الأمم المتحدة

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

SC

UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2

Distr.: General
16 November 2017

Arabic
Original: English

اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة

لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة
الاجتماع الثالث عشر
روما، ١٧-٢٠ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٧

تقرير لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة عن أعمال اجتماعها الثالث عشر

إضافة

تقييم إدارة المخاطر بشأن حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به

في الاجتماع الثالث عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة اعتمدت اللجنة، بموجب مقررها المقرر ل ا ث-٢/١٣، تقييما لإدارة المخاطر بشأن حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به، استنادا إلى المشروع الوارد في مذكرة الأمانة (UNEP/POPS/POPRC.13/3)، بصيغتها المنقحة خلال الاجتماع. ويرد نص تقييم إدارة المخاطر بصيغته المعتمدة في مرفق هذه الإضافة، دون تحرير رسمي.

المرفق

حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به

تقييم إدارة المخاطر

تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٧

المحتويات

موجز تنفيذي **٤**
١ – مقدمة **٨**
١–١ الهوية الكيميائية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به ٨
١–٢ استنتاجات لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة فيما يتعلق بالمعلومات الواردة في المرفق هاء ١١
١–٣ مصادر البيانات ١٢
١–٣–١ عرض عام للبيانات التي قدمتها الأطراف والمراقبون ١٢
١–٣–٢ مصادر البيانات الرئيسية الأخرى ١٢
١–٤ حالة المادة الكيميائية في الاتفاقيات والأُطر الدولية ١٣
١–٥ إجراءات الرقابة الوطنية والدولية ١٣
٢ – معلومات موجزة تتعلق بتقييم إدارة المخاطر **١٦**
٢–١ تحديد تدابير الرقابة الممكنة ٢٠
٢–٢ فعالية ونجاعة تدابير الرقابة المحتملة في تحقيق أهداف خفض المخاطر ٢٠
٢–٢–١ تقييم استخدامات وإنتاج البدائل المفلورة القصيرة السلسلة ٢٧
٢–٢–٢ تكاليف تنفيذ تدابير الرقابة وفوائدها ٣٦
٢–٣ معلومات عن البدائل (منتجات وعمليات) ٤٠
٢–٣–١ لمحة عامة عن البدائل ٤٠
٢–٣–٢ الجوانب الخاصة بقطاع معين ٤١
٢–٣–٣ الاستخدامات التي لم تحدد لها بدائل حالياً ٥٣
٢–٤ موجز المعلومات عن آثار تنفيذ تدابير الرقابة الممكنة على المجتمع ٥٧
٢–٤–١ الصحة، بما ذلك الصحة العامة والبيئية والمهنية ٥٧
٢–٤–٢ الزراعة وتربية الأحياء المائية والغابات ٥٩
٢–٤–٣ الكائنات الحية (التنوع البيولوجي) ٦٠
٢–٤–٤ الجوانب الاقتصادية ٦٠
٢–٤–٥ التحرك صوب التنمية المستدامة ٦٢
٢–٤–٦ التكاليف الاجتماعية ٦٣
٢–٥ الاعتبارات الأخرى ٦٣
٢–٥–١ إمكانية الوصول إلى المعلومات وتثقيف الجمهور ٦٣
٢–٥–٢ حالة الرقابة والقدرة على الرصد ٦٤
٣– تجميع للمعلومات **٦٥**
٣–١ تلخيص لمعلومات موجز المخاطر ٦٥
٣–٢ موجز معلومات تقييم إدارة المخاطر ٦٦
٣–٣ التدابير المقترحة لإدارة المخاطر ٧١
٤ – البيان الختامي **٧١**

موجز تنفيذي

١ - قدم الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء فيه اقتراحاً في حزيران/يونيه ٢٠١٥ بإدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به[١] في المرفقات ألف و/أو باء و/أو جيم لاتفاقية استكهولم (UNEP/POPS/POPRC.11/5). وفي الاجتماع الثاني عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة الذي عقد في أيلول/سبتمبر ٢٠١٦ خلصت اللجنة إلى أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك هو مادة مقاومة للتحلل وتتراكم بيولوجياً وسامة للحيوانات بما فيها الإنسان. وينتشر الحمض وعدد من المركبات المرتبطة على نطاق واسع في مكونات البيئة وفي الكائنات الحية والبشر. وبالتالي فإن من المرجح أن يؤدي حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به التي تتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك، نتيجة انتقالها البيئي البعيد المدى، إلى آثار صحية كبيرة ضارة بصحة الإنسان و/أو البيئة، مما يتطلب اتخاذ إجراء عالمي بشأنها (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

٢ - ويُحدد نطاق المواد الكيميائية المشمولة بالتعريف في الفقرة ٢١ من تقييم إدارة المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2)، وتتضمن الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1 قائمة شاملة للمواد.

٣ - ويستخدم الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به في طائفة واسعة من التطبيقات والمنتجات الاستهلاكية في العديد من القطاعات (للتفاصيل انظر UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2). كذلك يستخدم الحمض وأملاحه، أو كان يستخدم، في الأساس، كمواد معالجة مساعدة في إنتاج الإلاستومرات الفلورية والبوليمرات الفلورية، ويؤدي الإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر (PTFE) دور بوليمر فلوري هام يستخدم في إنتاج أدوات الطبخ غير القابلة للالتصاق على سبيل المثال. وتستخدم المركبات المرتبطة بالحمض، بما في ذلك البوليمرات الفلورية الجانبية السلسلة كمواد خافضة للتوتر السطحي وعوامل لمعالجة السطوح، على سبيل المثال في المنسوجات والورق والدهانات ورغاوى مكافحة الحرائق. وتشير المعلومات المتاحة في تقييم إدارة المخاطر إلى أن تلك هي الاستخدامات التي تستهلك أكبر كمية من حمض البنتاديكافلوروكتانويك.

