الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم باعتبارها مثبطات اللهب في اللدائن. ويشمل ذلك نظم التضخيم، والتشكيلات النافعة، والرسومات البيانية القابلة للتوسع وكابحات الدخان وخلائط البوليمير، واستخدام مواد تثبيط الحرائق الكامنة، وإعادة تصميم المنتجات. ويتضمن الجدول ١٤ من الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6 وصفاً تفصيلياً للتقنيات البديلة. وثمة خيار آخر يتمثل في إقامة الطبقات حيث تنتج السلعة باستخدام طبقات من البوليمير العالية المملوءة بمثبطات اللهب بدرجة كبيرة فضلاً عن بوليمير منخفض أو منعدم لتثبيط الحرائق. ويعطي ذلك بوضوح المستوى المماثل لأداء الحرائق على النحو يتعين أن يتحقق فيما لو كان البوليمير بأكمله قد عولج في حين يساعد في الاحتفاظ بالخصائص الميكانيكية للبوليمير (ECHA, 2012c).

٨٦ - ويمثل استخدام مواد تثبيط اللهب الكامنة تقنية بديلة أخرى يمكن نظرها. وللبوليمير المهلجن مثل كلوريد الفايثيل المتبلر خصائص مثبطات اللهب لأنها تطلق هالوجينات جذرية خلال الاحتراق. ويجري تعزيز التأثير باطراد من خلال إضافة تآزرات مثل ATO لخلائط البوليمير المهلجنة، غير أن كلوريد الفايثيل المتبلر مثله مثل مثبطات اللهب المبرومة يشكل ديوكسان وأحماض عند الاحتراق وذلك فهي ليست من المواد البديلة المفضلة لمثبطات اللهب (Blomqvist et al., 2007a). وما يلي مواد البوليمير التي قد تعتبر بديلاً للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم مثل البولوبولين (رابع الفيتال) (PBTE) أو البوليابين/نايلون (PA) (DME, 2006):

(أ) البوليكتين الخالي من الهلجنة (وهو أكثر تكلفة بدرجة كبيرة من PA و PBTE)؛

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

٨٧ - وفي بعض الاستخدامات يمكن للمواد المثبطة للهب الكامن أن تضم حلولاً تتعلق بإعادة التصميم باستخدام الأجزاء المعنية وغير ذلك. وتميل البوليمرات التي تحرق مثل البوليمدس، والبولداميدس وبوليمير الكريستال السائل، وكبريتيد البولي فينيلين والبولي ريلينز والكثير من المجموعات الحرارية التي يميل أيضاً إلى أن يكون لديها قوة أكبر على مكافحة الحرائق. وحيثما يكون للبوليمير الأساسي خواص مثبطات اللهب، بحسب الاستخدام النهائي، يمكن أن يتحقق مستوى كاف من الأداء دون حاجة إلى مثبط اللهب الكيميائي أو قد يتطلب الأمر تحميلات أقل (ECHA, 2012c).

٨٨ - وقد أشير إلى بعض الأمثلة على المواد المثبطة الكامنة للحرائق في الدراسات أو مواقع الويب التجارية، وهناك في غالب الأحيان تويج لهذه المواد باعتبارها إحلالات للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (ECHA,

2010) PR Newswire, 2013; Great Lakes, 2013; Albemarle, 2013; 2012c، وقد يكون من الضروري تغيير تصميمات المنتج لاعتماد هذه المواد البديلة، وسوف يتطلب تنفيذها مستوى من أنشطة البحوث والتطوير أعلى من إحلال الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم التجاري مشط لـب كيميائي. غير أن بيانات الصحة البيئية والصحة العامة تعتبر من المنافع الأخرى.

المنسوجات

٨٩ - يمثل الأسلوب البديل لتحقيق تثبيط اللهب في الأثاث عملية إعادة تصميم للمنتجات لإدراج المواد غير القابلة للاشتعال ذاتها أو تكنولوجيات الحواجز (LCSP, 2005). ويمكن أن يختار تصميم المنتج أن تستوفي بنجاح جميع معايير السلامة من الحرائق الجارية والوشيكية. وثمة أسلوبان مناسبان (١) استخدام عطاء الألياف، من مواد تنسم بمكافحة الحرائق بصورة كامنة، (٢) استخدام الحواجز المكافحة للحرائق فيما بين غطاء الألياف التي تكافح الحرائق بصورة كامنة والرهاوي التي تغطي الأرائك القابلة للاشتعال.

٩٠ - ويسود تفاوت رهيب في مقاومة اللهب في مختلف الألياف والمنسوجات. ويمكن تجنب مشطبات اللهب في المنسوجات في حالة أن تكون المادة ذاتها غير قابلة للاشتعال أو تنخفض فيها هذه الخاصية. ويمثل عدد من الألياف الصناعية الآن مكافحة اللهب الكامنة بما في ذلك الأراميد والفيزكوز النوفولويد والبولي أميد-الميلامين. وقد بدأت بعض هذه الألياف في أن تستخدم على نطاق واسع في تنجيد الأثاث والحاشيات. وكانت تستخدم عادة في استيفاء أشج المعايير الخاصة بالتطبيقات مثل معدات تجوال مكافحي الحرائق، وملابس رواد الفضاء، وملابس قائدي سيارات السباق. وتحتوي الألياف المكافحة للهب الكامنة مثل البوليهاولوكيند التي تحتوي على الألياف الخالية من الهلجنة التي تشمل البوليأاميدس وألياف الميلامين (LCSP, 2005؛ أنظر الجدول ١٠ بالوثيقة UNEP/POPS/POPRC.11/INF/6) وتشمل المواد الأخرى المثبطة للهب الأيدن مع الفوسفور، وألياف البوليستر والاراميد (Weil and Levchik, 2009). وعلاوة على ذلك أصبح متوفراً لدى بعض المواد الطبيعية مثل الجلود والصوف خصائص مكافحة الحرائق. وبحسب شدة النسيج، يمكنها تلبية متطلبات السلامة من الحرائق دون أي معالجة إضافية لمشطبات اللهب. وقد تستخدم لذلك بعض المواد الطبيعية مثل الصوف في شكل مواد حازرة في الأثاث (Klif, 2011).

٩١ - ويعتبر خلط الألياف الطبيعية مع الاصطناعية أسلوباً آخر بالنظر إلى أنه الألياف الطبيعية أكثر فعالية في تثبيط اللهب. ويعتبر خلط الألياف طريقة شائعة للحد من قدرة الألياف القابلة للاشتعال من هذه الخاصية. وتخلط البوليستر عادة بالقطن، ويمكن أن يتجاوز خليط "البولي والقطن" اختبار القابلية للاشتعال البسيط العرضي. إذا انخفض عن ٥٠ في المائة من المحتوى من البوليستر. وعلاوة على ذلك، تستخدم خلائط النايلون والقطن بصورة شائعة للحد من القابلية على الاشتعال لدى القطن (Gnosys et al., 2010). ولذلك مثلما يخلط 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 للألياف التي "تشر" أنها أفضل مثل القطن أو البوليستر أن تتحد مع المزيد من الألياف المقاومة للهب مثل الملامين لتشكيل الألياف التي تحقق أداء بصورة جيدة مع كل من أداء الراحة وأداء مكافحة الحرائق (LCSP, 2005).

٩٢ - وثمة جانب هام في حماية الأثاث وفرش الحشيات (المراتب) من الحرائق يتمثل في استخدام الحواجز الحائلة بين النسيج السطحي والحشو الداخلي بالرغوة. ففي مجال فرش الحشيات (المراتب) حققت الصناعة نقلة وصارت الآن الحواجز الحائلة المقاومة للحريق تستخدم بشكل شائع (Maine 2007b; IKEA 2014). وتصنع

الحواجز الحائلة المقاومة للحريق من ألياف بطبيعتها مثبطة للهب، مثل الصوف أو مشتقات الأراميدات أو الملامين، أو الألياف المصنوعة (المود أكريليك) أو الليف الزجاجي، ولا تعتمد على استخدام المواد الكيميائية المثبطة للهب. زيادة على ذلك، كثير من هذه الألياف مصنوع من مواد غير هالوجينية. ويمكن إعداد بعض الحواجز الحائلة أيضاً من خلاط من الألياف الرخيصة وألياف غالية مقاومة بطبيعتها للحرائق. وتحمي هذه الحواجز الحائلة من الاحتراق فراش المراتب والمواد الداخلية للمراتب الفيتون القابلة للطي أو الحشية المرنة داخل الإطار الخشبي. فهي تحتوي تماماً المواد الداخلية ويجب أن تتركب من طبقات من المعدن مقاومة للحريق ومن شريط لاصق وخيوط (LCSP, 2005). وبالإضافة إلى استخدام خلاط 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. نظراً لأنه يشتبه في أنه ذات 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 1990; NTP 1972). حسب ما ذكر في إدارة الصحة بولاية نيويورك، (٢٠١٣). واستخدمت أفلام بلاستيكية أيضاً بمثابة حواجز حائلة، خصوصاً الأفلام المصنوعة من مواد لدائية بطبيعتها مقاومة للحريق مثل نيوبرين (المطاط الصناعي متعدد الكلوروبرين) (LCSP, 2005).

٩٣ - 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 مقدار ١٠٠ إلى ١٠ مرة ضعف سمك الطلاء المستخدم في الأصل ويعزل المادة التحتية من خلال موصليته المنخفضة للحرارة، ما يجعل الأنظمة القابلة للانتفاخ ذات كفاءة في خفض القدرة على الاشتعال وخفض التعرض للغازات المتبخرة (KemI, 2006). وقد طرحت في الأسواق العديد من النظم القابلة للانتفاخ ذات الصلة بتطبيقات المنسوجات لفترة تناهز العشرين عاماً، وقد أظهرت بنجاح قدرتها الكبيرة. وتشمل النظم القابلة للانتفاخ استخدام الرغاوي المشربة بالجرافيت القابل للتمدد والمعالجات السطحية وتكنولوجيات الحواجز للمواد المتبلورة (Klif 2011). وقد لا يكون من الممكن استخدام النظم القابلة للانتفاخ في نفس المجموعات من المنسوجات بوصفها طلاءات خلفية قائمة على مثبطات اللهب المبرومة.

٢-٣-٦ معايير السلامة من الحرائق، والمتطلبات والحلول

٩٤ - يحتاج المجتمع إلى نظم للحد من الحرائق ومنعها وحماية أرواح البشر. فالحرائق تسبب الأذى والضرر والوفيات ودمار الممتلكات في أنحاء العالم كل سنة. ومن ناحية أخرى، في البلدان التي لديها نواتج صارمة للسلامة من الحرائق يذكر أن مثبطات اللهب وما ينجم عنها من تلوث بيئي وتركيزات الإنسان أعلى بكثير مما يستخدم في بلدان أخرى لديها لوائح مرنة للوفاء بمتطلبات الحريق (Klif, 2011). وهذا يدل على أن الوعي بهذه المسائل على درجة من الأهمية عند البحث للاستعاضة عن مثبطات اللهب الخطرة.

٩٥ - وتضمنت دراسة تشمل إحصاءات الحرائق من أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية ونيوزيلندا خلاصة مفادها أن الدخان والطبخ، بالإضافة إلى وجود أثاث بفراش التنجيد والمنسوجات إنما هي السبب الأكثر شيوعاً ونمط الحوادث في الحرائق المنزلية (NIFV, 2009). ويكون الرجال والأطفال والمسنون في الأغلب هم الضحايا، ويعتبر تعاطي الكحول جانباً هاماً آخر للحرائق المنزلية المهلكة. ومعظم الحرائق المهلكة إنما يحدث في غرف

الجلوس أو غرف النوم بالليل أثناء نهاية الأسبوع وتشمل الأثاث المفروش بمواد تنجيد والمنسوجات والأجهزة الفنية أو الأقمشة والملبوسات. 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 والسائر أول مكان لاندلاع الشرارة في ١٨ في المائة من وفيات الحرائق المنزلية (ACFSE, 2001; NFPA, 2013). وتعتبر رغبة البوليفوريتان من 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 نسبة ١٩ في المائة ونسبة ٩ في المائة تبدأ في غرفة الجلوس وغرفة النوم، على التوالي، ويدخل في هذا أثاث التنجيد (NFPA, 2014).

٩٦ - ويجري اختبار أداء أية مادة أو منتج وقت الحريق أساساً فيما يتعلق بالقابلية للاشتعال، وسهولة الإطفاء ومعدل انتشار اللهب ومعدل انطلاق الحرارة وتكوين الدخان (Weil and Levchik 2009). وتعتمد متطلبات الحرائق من المنتجات غالباً على الاستخدام المقصود (على سبيل المثال، احتياجات أعلى بالنسبة للمباني المؤسسية بالمقارنة بالبيوت المحلية. ومن المعتاد، توصي لوائح الحريق استخدام معايير تقنية محققة أعتها منظمات التوحيد القياسي مثل المنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهربائية التقنية الدولية أو اللجنة الأوروبية لتوحيد المقاييس وشركات الاستشارة والمصادقة على السلامة مثل مختبر الشركات الضامنة (UL). ومع ذلك، لا تشترط اللوائح الوطنية للسلامة من الحرائق ولا المعايير التقنية باستخدام مواد كيميائية محددة لتثبيط اللهب تلبية متطلبات السلامة من الحرائق. زيادة على ذلك، عادة لا يرتبط أداء المنتجات في معايير الاختبار هذه بالأداء في حالة حريق عملي. وكانت المملكة المتحدة وآيرلندا وكاليفورنيا من قبل تعتمد على اختبارات الحريق المكشوف فيما يتعلق بأثاث التنجيد الذي أدى إلى استخدام أعلى من مثبطات اللهب المحتوية على البروم وعمل على زيادة التركيزات في الجسم (UNEP/POPS/POPRC.10/10.Add.2, 2010). وتجري الآن مراجعة المبادئ التوجيهية للاختبارات فيما يتعلق بلائحة المملكة المتحدة. وثمة تغيير محتمل من الاختبار الحالي باستخدام "عود الكبريت وسيجارة" الذي يتطلب اختبار أعظية النسيج على رغبة البوليفوريتان المعدل دون احتراق، إلى اختبارات تتطلب أن يتم تقييم المركب النهائي الفعلي فيما يتعلق بأداء الحرائق (DBIS 2014) وتعتقد DBIS أن هذا سوف يقدم انخفاضاً بنسبة تبلغ ٥٠ في المائة من مثبط اللهب المستخدم حالياً. وتغيرت معايير كاليفورنيا بشأن قابلية احتراق الأثاث لدرجة أن استخدام مثبطات اللهب مستقبلاً يمكن استبعاده (TB117-2013).

٩٧ - ويمكن أن تعمل مثبطات اللهب مؤقتاً على ببطء انتشار النيران وما يعقبه من انطلاق الحرارة لفترة قصيرة. لكنها يمكن أيضاً أن تعمل على زيادة شمية الانبعاثات. وقد يجري تقليل الانبعاثات السامة باستعمال مادة حائلة متوافقة مع مثبط اللهب. وتعتبر شمية النيران هي أكبر سبب للوفاة والإصابة في الحرائق، لكنها لا يأخذها منظمو الأمور الرقابية في الحسبان. وأثناء اندلاع الحريق تصدر عدة غازات سامة، بعضها يرتبط بوجود مثبطات اللهب المحتوية على البروم فيما تعتبر غازات أخرى ليست كذلك. ويمكن أن يعمل احتراق مواد محتوية على مثبطات لهب مهلجنة خلال الحرائق العرضية والنفايات المحترقة المحتوية على مثبطات لهب على زيادة شمية نفايات الحريق السائلة لزيادة إطلاق أول أكسيد الكربون والغازات الحامضية مثل بروميد الهيدروجين والديوكسينات والفورينات المبرومة والمكلورة (Simonson et al., 2000; Blomqvist et al., 2007b; Shaw et al., 2010). زيادة على ذلك، تشير الدراسات إلى أن مثبطات اللهب المحتوية على البروم بالتوافق مع الأنتيمونيا تصدر عنها كميات كبيرة من أول أكسيد الكربون وسيانيد الهيدروجين، وهما عاملان خانقان رئيسيان في الحرائق

(Molyneux et al., 2014; Stec et al., 2011). وربما يؤدي تخفيض شديد في المواد المثبطة للهلب بالتالي إلى حدوث أخطار أصغر بوجود مشاكل صحية لعامة الجمهور ورجال مكافحة النيران، إذا أريد تحقيق الفائدة الشاملة للسلامة من الحرائق بوسائل أخرى. وتماشياً مع هذه النتائج، صارت الفائدة الشاملة للسلامة من الحرائق باستخدام هذه المواد لتحقيق متطلبات السلامة من الحرائق موضع تساؤل وتشكك من مجموعة من العلماء (Jayakody et al., 2000; DiGangi et al., 2010).