٤ - وتحدث الإطلاقات من عمليات الإنتاج والاستخدام والتخلص الجارية. وتحدث إطلاقات مباشرة من الحمض و/أو المركبات المرتبطة به إلى البيئة من عملية إنتاج المواد الخام (بما فيها شوائب حمض البنتاديكافلوروكتانويك في تصنيع المركبات المرتبطة بالحمض وبعض البدائل)، وأثناء معالجة المادة الكيميائية واستخدامها والتخلص منها، ومن المواد المعالَجة ومن المنتجات الملوثة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك. والنواقل الرئيسية لانبعاثات حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه هي المياه العادمة والجسيمات/الهباء الجوي. وتحدث إطلاقات غير مباشرة من الحمض من التحلل (الضوئي) للكائنات الحية وغير الحية أو تحول السلائف. وتحدث إطلاقات من المركبات المرتبطة بالحمض، على النحو المحدد في الفقرة ٢١، إلى الهواء والماء والتربة والنفايات الصلبة، وتتحلل هذه المركبات، بدرجة أكبر أو أقل، لتكون الحمض في البيئة والكائنات الحية. وتساهم إطلاقات الحمض من التحلل بنصيب كبير في إطلاقاته إلى بعض البيئات المحلية مثل البيئات الداخلية النائية (للتفاصيل انظر UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

---

(١) تُعرَّف المركبات المرتبطة بالحمض بشكل مختلف وفقاً للنطاق الكيميائي في نهج مختلفة. وفي هذه الوثيقة يستخدم مصطلح ''المركبات المرتبطة بحامض البنتاديكافلوروكتانويك'' وفق التعريف الوارد في الفرع ١-١. وفي حال اقتباس المصطلح من مصادر أخرى للمعلومات فإن الصيغة الأصلية للمصطلحات المناظرة، مثل ''المواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك'' (مثلاً المستخدمة في التقرير ECHA 2015a)، تظل كما هي.

٥ - وتركز أنشطة النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية على الصعيد العالمي على جمع وتبادل المعلومات بشأن المواد الكيميائية البيرفلورية ودعم الانتقال إلى بدائل أكثر أماناً. وبُذلت جهود طوعية للتخلص التدريجي من الحمض والمواد المتصلة به، ومن تلك الجهود برنامج الإشراف على حمض البنتاديكافلوروكتانويك التابع لوكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة والأعمال التي تنفذها المؤسسات الصناعية. وفي عام ٢٠٠٦ وافقت الجهات الرئيسية الثمانية المصنعة للبوليمرات الفلورية والفلوروتيلومرات في الولايات المتحدة وأوروبا واليابان على التخلص التدريجي من إنتاجها ومن استخدام الحمض والمواد الطويلة السلسلة المتصلة به بحلول نهاية عام ٢٠١٥. ويوجد برنامج مماثل لدى الجهات المصنعة في كندا. وقد نجح جميع المشاركين في برنامج الإشراف في إزالة المواد الكيميائية تقريباً من انبعاثات المصانع ومحتوى المنتجات. ولم تشمل عملية التخلص التدريجي الطوعية المصنعين الذين يستخدمون الحمض في البلدان التي لا تشكل جزءاً من الجهود الطوعية، أي بما في ذلك البلدان التي يوجد بها مصنعون و/أو مستخدمون كبار للحمض مثل الصين والهند وروسيا (للتفاصيل انظر UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

٦ - وهناك نُهج تنظيمية لإدارة المخاطر تنفَّذ أو يجري تنفيذها في العديد من الإجراءات الوطنية للرقابة التشريعية مثل النرويج والاتحاد الأوروبي (التقييد القائم) وفي كندا. وتحظر هذه الإجراءات صنع الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به وطرحها في الأسواق واستخدامها، مع بعض الإعفاءات (المحددة أو غير المحددة زمنياً). واستناداً إلى التقييمات التقنية والاجتماعية والاقتصادية فإن هذه النهج المتعلقة بإدارة المخاطر تعتبر مجدية من الناحيتين التقنية والاقتصادية. وفي عام ٢٠١٦ نشرت كندا تشريعات تحظر الحمض وأملاحه وسلائفه وكذلك المنتجات التي تحتوي عليها، ما لم تكن موجودة في أصناف مصنعة، مع عدد محدود من الإعفاءات. وتحظر النرويج استخدام الحمض في المنتجات الاستهلاكية والمنسوجات منذ عام ٢٠١٤ مع بعض الإعفاءات. ويقيد الاتحاد الأوروبي تصنيع الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به والأشياء التي تحتوي على هذه المواد وطرحها في الأسواق واستخدامها (بما في ذلك استيرادها). وينظر نهج إدارة المخاطر الذي يطبقه الاتحاد الأوروبي في منح إعفاءات لاستخدامات معينة، بيد أنه لا يشمل تحلل المواد البيرفلوروألكيلية والمواد البوليفلوروألكيلية (PFASs) الطويلة السلسلة مكونةً الحمض. وفي الولايات المتحدة تتطلب قاعدة اقتُرحت في عام ٢٠١٥ من الجهات المصنعة للحمض والمركبات الكيميائية المرتبطة به أن تخطر وكالة حماية البيئة بالاستخدامات الجديدة لهذه المواد الكيميائية للسماح بتقييم الاستخدامات الجديدة والقيام، عند الضرورة، باتخاذ إجراءات تمنع أو تحد من النشاط المعني.

٧ - وعند وضع نهج تنظيمية لإدارة مخاطر الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به في كندا والاتحاد الأوروبي والنرويج جرى تضمين معلومات تقنية واجتماعية اقتصادية في عملية صنع القرار للسماح ببعض الإعفاءات. وبشكل عام فإن هذه النهج المتعلقة بإدارة المخاطر تعتبر مجدية من الناحيتين التقنية والاقتصادية. وتشير المعلومات الواردة من الجهات صاحبة المصلحة في قطاع الصناعة أثناء تطبيق هذه العمليات التنظيمية إلى أن منح إعفاءات مع حد زمني أو بدونه ضروري لاستخدامات معينة حيث أكدت الجهات صاحبة المصلحة في هذا الخصوص أن البدائل غير مجدية من الناحية الاقتصادية و/أو التقنية، وخلصت اللجان العلمية إلى نفس الاستنتاج. ويعتبر فرض حظر على الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به مع احتمال منح إعفاءات محددة لبعض الاستخدامات مجدياً أيضاً من الناحية التقنية والاقتصادية بمقتضى اتفاقية استكهولم.