٩٨ - وفي المباني المنزلية والمؤسسية، يمكن تعزيز السلامة من الحرائق بالقيام بحملات تثقيفية سنوياً مع التركيز على الاستخدام الآمن للمكونات الكهربائية والشموع والمدفئ والمواقد والكاشفات الجديدة للدخان، إلى آخره. وتعتبر متطلبات سهولة الوصول إلى طرق النجاة ومعدات مكافحة الحرائق مثل خرطوم إطفاء الحريق، ومرشات إطفاء الحريق وأجهزة إطفاء الحريق وبطانيات مانعة للاحتراق كلها تدابير هامة للوقاية وتقليل الخسائر الناجمة عن الحرائق ولتيسير النجاة والفرار من المباني وقت الاحتراق. ويشمل حل آخر للسلامة تقليل الميل للاشتعال في السجائر عندما تترك لتطفئ ذاتها. ويبدو أن هذا قلل من الإصابات القاتلة الناجمة عن الحرائق بسبب السجائر المهملة بنسبة ٤١ في المائة في ولاية نيويورك. وصار هذا الآن إلزامياً في الولايات المتحدة وكندا وأستراليا والاتحاد الأوروبي. كما أن استخدام الولاعات التي لا يستطيع الأطفال الصغار إشعالها إلزامياً في الاتحاد الأوروبي منذ سنة ٢٠٠٦ (منظمة الصحة العالمية، ٢٠١٤). ويمكن أن تشمل الحلول فيما يتعلق بالمنتجات الكهربائية أجهزة حساسة للاستشعار مثبتة بالداخل تعمل بإغلاق أداء الأجهزة عندما تصبح شديدة السخونة. ومن إجراءات الوقاية من الحرائق أيضاً وجود رقابة منتظمة وتغيير نظام الأسلاك الكهربائية.

٩٩ - وأثناء التخزين، على سبيل المثال في مستودعات، يمكن تعزيز السلامة من الحرائق بممارسات إدارية. فوفقاً للمرفق ١٠ "معلومات من الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة"، يمكن تحقيق السلامة من الحرائق عند استخدام منصات بلاستيكية للنقل دون استخدام مثبتات اللهب بتنفيذ نظم مثل ممارسات إدارة لتخزين منصات النقل (على سبيل المثال ما هو الارتفاع في وضع منصات رفع البضائع ومدى اقتراب المنصات عند تكديسها) وباستخدام نظم مرشات إطفاء الحريق.

١٠٠ - ووفقاً للمعلومات المقدمة من صناعة الطيران، تخضع المنتجات الفضائية الجوية للوائح صارمة في مدى ملاءمتها للفضاء ومواصفة التصديق على سلامتها، والتي تضع معايير للأداء ومن بينها القابلية للاشتعال. والقصد من هذه المتطلبات الخاصة بالمقاومة وبالسلامة الوقاية و/أو مكافحة الحرائق في رحلات الطيران حيث تعتبر خيارات الفرار محدودة، وبعد الاصطدام، حيث يكون الشاغل الرئيسي هو إجلاء الأشخاص من نيران تغذى على وقود. وهذه تقود اختيار المواد المراد استخدامها. فمن المتوقع للأجزاء والمكونات الخاصة بالطائرة أن تصمد في الحريق لفترة معينة اعتماداً على المكان والاستعمال والمواد المستخدمة في المكونات الداخلية حيث يجب ألا تولد دخاناً ساماً أو تولد سخونة مفرطة عند اندلاع حريق. ولهذه الأسباب، تستعمل مواد مثل مثبتات اللهب في المناطق الساخنة والحساسة للنيران، مثل المكان حول المحركات (Boeing Company, pers. comm.).

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

١٠١ - من الآثار الإيجابية التي يمكن توقعها بشأن صحة الإنسان والبيئة نتيجة إجراء عالمي بتخفيض أو القضاء على الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. وخلصت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها العاشر إلى أن الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩، المكون الرئيسي في الإيثر الثنائي

الفينيل العشاري البروم بالتعرض الحالي وبمستويات التأثير يحتمل أن يؤدي إلى آثار ضارة خطيرة على صحة الإنسان والبيئة نتيجة لانتقالها البعيد المدى في البيئة، بما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنها (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2).

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

١٠٢- ويكتشف وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ على نطاق واسع في البيئة على مستوى العالم ولدى بعض الأنواع تركيزات مرتفعة في أجسادها خصوصاً بعض أنواع الطيور، وأيضاً في كلب الماء والثعلب اللذين يعيشان في مناطق حضرية وقرب الضواحي. (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). زيادة على ذلك في بعض الكائنات العضوية مثل الضفادع والأسماك والطيور، تقترب مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ أو تقع في نطاق تركيزات الآثار المبلغة بسبب الآثار الخاصة بالنمو والسامة للأعصاب واضطرابات الغدد الصماء. وجاء بالتقارير أنه توجد تركيزات من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ في سمك القد، وهو نوع أساسي في النظم الإيكولوجية بالمنطقة المتجمدة الشمالية، وهي تصل إلى مستوى يمكن أن يؤدي إلى آثار ضارة، وهي بدورها يمكن أن يكون لها أثر سلبي على تجمعات أسماك القد بالمنطقة المتجمدة الشمالية وكل النظام الإيكولوجي هناك. وإضافة إلى هذا الشاغل الاحتمال الخاص بالجرعة المنخفضة والآثار المجمعة بين الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ والمادة المماثلة التأثير 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 رقابة وهو انخفاض الانبعاثات التي تعمل بمرور الوقت على خفض التعرض والتراكم البيولوجي في بني البشر والحياة البرية. وبالتالي يعتبر فرض حظر أو تقييد على مستوى عالمي على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أحد التدابير التي ستسهم في حماية الكائنات العضوية والنظم الإيكولوجية في المحيط المتجمد الشمالي والحفاظ عليها، وهي التي تعتبر معرضة لخطر على وجه التحديد من الملوثات العضوية الثابتة (AMAP 2009; UNEP/POPS/POPRC.7/INF/16).

١٠٣- وخلال فترة قصيرة من الوقت، يحتمل أن يكون أقصر أثر إيجابي لفرض تدابير عالمية للرقابة، متمثلاً في البيئة الداخلية والصحة العامة، مع مستويات من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في الغبار حيث ينخفض ويزول في نهاية الأمر بإتخاذ استخدامه في المنسوجات والمعدات الداخلية. ومن شأن فرض تدابير رقابة أيضاً ضمان أن تنخفض بمرور الوقت مستويات 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 حياته. وهو موجود في دم الإنسان والبلانزا، وهو ينتقل إلى الجنين عن طريق المشيمة أثناء المراحل الحرجة من النمء. والمصادر الأساسية للتعرض البشري حالياً المعروفة هي الغبار والأغذية الملوثة (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وبسبب سلوك الكفاف من اليد إلى الفم لدى الأطفال الرضع والأطفال الدارجين لأول مشيتهم، لديهم تركيزات أعلى في أجسامهم من الإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ والإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم أكثر من البالغين وجرى تحديد أنهم مجموعات معرضة ويمكن أن تكون عرضة للخطر، وخصوصاً بسبب السمية العصبية للغدد الصماء وسمية النمء العصبي الملاحظ في الدراسات الحيوانية (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). فالقضاء على استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أو تقييده سيكون بالتالي على وجه الخصوص مفيداً لنماء الطفل.

١٠٤- 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 وستتخفف

أيضاً التعرض البشري والبيئي لمنتجات التحلل السامة، بما في ذلك الإثارات الثنائية الفينيل المتعددة البروم والديوكسينات والفيورانات المبرومة (الديوكسينات ثنائية البنزين المتعددة البروم/الفيورانات ثنائية البنزين متعددة الكلور) والفينول الخماسي البروم والبنزين السادسي البروم. وقد تتكون منتجات التحلل السامة بما في ذلك الإثارات الثنائية الفينيل المتعددة البروم/الفيورانات بطرق مختلفة: أثناء تجهيز الحاراري (التشكيل بالثق وصب القوالب وإعادة التدوير وإنتاج اللدائنات 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 الإثارة الثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ في عدد من المهن (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). زيادة على ذلك، أظهرت دراسة تشمل ١٢ شخصاً من مكافحي الحرائق في الولايات المتحدة أن ظهرت في دمائهم تراكيز مرتفعة من ثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ (بما يساهم بأكثر من ٥٠ في المائة من إجمالي تركيز الإثارات الثنائية الفينيل المتعددة البروم في المصل) وكذلك مقادير مرتفعة من الديوكسينات/الفيورانات ثنائية البنزين المتعددة البروم (Shaw et al., 2013). وأشار مؤلفو الدراسة إلى أن الديوكسينات/الفيورانات ثنائية البنزين - المتعددة البروم ربما تساهم بدرجة كبيرة في سمية مشاهمة للديوكسينات لدى الأشخاص مكافحي الحرائق، وأن التعرض المهني لهذه المركبات أثناء مكافحة الحرائق يعتبر شيئاً هاماً. ومن ثم، يحتمل أن يساهم التعرض في حدوث نتائج صحية ضارة، وهو افتراض تدعمه بيانات أيضاً من دراسات أخرى حيث يعرف عن مكافحي الحرائق أن لديهم معدلات مرتفعة من السرطان، بما في ذلك أربعة أنواع يحتمل أنها مرتبطة بالتعرض للفيورانات ثنائية البنزين المتعددة البروم مثل الورم النخاعي المتعدد، والورم الليمفاوي غير داء هودجكن، والبروستاتا وسرطان الخصيتين (Hansen et al., 1990; IARC 2010; Le Masters et al., 2006; Kang et al., 2008). ومن ناحية أخرى، تشير الدراسات إلى أنه يمكن أن ينخفض 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 إثارة ثنائي 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 لإثارة ثنائي الفينيل العشاري البروم - ٢٠٩ والمواد الأخرى أكثر من العمال في البلدان المتقدمة النمو، وذلك لأنه لا توجد عادة تدابير للحد من الأخطار (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2; ILO 2012 Tsydenova and Bengtsson, 2011).