٨ - وتشير المعلومات عن مدى توفر البدائل مع الأخذ في الاعتبار الفعالية والكفاءة إلى أن البدائل المناسبة قد لا تكون متاحة في الوقت الراهن للعديد من الاستخدامات، وهي: (١) المعدات المستخدمة في صناعة أشباه الموصلات والهياكل الأساسية ذات الصلة؛ (٢) أحبار الطباعة اللاتكسية؛ (٣) المنسوجات المصممة لحماية

العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم وسلامتهم؛ (٤) الأغشية المعدة للاستخدام في المنسوجات الطبية، والترشيح في عمليات معالجة المياه وعمليات الإنتاج ومعالجة النفايات السائلة؛ (٥) الطلاءات النانوية البلازمية؛ (٦) الأجهزة الطبية؛ (٧) إنتاج الأجهزة الطبية المصممة للاستزراع داخل الجسم؛ (٨) الطلاءات الفوتوغرافية المستخدمة على الأفلام أو الأوراق أو لوحات الطباعة؛ (٩) عمليات الطباعة بصفائح مُعدة فوتوغرافياً لأشباه الموصلات أو في عمليات النقش لأشباه الموصلات المركبة؛ (١٠) بعض المواد الكيميائية الصيدلانية؛ (١١) استخدام السلفوراميد. بيد أن هناك بدائل قيد التطوير فيما يخص معظم هذه الاستخدامات. وعند تقييد أو حظر الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به بموجب اتفاقية استكهولم يمكن النظر في هذا الأمر من خلال منح إعفاءات محددة المدة أو السماح بالاستخدام لأغراض مقبولة دون حد زمني.

٩ - وبالمثل، وفق ما هو متوقع من النُّهج الكندية والنرويجية ونهج الاتحاد الأوروبي فإن تقييد أو حظر الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به على النطاق العالمي سيكون له أثر إيجابي على صحة الإنسان والبيئة بما في ذلك الكائنات الحية، والزراعة من خلال خفض الانبعاثات ومن ثم التعرض. ومن غير الممكن تحديد الحجم الكامل لمخاطر الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به كمياً. وتعتمد إدارة مخاطر هذه المواد على البيانات العلمية والإجراءات الاحترازية لتفادي الآثار السلبية الحادة أو غير القابلة للإصلاح التي من المحتمل أن تنجم عن الانبعاثات المستمرة غير المقيدة. ومن المتوقع أن تشكل البدائل المتاحة مخاطر صحية أقل مقارنةً بالاستخدام غير المقيد للحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به.

١٠ - ويعتبر نهج الاتحاد الأوروبي والنهجان النرويجي والكندي لإدارة المخاطر ذات تأثيرات معتدلة من حيث التكلفة نظراً لأن السوق يعمل بالفعل على استبدال الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به، ولأن نُهج إدارة المخاطر توفر إعفاءات لاستخدامات مع حدود زمنية أو بدونها. ويمكن توقع نفس الشيء من النهج التنظيمية والطوعية التي طُبقت في الولايات المتحدة وأستراليا. وقد جرى بالفعل في العديد من البلدان تنفيذ بدائل للحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به ذات كلفة تنافسية ولا تظهر خصائص الملوثات العضوية الثابتة. وهذا يدل على الجدوى الاقتصادية والتقنية الجزئية للبدائل. إن استبدال هذه المركبات ببدائل مناسبة يؤدي إلى تحقيق وفورات في التكاليف الصحية والبيئية ناتجة عن انخفاض مستوى التعرض. وعلاوةً على ذلك فإن فرض تقييد أو حظر يمنع حدوث المزيد من التلوث للمياه السطحية والمياه الجوفية والتربة، ومن ثم خفض تكاليف تحديد المواقع الملوثة ومعالجتها.

١١ - ويتكون الحمض عن غير قصد عند الحرق غير الكامل للبوليمرات الفلورية.

١٢ - وتوصي اللجنة، وفقاً للفقرة ٩ من المادة ٨ من الاتفاقية، بأن ينظر مؤتمر الأطراف في اتفاقية استكهولم في إدراج الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به وأن يحدد تدابير الرقابة ذات الصلة.

١٣ - واستناداً إلى تقييم الاستخدامات وكفاءة وفعالية تدابير الرقابة المحتملة، توصي اللجنة بأن ينظر مؤتمر الأطراف في إدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به في المرفق ألف أو باء للاتفاقية، مع إعفاءات محددة في الحالات التالية:

(أ) لمدة خمس سنوات اعتباراً من دخول التعديل حيز النفاذ، وفقاً للمادة ٤:

'١' صناعة أشباه الموصلات أو الأجهزة الإلكترونية ذات الصلة:

أ- الهياكل الأساسية المتصلة بالمعدات أو مصانع الإنتاج التي تتضمن البوليمرات الفلورية و/أو الإلاستومرات الفلورية المحتوية على بقايا حمض البنتاديكافلوروكتانويك؛

ب- الهياكل الأساسية المتعلقة بالمعدات العتيقة أو مصانع الإنتاج العتيقة وصيانتها؛

ج- عمليات الطباعة أو النقش بصفائح مُعدة فوتوغرافياً؛

'٢' الطلاءات الفوتوغرافية المستخدمة على الأفلام؛

'٣' المنسوجات الطاردة للماء أو الزيت المخصصة للحماية من السوائل الخطرة التي تُستخدم لحماية العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم أو سلامتهم؛

(ب) لمدة عشر سنوات اعتباراً من تاريخ بدء نفاذ التعديل، لصناعة أشباه الموصلات أو الأجهزة الإلكترونية ذات الصلة: تجديد القطع التي تتضمن البوليمرات الفلورية أو الإلاستومرات الفلورية المحتوية على بقايا حمض البنتاديكافلوروكتانويك، لأغراض المعدات العتيقة أو قطع التجديد العتيقة؛

(ج) استخدام يوديد البيرفلوروكتان لإنتاج بروميد البيرفلوروكتان بغرض إنتاج المستحضرات الصيدلانية، مع استعراض مدى استمرار الحاجة إلى الإعفاءات. وعلى أية حال ينبغي أن تنتهي مدة الإعفاءات المحددة في موعد لا يتجاوز عام ٢٠٣٦.

١٤ - وتدعو اللجنة الأطراف والجهات المراقبة، بما في ذلك الصناعات المعنية، إلى تقديم معلومات من شأنها أن تساعد اللجنة على التعيين المحتمل للإعفاءات المحددة لإنتاج واستخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به، لاسيما في التطبيقات التالية:

(أ) الأغشية المخصصة للاستخدام في المنسوجات الطبية وتنقية المياه وعمليات الإنتاج ومعالجة النفايات السائلة: معلومات عن نطاق التطبيقات والكميات المستخدمة وتوافر البدائل والجوانب الاجتماعية-الاقتصادية؛

(ب) المواد الوسيطة المعزولة المنقولة للسماح بإعادة معالجتها في موقع آخر بخلاف موقع الإنتاج: معلومات عن الكميات المستخدمة ومدى النقل ومخاطره والاستخدام؛

(ج) الأجهزة الطبية: معلومات عن التطبيقات/الاستخدامات المحددة والمواعيد الزمنية المتوقعة للإعفاءات المحتملة ذات الصلة؛

(د) الأجهزة الطبية القابلة للزرع: معلومات عن الكميات المستخدمة ومدى النقل ومخاطره والاستخدام؛

(هـ) قطاع التصوير الفوتوغرافي: معلومات عن الورق والطباعة ومعلومات مفيدة للبلدان النامية؛

(و) صناعة السيارات: معلومات عن قطع الغيار؛

(ز) رغاوى مكافحة الحرائق: معلومات عن التركيب الكيميائي للخلائط والكميات المجهزة مسبقا من خلائط رغاوى مكافحة الحرائق.

١٥ - بالنسبة للتطبيقات المذكورة أعلاه، يُرحب بتقديم المعلومات عن الجوانب الاجتماعية-الاقتصادية والمعلومات الأخرى ذات الصلة.

١٦ - وبالإضافة إلى ذلك، ستقوم اللجنة خلال فترة ما بين الدورات بجمع وتقييم معلومات إضافية بهدف الإدراج المحتمل حمض البنتاديكافلوروكتانويك في المرفق جيم، وهي معلومات تقدمها الأطراف والجهات المراقبة وتساعد على مواصلة التقييم الذي تضطلع به اللجنة حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به، فيما يتعلق بتكوينه وإطلاقه بصورة عرَضية، لا سيما في سياق الإنتاج الأولي للألمنيوم ومن الاحتراق غير التام. وفي هذا الصدد، يُدعى الخبراء ذوو الصلة المشاركون في مختلف العمليات العلمية والتقنية لاتفاقيتي استكهولم وبازل بصفة خاصة إلى تقديم المساهمات على النحو المبين في المقرر ا س-٢١/٨.

١ - مقدمة

١٧ - قدم الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء فيه اقتراحاً في حزيران/يونيه ٢٠١٥ بإدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به في المرفقات ألف وباء و/أو جيم لاتفاقية استكهولم (UNEP/POPS/POPRC.11/5). ونظرت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في هذا الاقتراح في اجتماعها الحادي عشر الذي عقد في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٥، حيث خلصت إلى أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك يستوفي معايير الفرز الواردة في المرفق دال، وأنه ينبغي تناول المسائل المتعلقة بإدراج المركبات المرتبطة بهذا الحمض، التي يُحتمل أن تتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك ومسألة إدراج أملاح حمض البنتاديكافلوروكتانويك في مشروع موجز المخاطر (انظر المقرر ل.ا.ث-١١/٤).

١٨ - والمواد التي يشملها موجز المخاطر هي حمض البنتاديكافلوروكتانويك بما في ذلك آيسومراته وأملاحه والمركبات المرتبطة به. واعتمدت اللجنة في اجتماعها الثاني عشر الذي عقد في أيلول/سبتمبر ٢٠١٦، بموجب مقررها ل.ا.ث-١٢/٢، موجز المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2) وقررت إنشاء فريق عامل فيما بين الدورات لكي يعد تقييماً لإدارة المخاطر يتضمن تحليلاً لتدابير الرقابة الممكنة فيما يخص الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به وفقاً للمرفق واو للاتفاقية. يضاف إلى ذلك، أن اللجنة دعت الأطراف والمراقبين إلى أن يقدموا إلى الأمانة المعلومات المحددة في المرفق واو قبل التاسع من كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٦.

١٩ - وتمشياً مع موجز المخاطر يركز تقييم إدارة المخاطر على هذا الحمض بما في ذلك آيسومراته وأملاحه والمركبات المرتبطة به. ويرد تقييم إدارة المخاطر هذا مشفوعاً بوثيقة معلومات أساسية (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6)، وترد أيضاً، بهدف المساعدة في تحديد المركبات المرتبطة بالحمض، قائمةٌ غير حصرية بالمواد المشمولة أو غير المشمولة بتقييم إدارة المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1).

١-١ الهوية الكيميائية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به

٢٠ - يندرج حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به ضمن مجموعة المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (PFASs). ولا تحلل الأحماض البيرفلوروية، مثل حمض البنتاديكافلوروكتانويك، في البيئة وفي الكائنات الحية (بما فيها الإنسان). ويمكن أن تتحلل بعض الأحماض البيرفلورية لمواد بيرفلورية مقاومة للتحلل مثل حمض البنتاديكافلوروكتانويك في الظروف البيئية، وبالتالي فهي سلائف. هذه المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية التي يمكن أن تتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك في البيئة وفي الكائنات الحية يشار إليها على أنها مركبات مرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك.

٢١ - ويغطي تقييم إدارة المخاطر ما يلي:

(أ) حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، رقم المفوضية الأوروبية: ٩-٣٩٧-٢٠٦) بما في ذلك أي من آيسومراته المتفرعة السلسلة؛

(ب) أملاحه؛

(ج) والمركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك، وتشمل، لأغراض تقييم إدارة المخاطر هذا، أية مواد تتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك، بما في ذلك أية مواد (بما في ذلك الأملاح والبوليمرات) تتضمن مجموعة بيرفلوروهبتيل مستقيمة أو متفرعة السلسلة يشكل الشق (C_7F_{15}) أحد المكونات الهيكلية فيها، ومن ذلك على سبيل المثال:

'١' البوليمرات التي تحتوي سلاسل جانبية بيرفلوروألكيلية بها ثماني ذرات كربون أو أكثر[٢]؛

'٢' المركبات الفلوروتيلومرية ٨:٢؛

'٣' المركبات الفلوروتيلومرية ١٠:٢.