١٠٥ - وعموماً تكون مستويات الخليط التجاري للإثارة الثنائي الفينيل العشاري البروم هي الأعلى قرب مصارف المياه المستعملة وفي المناطق حول منشآت النفايات الإلكترونية وإعادة التدوير (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). ولهذا من الأهمية الإدارة السليمة بيئياً للنفايات بغية تحقيق مستوى وافٍ من حماية الصحة البشرية والبيئة. وهذا يعتبر هاماً بصفة خاصة في البلدان النامية حيث غالباً ما تحدث معالجة النفايات في ظل ظروف بدائية دون استخدام عمليات المعالجة الصناعية الحديثة وحيث تكون حماية العمال في الأغلب غير كافية. ومع مراعاة الاستخدام الواسع النطاق للخليط التجاري للإثارة الثنائي الفينيل العشاري البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية والنفايات الإلكترونية، هي أكبر مصب نفايات ينمو سريعاً (StEP, 2013). وتعتبر نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية والنفايات الإلكترونية مدعاة قلق خاص. ففي السنة الماضية، تولدت كمية من النفايات الإلكترونية في أنحاء العالم تبلغ حوالي ٥٠ مليون طن، أي حوالي ٧

كيلو غرامات لكل شخص على وجه الكوكب. زيادة على ذلك، يتم بشكل غير مشروع تصدير ملايين الأطنان من البضائع 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 جهات مقصودة للنفايات الإلكترونية (Ni and Zeng, 2009; Zoeteman et al., 2010; Schluep et al., 2009 in ILO 2012). وعادة ما تتم المعالجة في هذه البلدان 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 حيث يرد إليها أعلى نسبة من جميع النفايات الكهربائية والإلكترونية على مستوى العالم، تعتبر مرتفعة جداً مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ في التربة في مواقع النفايات المذكورة ومحطات إعادة التدوير (ILO 2012; Wang et al., 2013; Gao et al., 2011, Li et al., 2013; al., 2010, 2011a,b, 2014). وإضافة إلى العاملين بالتفكيك المعرضين مهنيًا، لدى الأشخاص المقيمين بالقرب من مرافق الإنتاج وإعادة التدوير أيضاً مستويات مرتفعة من الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ في دمائهم (انظر، UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وفي بنغلاديش ونيكارغوا، توجد لدى الأطفال الذين يعيشون ويعملون عند مواقع التخلص من النفايات نوعان من الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ ومواد كيميائية خطيرة أخرى في دمائهم (Linderholm et al., 2008; Athanasiadou et al., 2011). وزيادة على ذلك، تشير التقديرات إلى أن الحرق المكشوف للنفايات الكهربائية والإلكترونية المحتوية على الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم تطلق أطناناً من فيورانات ثنائية البنزين متعددة البروم والفورانات ثنائية البنزين المتعددة الكلور في البيئة (Zennegg et al., 2009) وذكر ما وآخرون (٢٠٠٩) أن تراكيز معامل سُمية الفورانات ثنائية البنزين الكلورة في العينات البيئية من مرفق إعادة تدوير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في الصين تجاوزت تراكيز معامل سُمية الفورانات المتعددة الكلور في العينات البيئية. زيادة على ذلك، يجد الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم المحتوي على نفايات كهربائية إلكترونية بلاستيكية أيضاً طريقه إلى مواد التماس مع الأغذية، وهي مواد مصنوعة من مواد بلاستيكية معاد تدويرها، حيث أنها تساهم في التعرض والخطورة للإنسان (Samsonik and Puype 2013; Puype et al., 2015). ورغم أن إعادة تدوير المواد التي لا تحتوي على مواد كيميائية خطيرة تعتبر مفيدة بيئياً واقتصادياً، ينبغي تجنب إعادة تدوير المواد المحتوية على ملوثات عضوية ثابتة ومواد كيميائية خطيرة أخرى بغية حماية الصحة البشرية والبيئة. وفرض حظر على إعادة تدوير المواد المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم قد يعزز أيضاً العمليات الابتكارية لكشف الملوثات العضوية الثابتة في النفايات ويسهم بالتالي في أنظمة وسم المنتجات من خلال دورة الحياة بكاملها وفي النهاية إكمال التنشيط لمعدلات إعادة تدوير أعلى لأن المنتج المعاد تدويره يعرف عنه عدم احتوائه على مواد كيميائية خطيرة. ويمكن أن يؤثر إيجابياً على ظروف العامل، وخصوصاً في البلدان النامية، على سبيل المثال بالقيام كعنصر تحفيز لإضفاء الشكل الرسمي على صناعة إعادة التدوير (ILO, 2012).

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

١٠٦- القضاء على الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم سوف يفيد الزراعة وكذلك الصحة البشرية والحيوانات البرية بإتقاء التخلص المنتشر لمادة الملوثات العضوية الثابتة في التربة. ويعتبر تلويث التربة الزراعية بمادة الإيثر الثنائي الفينيل المتعدد البروم - ٢٠٩ مشكلة عالمية تتصل جزئياً باستخدام حمأة المجاري كمخصب (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وكما أوضح سلسنوم (٢٠٠٥) ودی ویت (٢٠٠٥) ارتفعت

مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ مائة إلى ألف مرة أعلى في المواقع المخصصة بحمأة المجاري مقارنة بالمواقع المشار إليها في المراجع. وعند تعديل التربة بالحمأة ينتقل الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ إلى الكائنات الحية ويمكن في نهاية الأمر أن يتركز في الكائنات العضوية في قمة السلسلة الغذائية (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2). وباستعمال حمأة المجاري في الأرض الزراعية، طريقة لإدارة حمأة المجاري وفي الوقت نفسه استغلال مواد أساسية غذائية للنباتات ومادة عضوية في الزراعة ومع ذلك، وكما نوقشت أعلاه هذه الممارسة تسهم في إطلاقات بيئية للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩. وقد تسهم أيضاً في أخطار بشرية وإيكولوجية بسبب حدوث الملوثات العضوية، مثل الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ في الحمأة. ووفقاً لذلك، فإن اتخاذ أي إجراء للحد من مستويات الإيثر المذكور في حمأة المجاري و/أو تدابير لتحسين الرقابة على استخدام حمأة المجاري كمخصب، من المحتمل أن يكون لها أثر إيجابي للحد بمرور الوقت من مستويات الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في المنتجات الزراعية.

٢-٤-٣ الكائنات الحية (التنوع البيولوجي)

١٠٧- يعتبر التخلص التدريجي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ضرورياً لتفادي حدوث زيادة في مستوياته لدى الحيوانات البرية المعرضة فعلاً للخطر. وتثير الآثار الضارة الواردة بالتقارير مشاعر القلق لأن هذا الخليط التجاري قد يسبب آثاراً على مستوى الأسراب 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 تشكيل خطر يهدد النظم الإيكولوجية بالمنطقة المتجمدة الشمالية والتنوع البيولوجي فإنهما معاً أو بالتزامن مع ملوثات عضوية ثابتة أخرى (UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, UNEP/POPS/POPRC.7/INF/16) مصدر انشغال لأن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ومواد أخرى منفردة أو بالاقتران مع غيرها يمكن أن تؤخر النمو والتحول لدى الضفادع بوجود تراكيز هامة بيئياً (Shricks et al., 2006; Qin and Xia, 2010) وتغير تشريح ووظيفة النظام الصوتي لذكر الضفدع (Ganser 2009). وقد حددت القائمة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض التابعة للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة البرمائيات، ومن ضمنها الضفادع، أكثر مجموعة فقاريات جرى تقييمها لأنها مهددة بالانقراض بحوالي نسبة ٤١ في المائة لخطر الفناء وتحت على اتخاذ إجراء فوري لحماية الأسراب الباقية من البرمائيات في أنحاء العالم (الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، ٢٠١٤، انظر أيضاً ستيوارت وآخرين، ٢٠٠٤). وقد عزيت حالات الفناء والانخفاض على نطاق واسع في أنواع البرمائيات إلى فقدان الموئل، والتلوث والحرائق والتغير المناخي، والمرض والاستغلال المفرط (الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، ٢٠١٤ وهارينز وآخرين، ٢٠١٠). وقد تسهم المواد الكيميائية من صنع الإنسان في تدهور الأنواع البرمائية بتأثير الجهاز المناعي/الاستجابة المناعية، تطور ونمو اليرقات، القدرة على تجنب الافتراض، معدلات النجاح في الإنجاب والبقاء (Carey and Bryant 1995, see also Hayes et al., 2010). وربما تترتب على التغيرات في الجهاز الصوتي للضفدع وتأخر النمو بالتحوّل بسبب حفز التعرض للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم آثار تفسد اللياقة في فترة العمر (نجاح في التزاوج، الافتراض، إلى آخره) وفي 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 العشري البروم يمكن أن يكون واحداً من الملوثات المساهمة في حالات الانخفاض في أسراب الضفادع على المستوى العالمي.