المركبات أدناه لا تتحلل لتكون حمض البنتاديكافلوروكتانويك ولذلك لم تدرج بوصفها مركبات مرتبطة بهذا الحمض:

'١' المركب (C_8F_{17}-X)، حيث X هي ذرة فلور أو كلور أو بروم؛

'٢' البوليمرات الفلورية[٣] المشمولة بالصيغة '$CF_3[CF_2]n$-R'، حيث 'R = أية زمرة يقل عدد الذرات (n) فيها عن ١٦[٤]؛

'٣' الأحماض الكربوكسيلية أو الفوسفونية البيرفلوروألكيلية (بما في ذلك أملاحها وإستراتها وهالیداتها وآنهيدراتها) التي بها ٨ ذرات كربون بيرفلورية أو أكثر؛

'٤' أحماض السلفونيك البيرفلوروألكانية (بما في ذلك أملاحها وإستراتها وهالیداتها وآنهيدراتها) التي بها ٩ ذرات كربون بيرفلورية أو أكثر؛

'٥' حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وأملاحه وفلوريد السلفونيل البيرفلوروكتاني المدرجة في المرفق باء باتفاقية استكهولم؛

٢٢ - وترد في الجدولين ١ و٢ بيانات موجزة عن حمض البنتاديكافلوروكتانويك[٥]. كما ترد جداول بيانات أملاح حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات المرتبطة به في وثيقة معلومات عامة تابعة لموجز المخاطر (انظر الفرع ١-١ من الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.12/INF/5).

الجدول ١: معلومات تتعلق بالهوية الكيميائية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك

الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:	١-٦٧-٣٣٥
الاسم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:	Octanoic acid, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentadecafluoro-

(٢) دوبونت (DuPont)، ١٩٩٨. معلومات تقنية: مواد زونيل الكيميائية الفلورية الوسيطة.

(٣) البوليمرات الفلورية هي بوليمرات يتكون هيكلها من الكربون فقط، وترتبط ذرة الفلور مباشرة بذرة من ذرات الكربون الهيكلية.

(٤) مثل الإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر (PTFE) وبوليمر البروبيلين إيثيلين المفلور (FEP) وبوليمر البيرفلوروألوكسي (PFA).

(٥) الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1.

الاسم لدى الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية:	حمض البنتاديكافلوروكتانويك
الرقم لدى المفوضية الأوروبية:	٢٠٦-٣٩٧-٩
الاسم لدى المفوضية الأوروبية:	حمض البنتاديكافلوروكتانويك
الصيغة الجزيئية	$C_8HF_{15}O_2$
الوزن الجزيئي	٤١٤,٠٧ غم/مول
مترادفات	Perfluorooctanoic acid; PFOA; pentadecafluoro-1-octanoic acid; perfluorocaprylic acid; perfluoro-n-octanoic acid; pentadecafluoro-n-octanoic acid; pentadecafluorooctanoic acid; n-perfluorooctanoic acid; 1-cctanoic acid, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentadecafluoro

الجدول ٢: عرض عام للخواص الكيميائية والفيزيائية ذات الصلة لحمض البنتاديكافلوروكتانويك

الخواص	القيمة	المرجع/التعليق
الحالة الفيزيائية عند درجة حرارة ٢٠مْ وضغط ١٠١,٣ كيلو باسكال	صلب	(Kirk, 1995)
نقطة الذوبان/التجمد	54,3 مْ 44-56,5 مْ	(Lide, 2003) (Beilstein, 2005) cited in (ECHA, 2013a)
نقطة الغليان	188 م° (١٠١٣,٥ هيكتوباسكال) 189 م° (٩٨١ هيكتوباسكال)	Lide, 2003 Kauck and Diesslin, 1951
ضغط البخار	٤,٢ باسكال (٢٥ مْ) للحمض؛ مستنبطة من بيانات مقيسة ٢,٣ باسكال (٢٠ مْ) للحمض؛ مستنبطة من بيانات مقيسة ١٢٨ باسكال (٥٩,٣ مْ) للحمض؛ مستنبطة من بيانات مقيسة	(Kaiser et al., 2005); (Washburn et al., 2005) (Washburn et al., 2005) (Washburn et al., 2005)
الذوبانية في الماء	٩,٥ غم/ل (٢٥ مْ) ٤,١٤ غم/ل (٢٢ مْ)	Kauck and Diesslin, 1951 (Prokop et al., 1989)
ثابت التفكك	٠,٥ تقريباً أقل من ١,٦، مثلاً ٠,٥ ١,٥-٢,٨	(Johansson et al. 2017) (Vierke et al., 2013) (Kissa, 2001)
الرقم هيدروجيني (pH)	٢,٦ (١ غم/ل عند ٢٠مْ)	(ECHA, 2015a) (لم يتسن تحديد مدى موثوقية هذا المرجع)

٢٣ - ويرد بيان لطرق التصنيع الرئيسية للمواد القائمة على الفلوروتيلومرات بما في ذلك البوليمرات المفلورة الجانبية السلسلة إضافةً إلى لمحة عامة عن طرق تصنيع البوليمرات الفلورية الرئيسية في شكلين يعرضان معلومات تكميلية مقدمة من المكتب الاتحادي السويسري للبيئة (انظر الفرع الأول من التقرير FOEN, 2017). وعلاوةً على ذلك ترد في تلك الوثيقة معلومات محددة موجزة بشأن تحول/تحلل الفلوروتيلومرات (انظر الفرع الثاني من تقرير المكتب الاتحادي لشؤون البيئة في سويسرا FOEN، لعام ٢٠١٧).

٢٤ - وهناك عمليتا تصنيع لإنتاج حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به، هما: الفلورة الكهروكيميائية (ECF) والتلمرة. وبدايةً من عام ١٩٤٧ وحتى عام ٢٠٠٢ استخدمت عملية الفلورة الكهروكيميائية بصورة رئيسية في تصنيع بيرفلوروكتانوات الأمونيوم (APFO، ملح الأمونيوم من حمض البيرفلوروكتانويك) في جميع أنحاء العالم (٨٠-٩٠ ٪ في عام ٢٠٠٠) مما يؤدي إلى إنتاج خليط من الآيسومرات المتفرعة والمستقيمة السلسلة (٧٨ في المائة آيسومرات مستقيمة و٢٢ في المائة آيسومرات متفرعة السلسلة). وفي عملية الفلورة الكهروكيميائية يشيع استخدام فلوريد الأوكتانويل لإنتاج فلوريد البيرفلوروكتانويل الذي يدخل في تفاعلات إضافية لينتج حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه (Buck et al., 2011). إضافةً إلى ذلك استخدمت بعض الجهات المصنعة عملية التلمرة لإنتاج حمض بنتاديكافلوروكتانويك مستقيم السلسلة ومركبات مرتبطة به مستقيمة السلسلة. وفي عملية التلمرة يتفاعل يوديد بيرفلوروألكيل أولي (تيلوجين) مع إيثيلين رباعي الفلور (تاكسوجين) لينتج خليطا من اليوديدات البيرفلوروألكيلية ذات سلاسل بيرفلوروألكيلية متفاوتة الطول (التيلومر ألف). ويدخل التيلومر ألف في تفاعلات إضافية لكي يُدخل الإيثيلين ويكوِّن اليوديدات الفلوروتيلومرية (التيلومر باء) التي تستخدم بعد ذلك في إنتاج العديد من المنتجات القائمة على الفلوروتيلومرات. وتشير دراسة أخرى إلى أن بعض الجهات المصنعة في الصين لا تزال تستخدم الفلورة الكهروكيميائية (Jiang et al., 2015). ولا يزال يجري إنتاج حمض البنتاديكافلوروكتانويك على النطاق العالمي باستخدام الفلورة الكهروكيميائية إلا أن معظم الجهات المصنعة التي تستخدم التلمرة أوقفت إنتاج الحمض والمركبات المرتبطة به (Wang et al., 2014a).

٢٥ - ويحدد معيار المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO 25101:2009) طريقةً لتحديد آيسومرات الحمض المستقيمة السلسلة في عينات غير نقية من مياه الشرب والمياه الجوفية والمياه السطحية (المياه العذبة ومياه البحر) باستخدام الاستشراب السائلي العالي الأداء والقياس الطيفي الكتلي الترادفي (HPLC MS/MS). ويمكن تطبيق هذه الطريقة على تركيزات تتراوح من ١٠ نانوغم/ل إلى ١٠ ٠٠٠ نانوغم/ل للحمض. واعتماداً على الوسط المحيط يمكن تطبيق هذه الطريقة أيضاً على تركيزات أعلى تتراوح من١٠٠ نانوغم/ل إلى ٢٠٠ ٠٠٠ نانوغم/ل بعد تخفيف العينة بشكل مناسب أو تخفيض حجمها (ISO 2009). ووفقاً لموجز طرائق معالجة الحمض في تقرير الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (ECHA, 2015a) فإن حدود القياس الكمي تتراوح، اعتماداً على الطريقة المستخدمة، من جزء واحد من البليون إلى ٢٠٠٠ جزء من البليون (للاطلاع على المزيد من التفاصيل انظر ECHA, 2015a,b,c). وتحول الخصائص الكيميائية والفيزيائية الفريدة للحمض دون قياسه باستخدام التحليل التقليدي. وثبت أن تقنيات التحليل الأكثر تعقيداً التي تستخدم الاستشراب السائلي والقياس الطيفي الكتلي الترادفي (LC/MS-MS) أكثر موثوقية لتحليل الحمض في العينات البيولوجية والبيئية، وبالتالي فهي الطرق التحليلية المفضلة (Xu et al., 2013; EFSA, 2008; Loos et al., 2007). وقد سمح هذا النوع من التحليل بتحديد دقيق للكثير من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (PFASs)، بما في ذلك حمض البنتاديكافلوروكتانويك في الهواء والمياه والتربة (ATSDR, 2015).

١-٢ استنتاجات لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة فيما يتعلق بالمعلومات الواردة في المرفق هاء

٢٦ - خلصت اللجنة في اجتماعها الحادي عشر (المقرر ل ا ث-٤/١١) إلى أن اقتراح الاتحاد الأوروبي بإدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به يستوفي المعايير الواردة في المرفق دال بالاتفاقية (UNEP/POPS/POPRC.12/11).

٢٧ - واستناداً إلى مشروع موجز المخاطر الخاص بحمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به، ووفقاً للفقرة ٦ من المادة ٨ من الاتفاقية (UNEP/POPS/POPRC.12/11)، اعتمدت اللجنة موجز المخاطر لحمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2):

(أ) قررت، وفقاً للفقرة ٧ (أ) من المادة ٨ من الاتفاقية، أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به من المرجح أن تؤدي، نتيجة لانتقالها البعيد المدى في البيئة، إلى آثار شديدة الضرر بصحة البشر و/أو البيئة، مما يستلزم اتخاذ إجراء عالمي بصددها؛

(ب) قررت أيضاً، وفقاً للفقرة ٧ (أ) من المادة ٨ من الاتفاقية والفقرة ٢٩ من مرفق المقرر ا س -١/٧ الصادر عن مؤتمر الأطراف، أن تنشئ فريقاً عاملاً بين الدورات لإعداد تقييم لإدارة المخاطر يشتمل على تحليل لتدابير الرقابة الممكنة على حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به، وفقاً للمرفق واو من الاتفاقية؛

(ج) دعت الأطراف والمراقبين، وفقاً للفقرة ٧ (أ) من المادة ٨ من الاتفاقية، إلى أن تزود الأمانة بالمعلومات المحدّدة في المرفق واو في موعد أقصاه ٩ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٦.

١-٣ مصادر البيانات

١-٣-١ *عرض عام للبيانات التي قدمتها الأطراف والمراقبون*

٢٨ - يستند تقييم إدارة المخاطر هذا في المقام الأول على المعلومات التي قدمتها الأطراف في الاتفاقية والمراقبون. وقدمت الأطراف التالية المعلومات المحددة في استمارات المرفق واو:

(أ) الأطراف: أذربيجان، أستراليا، كندا، الصين، كولومبيا، الدانمرك، والهند، واليابان، وموريشيوس، وموناكو، النمسا، والنرويج، وصربيا؛

(ب) المراقبون: الرابطة البافارية للمنسوجات والملابس (VTB) بالتعاون مع رابطة النسيج الجنوبية الغربية (SWT)، والجمعية الأوروبية للألبسة والمنسوجات (Euratex)، ومجلس الصناعة العالمي للتكنولوجيا الفلورية (Fluoro Council)، واتحاد صناعة المنسوجات والأزياء الألمانية، ورابطة التصوير والطباعة في أوروبا (I&P Europe)، والشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة (IPEN)، ورابطة صناعة أشباه الموصلات (SIA).