٢-٤-٤ الجوانب الاقتصادية والتكاليف الاجتماعية

١٠٨ - استناداً إلى معلومات مثل السعر وسهولة الحصول وتوافر مختلف البدائل وكذلك معلومات عن التدابير التنظيمية والاستخدام في مختلف البلدان، تعتبر التكاليف الاجتماعية الاقتصادية لتنفيذ حظر و/أو تقييد على استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم صغيرة وتنفوق الفوائد المترتبة على وجود أمر تنظيمي للقضاء عليه. ويتمثل أحد العوامل الهامة على النحو الذي نوقش في الاقتراح المقدم من الاتحاد الأوروبي بشأن التقييد في أنه رغم أن الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم يعتبر أقل تكلفة حالياً من البدائل التي تم تقييمها، فإن الفرق في التكلفة يمكن أن يغير تدرجياً في الاستجابة للطلب المتزايد على بدائل (ECHA, 2014a).

١٠٩ - وتعتمد التكاليف المتكبدة من تلك الجهات الصانعة التي ما زالت تنتج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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، فإن الخليط التجاري المذكور، وهو يعرف بأنه يتم تصنيعه في بضعة بلدان فحسب على مستوى العالم وبالتالي، سوف لا تترتب على التقييد/الحظر أي تكلفة (أو تأثير) بالنسبة لغالبية البلدان في أنحاء العالم، وسوف يؤثر فحسب على عدد صغير من جهات الصنع وبعضها ينتج بالفعل ويبيع بدائل للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. زيادة على ذلك، تشير المعلومات المتوفرة إلى أن البدائل يمكن صناعتها في نفس خطوط إنتاج منشآت الصناعة باعتبارها مثل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، دون تعديلات تقنية هامة مثل منشآت الصناعة، ومن ثم فإن تكاليف الانتقال بالنسبة للصناعة يفترض على المستوى العالمي أنها قليلة.

١١٠ - ويمكن أن يؤثر التقييد أيضاً على اقتصاد المستوردين/البائعين للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، وكذلك المستعملين الاحترافيين في مجال الصناعات المشتقة. ومع ذلك، يستورد معظم المستوردين والبائعين أيضاً ويبيعون مواد أخرى، من بينها بدائل للخليط المذكور (ECHA, 2014a). وبالمثل، يواصل مستوردو المواد المحتوية على الخليط التجاري أيضاً استيراد المواد مع بدائل فيورانات. وبشأن المستخدمين الاحترافيين للصناعات المشتقة، من 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 الواردة من صناعة 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 (ECHA 2014a). وتبعاً لصناعة الفضاء الجوي هذا يرجع أساساً إلى تحديات تقنية وتكاليف والوقت المرتبط بالتنمية والمؤهل والمصادقة بشأن المواد البديلة للطائرات التي ترجع إلى متطلبات صارمة بشأن السلامة والأداء التقني والتعقيد في سلسلة الإمداد (ECHA 2014a). وأثيرت شواغل مماثلة من بعض اتحادات السيارات التي طلبت إعفاءات من أجل المركبات الآلية التي يجري إنتاجها أو صناعتها حالياً.

١١١ - وقد يكون لفرض تقييد على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم أيضاً تأثيره على إعادة التدوير، بيد أن التكاليف والفوائد الدقيقة من الصعب التنبؤ بها. ففي الوقت الحالي، في المتوسط حوالي ٢٠ في المائة من جميع النفايات البلاستيكية في الاتحاد الأوروبي تتم إعادة تدويرها سنوياً في المتوسط ومنها جزء صغير هو بلاستيك مشببات اللهب (RPA, 2014; ECHA, 2014a) وفي الولايات المتحدة، من المتوقع أن تزداد إعادة تدوير المعدات الكهربائية والإلكترونية في المستقبل بسبب متطلبات قانون الولايات، بيد أنه في سنة

٢٠١٢ كانت نسبة ٩ في المائة فقط من إجمالي النفايات البلاستيكية المولدة يمكن استعادتها لإعادة التدوير (وكالة حماية البيئة - الولايات المتحدة، ٢٠١٤ أ-ج). ومن شأن إدراج الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في اتفاقية استكهولم أن أجزاء من البلاستيك المحتوية على هذا الخليط التجاري يزيد على حد المحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة لم يتم إعادة تدويره. وعلى وجه الخصوص، فإن إعادة تدوير نفايات البلاستيك من المعدات الكهربائية والإلكترونية والبلاستيك من المركبات في نهاية عمرها، وهو الذي يحتوي على مستويات عالية من الخليط التجاري الذي يمكن أن يتأثر بذلك (على سبيل المثال، IVM, 2013، انظر أيضاً الفرع ٢-٢). وهذا يمكن أن يؤدي إلى تكاليف يتحملها المجتمع إما في شكل استثمار في معدات باهظة التكلفة لفصل نفايات البلاستيك و/أو زيادة الحاجة إلى الأيدي العاملة اليدوية، أو في شكل زيادة استخدام الموارد مؤقتاً بسبب زيادة الطلب على المواد الخام. ومع ذلك، استناداً إلى الدراسات المذكورة أعلاه، يبدو أن الأثر الاقتصادي وإعادة التدوير يمكن أن تكون محدودة في ضوء البلاستيكات المحتوية على الخليط التجاري المذكور لأنه يشكل فحسب جزءاً بسيطاً من المقادير المنخفضة نسبياً من المواد البلاستيكية التي يجري حالياً إعادة تدويرها. وبالإضافة إلى ذلك، تظهر دراسات عديدة (من بينها: KemI, 2012; Wäger et al., 2010; Stenvall et al., 2013; NCM, 2015b) تبرز أن المواد الخطرة التي تؤثر تأثيراً سلبياً على أسعار السوق فيما يتعلق بالمواد البلاستيكية المعاد تدويرها وتعتبر هي العقبة الرئيسية أمام إعادة تدوير النفايات البلاستيكية للمعدات الكهربائية والإلكترونية وأنواع أخرى من البلاستيك. زيادة على ذلك، قامت عدة بلدان ومناطق بالفعل بحظر أو بتنظيم دقيق على استخدام الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في المعدات الكهربائية والإلكترونية، مما يعني أن إعادة تدوير نفايات بلاستيك المعدات الكهربائية والإلكترونية في هذه البلدان لن يتأثر بالضرورة إذا ما أدرج الخليط التجاري المذكور في الاتفاقية. وفيما يتعلق بالمنسوجات، لا تحدث إعادة تدوير أو تحدث إعادة تدوير محدودة جداً في الاتحاد الأوروبي وفي الولايات المتحدة (ECHA, 2014a; U.S. EPA, 2014a; RPA, 2014). وتعتبر التكاليف المفترضة على المجتمع من عدم إعادة تدوير هذا الجزء من النفايات منخفضة.

١١٢ - وبالإضافة إلى التكاليف على الصناعة، فإن فرض تقييد الوضع في السوق للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم ربما يؤثر على التوظيف في الشركات التي تقوم بصناعة المادة، وكذلك في الجهات الفاعلة التي تقوم بسلسلة 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 العشري البروم. ووفقاً للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (٢٠١٤) ليست هناك أسباب لافتراض خلافات في مدخلات السوق المطلوبة في إنتاج الخليط التجاري المذكور أو المواد والمنتجات القائمة على البدائل والأثر السلبي على العمالة في إحدى الشركات (إذا ما وجد) ينبغي أن تعادل بآثار إيجابية في شركات أخرى. وبعبارة أخرى، تعتبر الآثار على العمالة أساساً موزعة وليست بتكلفة على المجتمع في حد ذاته. ومع ذلك، فإن إعادة نشر الموظفين تشمل دائماً بعض تكاليف التكيف، على سبيل المثال، تتصل بالبطالة المؤقتة للعمال عندما يجدوا وظائف جديدة، رغم أنه من الصعب وضع رقم بشأن تكاليف التكيف من الناحية العملية (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤). ومن المحتمل أن تؤثر آليات أخرى أيضاً على العمالة في صناعة النفايات وإعادة التدوير (انظر أيضاً ILO, 2012; NCM, 2015b). وسوف تنجذب الأرباح المنخفضة بوجه عام نحو فرص توظيف أقل بينما توجد مهام جديدة محتملة،

مثل الفرز، ربما تزيد احتياجات من العمالة. وسيكون صافي الأثر على العمالة في قطاع إعادة التدوير بالتالي غير مؤكد.

١١٣- 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 الشائلي الفينيل العشاري البروم تعتبر عبئاً اقتصادياً كبيراً على المجتمع (NCM 2014b; Bellanger et al., 2015; Legler et al., 2015; Trasande et al., 2015; Hauser et al., 2015). ووفقاً للتقرير الصادر عن مجلس وزراء دول الشمال، تكلف الآثار السلبية على الصحة الإنجابية للذكور بسبب تكاليف المواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء، بلدان الاتحاد الأوروبي على الأقل ما بين ٥٩ و ١٢٠٠ مليون يورو سنوياً في قدرة العمل المفقودة وتكاليف أعلى في الرعاية الصحية. وجاء في تقرير هاوزر وآخرين (٢٠١٥) الذي ينص على أن تكاليف الاضطرابات والأمراض الإنجابية للذكور في الاتحاد الأوروبي تبلغ حوالي ١٥ بليون يورو (١٥٠٠٠ مليون يورو) سنوياً. ويشير بيلانغر وآخرون (٢٠١٥) وما أعده هو الأكثر صلة بهذه الدراسات، إلى أن الإشارات الشائلية الفينيل المتعددة البروم، إلى جانب مواد كيميائية مسببة لاضطرابات الغدد الصماء، تسهم بدرجة كبيرة في حالات عجز سلوكية عصبية ومرض في الاتحاد الأوروبي مع احتمال أن تزيد التكاليف على ١٥٠ بليون يورو/سنوياً. ومع ذلك تدور المنشورات التي أصدرها مجلس وزراء دول الشمال وبيلانغر وآخرون (٢٠١٥) وهاوزر وآخرون (٢٠١٥) حول مواد كيميائية معينة مسببة لاضطرابات الغدد الصماء والاختلالات والأمراض والتكاليف الإجمالية التي يتحملها المجتمع وتعزى للمواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء يمتثل أن تكون أعلى بكثير مما تشير إليه هذه الدراسات وحدها. ووفقاً لما ذكره ترانست وآخرون (٢٠١٥) يبلغ متوسط تكاليف تلك المواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء المرجح أنها ترتبط باضطراب وأمراض ١٥٧ بليون يورو سنوياً، أي ٢٣،١ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي للاتحاد الأوروبي. وهذه النتيجة يدعمها تقرير سابق أعده تحالف الصحة والبيئة في الاتحاد الأوروبي (٢٠١٤). وينص التقرير الذي يشتمل على تكاليف تتصل 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 كانت تتصل بالتعرض للمواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء وقد تبلغ ما بين ١٣ و ٣١ بليون يورو سنوياً (تحالف الصحة والطبيعة، ٢٠١٤).

١١٤- وإضافة إلى التكاليف التي تتحملها نظم الصحة والرعاية تكاليف تتصل بإدارة الخليط التجاري للإشر الشائلي الفينيل العشاري البروم، المحتوية على نفايات وإصلاح التربة والرواسب الملوثة، وبناءً على التجربة مع ملوثات عضوية ثابتة مثل ثنائي الفينيل المتعدد الكلور أظهرت أنها مبددة للوقت وعالية التكاليف.

١١٥- ووفقاً لمقترح التقييد من جانب الاتحاد الأوروبي، يعتبر فرض أي تقييد على إنتاج واستخدام الخليط التجاري للإشر الشائلي الفينيل العشاري البروم على النحو المقترح في الاتحاد الأوروبي تدبيراً تناسبياً لمكافحة المخاطر الناجمة من إنتاجها واستخدامه. وبشكل أدق يشار إلى الفعالية من حيث التكلفة بأنها بنفس المقدار أو أقل) نظراً لأن التقييدات السابقة في إطار لائحة تنظيم تسجيل وتقييم وتفويض وتقييد المواد الكيميائية بشأن الزئبق، وهي مادة كيميائية كانت تعتبر في تقييمات الاتحاد الأوروبي السابق للزئبق وزئبق الفينيل بأنها معادلة لمستوى القلق إزاء المواد الثابتة المتراكمة بيولوجياً وذات السمية ولها خواص الانتقال البعيد المدى (الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، ٢٠١٤ أ).

٢-٤-٥ التحرك صوب الإدارة المستدامة

١١٦- القضاء على الخليط التجاري للإيشر الثنائي الفينيل العشري البروم يتسق مع خطط التنمية المستدامة التي تسعى إلى الحد من انبعاثات المواد الكيميائية السامة، والتي تربط السلامة الكيميائية والتنمية 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 خطط العمل النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية، تدابير محددة لدعم الحد من الأخطار وتعزيز استخدام بدائل آمنة وفعالة للمواد الكيميائية، بما فيها البدائل غير الكيميائية للمواد الكيميائية العضوية التي تعتبر سامة بدرجة عالية وصعبة التحلل ومتراكمة بيولوجياً لكي تحظى بالأولوية (برنامج البيئة، ٢٠٠٦). وتتضمن الاستراتيجية السياسات الشاملة للنهج الاستراتيجي للإدارة الدولية لمواد كيميائية للملوثات عضوية ثابتة بوصفها صنفاً من المواد الكيميائية يتعين أن يحظى بالأولوية من أجل وقف الإنتاج والاستخدام وإحلال بدائل أكثر أماناً.

١١٧- وفيما يتعلق بالاقتصاد الدائري، يعتبر التصميم من أجل إعادة التدوير والوسم هاماً لتحسين نوعية وكمية المواد المعاد تدويرها (NCM, 2014c). واستعمال تقنيات ونظم تسمح للمكونات المحتوية على مواد كيميائية خطيرة ليتم فرزها والتخلص منها بطريقة سليمة بيئياً، سيجعل إدارة النفايات أكثر استدامة، وخصوصاً فيما يتعلق باسترجاع المواد، وإعادة التدوير وإعادة الاستعمال (انظر الفرع ٢-٢).

١١٨- وفي البلدان النامية، يمكن لإضفاء الشكل الرسمي على قطاع إعادة تدوير النفايات الكهربائية والإلكترونية، أي إدماج القطاع غير الرسمي في الإدارة الرسمية للنفايات أن يعرض طريقة مباشرة لخلق عمالة مستدامة، وفي الوقت نفسه الحد من الآثار البيئية والصحية السلبية لأنشطة إعادة التدوير منذ إطلاق الملوثات العضوية الثابتة والمواد الكيميائية الخطرة الأخرى (منظمة العمل الدولية، ٢٠١٢).

٢-٥ اعتبارات أخرى

١١٩- سوف ينطوي إدراج الخليط التجاري للإيشر الثنائي الفينيل العشري البروم في المرفق ألف دون إعفاءات، على تدابير رقابية مباشرة بالإبلاغ وبالتالي ينبغي أن تكون فعالة ومناسبة، حتى في البلدان التي لديها بنية تحتية تنظيمية كيميائية محدودة. وتعتبر المعلومات بشأن البدائل من السير الحصول عليها ويمكن نقلها حسب الحاجة. وفيما يتعلق بالرصد البيئي والرصد الأحيائي يمكن إضافة الخليط التجاري للإيشر الثنائي الفينيل العشري البروم إلى البرامج القائمة لرصد الملوثات العضوية الأخرى. أما البلدان التي تفتقر إلى البنية التحتية اللازمة لفرض رقابة بشكل وافٍ على إنتاج واستخدامات الخليط التجاري المذكور، فيمكن أن يحتاج إلى موارد إضافية وبنية تحتية. ومع ذلك، تتيح التطورات الأخيرة في الكيمياء التحليلية رصد الخليط التجاري للإيشر الثنائي الفينيل العشري البروم وقياسه بالتوازي مع الإشارات الثنائية الفينيل المتعددة البروم مثل مجانسات الإشارات الثنائية الفينيل الرباعية البروم والخماسية البروم والسداسية البروم والسباعية البروم المدرجة في الاتفاقية دون تكاليف إضافية كبيرة.

١٢٠- ويتعين على الأطراف في الاتفاقية التي دخلت أي تعديلات عليها حيز النفاذ، أن تفي بالالتزامات بموجب الاتفاقية. ولمساعدة الأطراف في الوفاء بالتزاماتها، استحدثت اتفاقية استكهولم في الماضي توجيهات بشأن قوائم جرد الموجودات بالنسبة للملوثات العضوية الثابتة الواردة في القوائم، وكان الهدف منها تقاسم توجيهات تدرجية ليتسنى للأطراف وضع قوائم جرد للملوثات العضوية الثابتة المدرجة حديثاً وإعداد

استراتيجيات/خطط عمل (المقرر ١ س- ١٢/٦، برنامج البيئة، ٢٠١٤ أ ب). ويتمثل الهدف من قائمة الجرد مساعدة الأطراف في جمع بيانات أساسية على المستوى الوطني بشأن الملوثات العضوية الثابتة الواردة في القوائم ومعلومات يمكن أن تستخدمها مراكز التنسيق الوطنية التابعة للاتفاقية ومنسق عمليات استعراض وتحديث خطط التنفيذ الوطنية ورفق المهام المسؤولة عن إنشاء قائمة الجرد. وهذا سوف يثير أيضاً اهتمام جهات أخرى صاحبة المصلحة المعنية بالقضاء على الملوثات العضوية الثابتة الواردة في القوائم. إضافة إلى ذلك، وضعت أنواع من التوجيهات، على سبيل المثال، مبادئ توجيهية بموجب اتفاقية بازل.