١-٣-٢ *مصادر البيانات الرئيسية الأخرى*

٢٩ - إضافةً إلى المراجع المذكورة أعلاه والتعليقات الواردة من الأطراف والمراقبين[٦]، استخدمت معلومات من مصادر المعلومات المفتوحة وكذلك المؤلفات العلمية (انظر قائمة المراجع). واستخدمت المراجع الرئيسية التالية كأساس لوضع هذه الوثيقة:

(٦) http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

(أ) موجز مخاطر حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2)؛

(ب) بيان تحليلات الأثر التنظيمي المتصل بنهج إدارة المخاطر الكندي (Canada 2016c)؛

(ج) تقرير بشأن اقتراح الاتحاد الأوروبي تقييد حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به (ECHA, 2014a) وآراء اللجان العلمية ذات الصلة في الاتحاد الأوروبي (ECHA, 2015b, 2015c)، والصيغة المعدلة من التقرير (ECHA, 2015a)، والتقييد الحالي الذي يفرضه الاتحاد الأوروبي (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧).

١-٤ حالة المادة الكيميائية في الاتفاقيات والأُطر الدولية

٣٠ - أجري استعراض لحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وحمض البنتاديكافلوروكتانويك في إطار لجنة أوسلو/باريس لحماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي (OSPAR) من أجل تقييم الآثار المحتملة على البيئة. وأدى ذلك إلى إدراج الحمض على قائمة المواد الكيميائية ذات الأولوية التي يتعين اتخاذ إجراءات بشأنها في عام ٢٠٠٣، رغم أن الحمض لم يضف إلى تلك القائمة في ذلك الوقت (OSPAR, 2006).

٣١ - وتشكل المواد الكيميائية البيرفلورية والانتقال إلى بدائل أكثر أماناً إحدى المسائل المثيرة للقلق التي يعترف بها النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية. وتركز أنشطة النهج الاستراتيجي على جمع وتبادل المعلومات بشأن المواد الكيميائية البيرفلورية ودعم الانتقال إلى بدائل أكثر أماناً. وقد اضطلعت بتنسيق هذا العمل المجموعة العالمية للمواد الكيميائية البيرفلورية، التي تدعمها منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة.

١-٥ إجراءات الرقابة الوطنية والدولية

٣٢ - قدمت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لمحة عامة تتعلق بنُهج خفض مخاطر المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (OECD, 2015). وتتضمن الوثيقة معلومات عن نُهج خفض المخاطر القائمة في البلدان بما في ذلك تدابير خفض مخاطر الطوعية التي تتخذها الشركات (انظر الصفحات ٦١ إلى ٦٤ من التقرير OECD, 2015). ووفقاً لموجز المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2) والإفادات المقدمة في إطار المرفق واو فإن اللوائح الوطنية و/أو الإقليمية ذات الصلة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك تتألف مما يلي:

(أ) في عام ٢٠١٣، حدد الاتحاد الأوروبي حمض البنتاديكافلوروكتانويك وملح الأمونيوم الناتج عنه (APFO) بوصفهما من المواد المثيرة للقلق الشديد بسبب خصائصهما المقاومة للتحلل وتراكمهما البيولوجي وسميتهما، ومن ثم أدرجت كلتا المادتين في قائمة المواد المرشحة للإدراج في لائحة الاتحاد الأوروبي لتنظيم تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها (ECHA, 2013a, 2013b). وبناءً على الطلب يتعين على قطاع الصناعة إبلاغ المستهلكين بوجود المواد المدرجة في الأصناف الاستهلاكية إذا تعدى تركيز المادة المثيرة للقلق الشديد في هذه الأصناف ٠,١ في المائة (وزن/وزن). ويقيد استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك/ملح الأمونيوم الناتج عنه سواء كان في شكل مادة أو ضمن خليط من أجل توريده إلى المستهلكين وفقاً للائحة (EU) 317/2014)؛

(ب) وفي عام ٢٠١٤، قدمت ألمانيا والنرويج اقتراحاً مشتركاً لتقييد استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك وإدراجه في المرفق السابع عشر (التقييد) للائحة الاتحاد الأوروبي لتنظيم تسجيل المواد

الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها (ECHA, 2014a). وكان الهدف من الاقتراح هو فرض حظر تام على تصنيع حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه وطرحها في الأسواق واستخدامها (بما في ذلك الاستيراد)، بما يشمل المواد التي يمكن أن تتحلل إلى ذلك الحمض (المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك). ويشمل التقييد أيضاً السلع التي تحتوي على هذه المواد. ودخل تقييد الاتحاد الأوروبي حيز النفاذ في ٤ تموز/يوليه ٢٠١٧. وينطبق التقييد بدايةً من ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٠ (European Commission, 2017)؛

(ج) وأدرج حمض البنتاديكافلوروكتانويك في المرفق السادس من لائحة تصنيف ووسم وتغليف المواد (لائحة الاتحاد الأوروبي ورقمها ١٢٧٢/٢٠٠٨)، بموجب لائحة المفوضية (الاتحاد الأوروبي) ذات الرقم ٩٤٤/٢٠١٣ المؤرخة ٢ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٣ (رقم المؤشر: ٦٠٧-٧٠٤-٠٠-٢). وصنّف حمض البنتاديكافلوروكتانويك كمادة مسرطنة (Carc. 2 H351) وكمادة مؤثرة على التكاثر (Repr 1B H360D) وكمادة ضارة بلبن الرضاعة (Lact H362) وكمادة ضارة من الفئة ١ بالرمز (STOT RE 1 H372) (الكبد)، وكمادة ذات سمية حادة في حالة الاستنشاق (Acute tox 4 H332)، وكمادة ذات سمية حادة في حالة البلع (Acute tox 4 H302)، وكمادة ضارة بالعَين (Eye dam 1 H318)؛

(د) وأصدرت وكالة البيئة النرويجية تعديلاً للائحة المنتجات الاستهلاكية في عام ٢٠١٤ حظرت بموجبه استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك في المنتجات الاستهلاكية والمنسوجات. ويتيح هذا التعديل فترة انتقالية تسمح باستيراد وبيع المنتجات المصنعة قبل التخلص التدريجي منها. ومنذ ١ حزيران/يونيه ٢٠١٤، يحظر تصنيع المنسوجات والسجاد وغيرها من المنتجات الاستهلاكية المغلفة والمنتجات الاستهلاكية التي تحتوي على الحمض وفرادى أملاح وإسترات الحمض، وكذلك استيراد هذه المنتجات وتصديرها وطرحها في السوق، مع إعفاءات محددة (النرويج، ٢٠١٦؛ ترد المزيد من التفاصيل في الفرع ٢-٢)؛