١٢١- ويمكن أن يصير تحديد السلع/المنتجات وما إذا كانت تحتوي على مادة كيميائية معينة نوعاً من التحدي. ومع إدراج هذه التحديات حدد النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية الحاجة على المستوى العالمي للمعلومات عن المواد الكيميائية في مرحلة الإنتاج في جميع دورات المنتج أثناء المؤتمر الدولي المعني بالإدارة الكيميائية (SAICM/ICCM.2/15) وشرع في تنفيذ برنامج لإحراز وتبادل هذا النوع من المعلومات على الصعيد الدولي. واشتمل هذا، ضمن أمور أخرى، على منتجات مثل المواد والمعدات الإلكترونية والمنسوجات ولعب الأطفال التي يعرف عنها احتوائها على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم.

١٢٢- ولإعداد استراتيجيات فعالة يمكن أن تؤدي إلى القضاء على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، يلزم أن تحصل الأطراف على فهم سليم لحالتها الوطنية بشأن هذه المواد الكيميائية. فإذا أدرج الخليط التجاري المذكور في الاتفاقية، يود مؤتمر الأطراف بالتالي أن يكلف لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بتحديث "التوجيهات المعنية بوضع قائمة 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 العشري البروم (برنامج البيئة، ٢٠١٤ أ ب).

٣ - موجز تجميعي للمعلومات

١-٣ موجز المعلومات عن موجز بيانات المخاطر

١٢٣- اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها العاشر المعقد في سنة ٢٠١٤ موجز بيانات مخاطر الإيثر ثنائي الفينيل العشري البروم، وقررت أن عنصر الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم- ٢٠٩ من المزيج التجاري لهذه المادة من المحتمل، نتيجة لانتقاله البعيد المدى في البيئة، أن يؤدي إلى تأثيرات ضارة على صحة الإنسان والبيئة، بحيث يجعل اتخاذ إجراء عالمي بشأنه له ما يبرره.

١٢٤- ويعتبر الإيثر ثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ غير قابل للتحلل في التربة وفي الرسوبيات، لكن من المعروف أنه بعد انتزاع برومته يتحول إلى إيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم أقل برومته في البيئة وفي الكائنات الحية. ونتيجة لنزع البروم، تكون الكائنات العضوية زيادة على ذلك معرضة معاً لمزيج معقد من الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم، بما في ذلك الملوثات العضوية الثابتة والإيثرات الثنائية الفينيل المبرومة المدرجة بالفعل في القائمة.

١٢٥- والإيثر ثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ ملوث عالمي لا يخلو منه مكان، أي يكتشف وجوده في المناطق الحضرية والريفية النائية في ربوع العالم. وفي المنطقة المتجمدة الشمالية والأقاليم النائية الأخرى يوجد الإيثر ثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ في مختلف أركان البيئة من بينها الهواء والرسوبيات والجليد والثلوج والكائنات الحية. ويسهم كل من العمليات المحيطية وعمليات الغلاف الجوي في الانتقال بعيد المدى داخل البيئة

للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩، غير أنه يعتقد أن انتقال الجسيمات عبر الغلاف الجوي هو الآلية الرئيسية لذلك.

١٢٦- وبسبب قلة قابلية الذوبان جداً في الماء بالنسبة للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ يعتبر أهم طريق للتعرض له في شبكات الأغذية المائية والبرية هو عن طريق الطعام. وعلى الرغم من أن بعض الدراسات لا تظهر الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ فقد لوحظ التراكم البيولوجي والتوهين الغذائي (عامل التضخيم الغذائي أقل من ١)، وأفيد عن التراكم البيولوجي في عدد من الكائنات العضوية المائية والبرية. ويعكس الالتباس في البيانات المتاحة عن التراكم البيولوجي للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ إلى حد بعيد الاختلافات بين الأنواع في الامتصاص وفي الاستقلاب والتخلص.

١٢٧- ويكتشف وجود الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ على نطاق واسع في الكائنات الحية وظهرت تراكيزات عالية منه في 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 تراكيزات أعلى في أجسامهم من الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ ومن الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى أكبر مما لدى البالغين وذلك بسبب التعرض بدرجة أكبر للغبار.

١٢٨- وهناك دليل على أن الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ يمكن أن يسفر عن تأثيرات ضارة على الصحة الإنجابية وعلى التكاثر في الأسماك وديدان الأرض والفئران الصغيرة والكبيرة، وكذلك التأثيرات على النمو والتأثيرات السمية العصبية في البرمائيات والقوارض والإنسان. زيادة على ذلك، هناك قلق من أن يؤدي اجتماع الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ والإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى إلى التسبب في سمية عصبية أثناء النمو لدى كل من الإنسان والحياة البرية وذلك عند تراكيزات بيئية مناسبة. وتشير بيانات السمية المتوفرة إلى أن الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ مثله مثل الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى قد يتسبب في اختلال الغدد الصماء، ويتدخل في استقرار هرمونات الغدة الدرقية في الأسماك والبرمائيات، وفي الجرزان والفئران وبني الإنسان، وربما في توازن استقرار هرمون الإستيروئيد. وإلى جانب نزع البروم والتعرض المشترك للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ والإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم الأخرى التي تقوم بعمل مماثل، يوجد بعضها مدرجاً كملوثات عضوية ثابتة وكإيثرات ثنائية الفينيل متعددة البروم على المقاومة للتحلل في الرسوبيات وأنواع التربة الأمر الذي يزيد من احتمالات حدوث تأثيرات ضارة مزمنة وطويلة الأجل.

٢-٣ موجز المعلومات المتعلقة بتقييم إدارة المخاطر

١٢٩- من المتوقع من القضاء على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري 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 العشري البروم، فمن المحتمل أن تستمر المستويات في الزيادة في البيئة بما في ذلك بني البشر والحياة البرية، حتى في الأماكن النائية.

١٣٠- ويعتبر الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم مادة تركيبية غير معروف عنها أنها توجد في الطبيعة واليوم تصنع هذه المادة في بضعة بلدان فقط على المستوى العالمي. وكثير من البلدان قد فرض بالفعل

تقييداً أو بدأ في وضع برامج طوعية لإنهاء استخدام هذا الخليط التجاري. وأدى هذا بنجاح إلى استخدام مثبتات للهلب بديلة، وإعادة تصميم أو طرائق بديلة للوفاء بمتطلبات مثبتات للهلب في المنتج. ومع ذلك، لا تزال إطلاقات ثنائي الفينيل عشاري البروم - ٢٠٩ مستمرة في البيئة في جميع المناطق التي خضعت للبحث.

١٣١- ورغم أن الإطلاقات قد تحدث أيضاً أثناء الإنتاج، تعزى انبعاثات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم أساساً إلى إطلاقات من المواد في حالة الاستخدام والنفايات. ويعتبر فرض حظر على إنتاج واستخدام هذا الخليط مع وجود تدابير سليمة لإدارة النفايات أمراً أساسياً لتحقيق خفض في المستقبل في تعرض بني البشر والحياة البرية.

١٣٢- وتوجد للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم استعمالات كثيرة وهو مستخدم في كثير من مختلف القطاعات في المجتمع. وهو يستخدم في المعدات الكهربائية والإلكترونية مثل الحواسيب وأجهزة التلفاز وفي الأسلاك والكابلات وكذلك في المواد اللاصقة والمواد مانعة التسرب ومواد التغطية والأحبار والأنابيب. ويستخدم الخليط التجاري المذكور أيضاً على نطاق موسع في المنسوجات التجارية من أجل المباني العامة، وفي المنسوجات للأثاث المنزلي وفي قطاع النقل. وعلى المستوى العالمي، ينتهي نحو ٩٠ في المائة من هذا الخليط المذكور في المواد البلاستيكية وأساساً في الصناعة الإلكترونية، في حين أن الباقي يذهب إلى المنسوجات المطلية وأثاث التنجيد وفرش الحشيات (المراتب).

١٣٣- وتشهد صناعة السيارات والطيران مرحلة بصدد التخلص التدريجي من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم. ومع ذلك، أثار بعض مراقبي الصناعة شعوراً بالقلق إزاء الخدمة وقطع الغيار في السلع المستخدمة بالفعل وكذلك فيما يتعلق بالمركبات/الطائرات التي يجري حالياً إنتاجها بموجب شهادات الأنماط القائمة. ويتصل التبرير بالمسائل التقنية والاقتصادية، ويشير إلى وجود حاجة ممكنة إلى إعفاءات في قطاع النقل. ومع ذلك، لا تتطلب اشتراطات السلامة من الحرائق ونظم منح الشهادات بالضرورة استخدام هذا الخليط التجاري أو مثبتات لهب أخرى. وفي حالة ضرورة إحلال مثبت لهب آخر، تتوافر بدائل كيميائية ويمكن أن تحل محل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم في معظم الاستعمالات الخاصة بالبلاستيك والمنسوجات. بيد أنه في كثير من الحالات يمكن تحقيق تثبيط للهلب أيضاً من خلال استخدام تقنيات بديلة مثل مادة مقاومة للهلب بطبيعتها واستخدام حلول تقنية مختلفة، أي حواجز حائلة أو إعادة تصميم كاملة للمنتج. وهذه التقنيات البديلة يمكن استخدامها في العديد من المواد والتطبيقات، وهي تستخدم في المنسوجات والصناعات الإلكترونية والطيران ووسائل أخرى للنقل.

١٣٤- 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 في المادة ٦ (١) (د) '٢' ينبغي التخلص من النفايات المحتوية على الخليط التجاري المذكور بطريقة تدمير محتواها من الملوثات العضوية الثابتة أو خلافاً لذلك التخلص منها أو يتم تحويلها بلا رجعة بطريقة سليمة بيئياً. ومن ثم العمل بكفاءة على إزالة الانبعاثات وما يتصل بهذا 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 الذي يمكن التحكم فيه في مرافق متطورة مع مراقبة مستمرة وامتنال صارم للمبادئ التوجيهية بأفضل التقنيات وأفضل الممارسات البيئية في الاتفاقية، إحدى الطرق للتخلص من النفايات المحتوية على الخليط التجاري المذكور، وقد تسمح باسترداد الطاقة. وعموماً يعتبر الترميد بدرجات حرارة عالية أنه يدمر بشكل فعال

الملوثات العضوية الثابتة مثل الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم مع تكون مقادير صغيرة من الديوكسينات والفيورانات. وحيثما لا يمثل التدمير ولا التحويل الدائم الخيار المفضل بيئياً، يجوز للبلدان أن تسمح بالتخلص من هذه النفايات أيضاً بأساليب أخرى سليمة بيئياً، مثل في مواقع طمر النفايات المصممة خصيصاً.

١٣٥- ويمكن استخدام فرز وفصل جزيئات النفايات لتحقيق إدارة أكثر استدامة للنفايات. وتشمل الطرائق الفنية للفصل فرزاً يدوياً وآلياً لمكونات النفايات وأيضاً تلك المحتوية على مواد كيميائية خطيرة مثل مشبّطات اللهب المبرومة. أما الطرائق الفنية المتقدمة للفصل فهي تُستخدم فعلاً في قطاع إدارة النفايات وهي متوافرة عالمياً. ومع ذلك، في البلدان النامية، تحدث معالجة النفايات في الأغلب في القطاع غير الرسمي حيث لا تستخدم عمليات صناعية حديثة، ويتم الفرز يدوياً دون استخدام وقاية أو تهوية بشكل كافٍ، مما تنجم عنه حالات تعرض للإنسان والبيئة. وفي البلدان النامية، يمكن إدراج القطاع غير الرسمي في الإدارة الرسمية للنفايات أن يشكل طريقة صوب الاستدامة المتزايدة.

١٣٦- وقد اقترح عدد صغير من الأطراف وجود حاجة ممكنة لإعفاء خاص بإعادة التدوير. بيد أن إعادة تدوير المواد المحتوية على الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم، من المحتمل أنه سينتج عنه تلوث إنساني وبيئي واسع النطاق وينبغي تجنب التخلص من الإيثرات الثنائية الفينيل المتعددة البروم إذا كان الهدف هو إزالة الانبعاثات والتعرض للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. وقد ذكر مؤخراً أن حبات مدورة من البلاستيك من المواد المعاد تدويرها الملوثة بالخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم عرضة للتصدير وأن هذه المادة المعاد تدويرها ربما تنتهي في منتجات حيث يمكن أن تشكل خطراً على صحة الإنسان. وقد كشفت دراسات حديثة وجود الخليط التجاري المذكور في المواد الملامسة للأغذية في لعب الأطفال المصنوعة من كريات البلاستيك المتأتية من البلاستيك المعاد تدويره. زيادة على ذلك، فإن الآثار الاجتماعية الاقتصادية لعدم السماح بإعادة تدوير الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم الذي يزيد على قيمة حد الملوث العضوي الثابت يبدو أنها محدودة، وثمة سبب هام هو أن معدلات إعادة التدوير لهذا الخليط المذكور المحتوي على مواد بلاستيكية ومنسوجات منخفضة.

٣-٣ تدابير مقترحة لإدارة المخاطر

١٣٧- يعتبر أهم تدبير فعال للمراقبة لخفض إطلاقات الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم هو إدراج قائمة لمكون (الإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩) من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في المرفق ألف دون إعفاءات. وإدراج مكون إيثر ثنائي الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ من الخليط التجاري المذكور في المرفق ألف سوف يعني أيضاً أن تنطبق أحكام المادة ٣ بشأن التصدير والاستيراد والمادة ٦ بشأن تحديد والتخلص السليم للمخزونات والنفايات. ووفقاً للمعلومات الواردة في المرفق واو المقدمة من الأطراف والمراقبين، لم تتبين استخدامات حرجة للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم. وإضافة إلى الحاجة المشار إليها إلى إعفاء خاص بإعادة التدوير على النحو الذي نوقش أعلاه، وأثار بضعة من المراقبين في مجال الصناعة إمكانية الإعفاءات في قطاع النقل من أجل الخدمة وإحلال الأجزاء في السلع التي تستخدم بالفعل. ومع ذلك، فإن إزالة التقييدات بموجب المرفق ألف أو باء في الاتفاقية لا تنطبق على السلع التي صنعت أو المستخدمة فعلاً قبل أو في تاريخ دخول الالتزامات ذات الصلة حيز النفاذ فيما يتعلق بمادة كيميائية. وهذا يشير إلى أن التخلص التدريجي الكامل للخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم من جميع الاستخدامات ممكن وأن الإعفاءات المتعلقة بالإنتاج والاستخدام ليست حرجة إلى حد كبير.

٤ البيان الختامي

١٣٨- بعد البت في أن مكون الإيثرات الثنائية الفينيل العشري البروم - ٢٠٩ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم شيء محتمل نتيجة الانتقال الطويل المدى في البيئة، لكي يؤدي إلى آثار ضارة هامة بشأن صحة الإنسان أو البيئة، مما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنه.

١٣٩- وبعد إعداد تقييم لإدارة المخاطر ونظر في خيارات الإدارة.

١٤٠- 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 العشري البروم - ٢٠٩ من الخليط التجاري للإيثر الثنائي الفينيل العشري البروم في المرفق ألف.

- 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].
- 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 Health Perspect.* 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.

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 electronic 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 sewage-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 Canadian 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 (2014a). 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-1,2-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.
- 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. Sustainabilty report FY14. [Online]Available 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.pdf>Accessed 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, Alae 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" brominated flame 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-Disrupting Chemicals 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-analysis of 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.

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.

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 Chem*62:424–31.

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 (2014a). Plastic value chains. Case: WEEE (Waste Electric and electronic equipment) 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 to containing 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

Odabasi M, Bayram A, Elbir T, Seyfioglu R, Dumanoglu Y, Bozlaker A, Demircioglu H, Altioek H, Yarkin 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 in Oregon 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 Pollut* 117:195–213.

Peeters, JR, Vanegas P, Tange L, Van Houwelingen J, Duflou JR (2014). Closed loop recycling of plastics containing flame retardants. *Resources, Conservation and Recycling* 84: 35-43.

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.

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=&distric=&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). Polybrominated diphenyl ethers and perfluorinated compounds in the Norwegian environment. Report TA-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 polybrominated dibenzo-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.
- 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, 643-648.
- 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
- 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.St.J. Foreman, M., Moller, K. (2013). "An analysis of the composition and metal contamination of plastics from waste electrical and electronic equipment (WEEE)", *Waste Management*, vol 33, 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.
- 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 recycling workers--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 bioaccumulation of 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 European Union. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015 Mar 5;jc20144324. [Epub ahead of print]
- Tsydenova O, Bengtsson M (2011). Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment. *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.: ScH00507BM0R-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].
- Recycling: From e-waste to resources, Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies. Solving the E-Waste Problem (StEP) Initiative Final report, July 2009. 1-120 pp. Authors Schlupe, M. et al. 2009. [Online] Available: http://www.unep.org/pdf/Recycling_From_e-waste_to_resources.pdf [Accessed 6 July 2015].
- 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 Declaration on International Chemicals Management, the Overarching Policy Strategy and the Global Plan of Action ISBN: 978-92-807-2751-7.
- 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 flame retardant 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/conserva/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/recorddisplay.cfm?deid=183584>. [Accessed 18 November 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 consumer products. [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 generated 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 ignition 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].

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 in residential and agricultural soils from an electronic waste polluted region in South 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.