(هـ) وفي حزيران/يونيه ٢٠٠٦، نشرت حكومة كندا إشعاراً بخطة عمل لتقييم وإدارة الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية وسلائفها. وتضمنت خطة العمل هذه تدابير لمنع إدخال مواد جديدة إلى كندا من شأنها أن تسهم في زيادة مستوى الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية (PFCAs) الموجودة في البيئة، مع سعي الخطة لأن تتخذ الصناعة إجراءات للتصدي لمصادر الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الموجودة في التجارة الكندية بالفعل. وتحقيقاً لهذه الغاية، تم التوقيع على اتفاق أداء بيئي طوعي في ٣٠ آذار/مارس ٢٠١٠. واتفق الموقعون على الحد من كمية حمض البنتاديكافلوروكتانويك والأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة في المواد الكيميائية البيرفلورية في التجارة الكندية بنسبة ٩٥ في المائة بحلول ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٠، والقضاء عليها فعلياً بحلول ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٥. وحققت الشركات المشاركة الأهداف المحددة بموجب الاتفاق ونُشر التقرير النهائي في ١ حزيران/يونيه ٢٠١٧[٧]. وفي كندا، عقب تقييم الفرز الذي أجري في عام ٢٠١٢، خُلص إلى أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه وسلائفه تفي بمعيار المادة ٦٤ (أ) من قانون حماية البيئة في كندا لعام ١٩٩٩ (CEPA)، وأضيفت هذه المواد إلى قائمة المواد السامة بالجدول ١ من القانون. إضافةً إلى ذلك، نُشرت في كندا في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٦ اللوائح التنفيذية التي جرى بموجبها تعديل لوائح حظر مواد سامة معينة لعام ٢٠١٢. وبدايةً من ٢٣ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٦ تحظر هذه التعديلات حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه وسلائفه والمنتجات التي تحتوي عليها، ما لم تكن موجودة في الأصناف المصنعة[٨].

---

(٧) http://www.ec.gc.ca/epe-epa/default.asp?lang=En&n=AE06B51E-1.

(٨) في إطار حظر لوائح مواد سامة معينة فإن مصطلح ''مادة مصنعة'' يعني منتج ''مشكَّل في هيئة أو تصميم مادي محدد أثناء التصنيع وله، من أجل استخدامه النهائي، وظيفة أو وظائف تعتمد كلياً أو جزئياً على شكله أو تصميمه''. وتشمل الأمثلة على

وعلاوةً على ذلك، تقدم التعديلات استثناءات محددة زمنياً واستخدامات مسموحاً باستمرارها لتطبيقات معينة يجري بشأنها تطوير بدائل أو في الحالات التي لا توجد فيها حالياً بدائل معروفة (Canada, 2016c؛ للمزيد من التفاصيل انظر الفرع ٢-٢)؛

(و) وفي الولايات المتحدة الأمريكية، وضعت وكالة حماية البيئة برنامج الإشراف على حمض البنتاديكافلوروكتانويك في عام ٢٠٠٦. وهو برنامج يضم أكبر ثمانية جهات مصنعة لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به قائمة على منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (وهي شركات Arkema، Asahi، BASF، Clariant، Daikin، 3M/Dyneon، DuPont، Solvay Solexis). وهذا البرنامج هو مبادرة طوعية للتخلص التدريجي التام من تصنيع واستخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك وسلائفه وما يرتبط بها من مواد متجانسة ذات سلاسل أطول (USEPA, 2015). وقد أنجز البرنامج بنجاح في نهاية عام ٢٠١٥. وفي ٢١ كانون الثاني/يناير ٢٠١٥ اقترحت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة نظام استخدامات جديدة على درجة من الأهمية في إطار قانون مراقبة المواد السامة (TSCA) بهدف إلزام الجهات المصنعة لحمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد الكيميائية المرتبطة به، بما في ذلك عندما تكون جزءاً من مواد أخرى، والجهات المعالجة لهذه المواد الكيميائية بإخطار الوكالة قبل ٩٠ يوماً على الأقل قبل الشروع في أو استئناف أي استخدامات جديدة لهذه المواد الكيميائية في أي منتجات. ومن شأن هذا الإخطار أن يتيح للوكالة الفرصة لتقييم الاستخدام الجديد، وإذا لزم الأمر، اتخاذ إجراءات لمنع النشاط أو الحد منه[٩]. ورغم أن البوليمرات المؤهلة معفاة بوجه عام من عملية الإخطار والاستعراض الكاملة التي تضطلع بها وكالة حماية البيئة فيما يتعلق بالمواد الكيميائية الجديدة إلا أن الوكالة ألغت اعتباراً من ٢٦ كانون الثاني/يناير ٢٠١٠ الإعفاء الخاص بالبوليمرات، التي تحتوي على شقوق بيرفلوروألكيلية معينة تتكون من الشق (CF_3-) أو على سلاسل أطول وتشكل جزءاً لا يتجزأ من تكوين هذه البوليمرات، إلا إذا كانت في شكل شوائب. ويشمل هذا الاستبعاد البوليمرات التي تحتوي على واحد أو أكثر مما يلي: سلفونات البيرفلوروألكيل (PFAS)، أو كربوكسيلات البيرفلوروألكيل (PFAC)، أو الفلوروتيلومرات، أو الشقوق البيرفلوروألكيلية التي ترتبط برابطة مزدوجة بذرة كربون أو ذرة كبريت إذا كانت ذرة الكربون أو الكبريت تشكل جزءاً لا يتجزأ من جزيء البوليمر (FR 2010 01-27)؛

(ز) وفي الصين اتخذت العديد من الإجراءات الوطنية في عام ٢٠١١ لتقييد عمليات التركيب الجديدة لمرافق إنتاج الحمض بهدف القضاء على الدهانات المحتوية على الحمض والبوليمرات الفلورية التي تستخدم الحمض في عملية البلمرة ولتشجيع تطوير بدائل للحمض. وفي عام ٢٠١٣ اعتبرت الطلاءات البوليمرية الفلورية للمقالي وأواني الطبخ ومعدات تجهيز الغذاء غير القابلة للالتصاق التي تستخدم الحمض في عملية البلمرة منتجات عالية التلوث وذات مخاطر بيئية عالية في الفهرس الشامل لحماية البيئة. وفي كانون الثاني/يناير ٢٠١٧ دخلت الاشتراطات التقنية للمنتجات المنسوجات الجديدة حيز النفاذ، ولا سيما وضع حدود لمستويات الحمض تبلغ ٠,٠٥ ملغم/كغم في منتجات المنسوجات المغلفة للرضع، بينما تبلغ ٠,١ ملغم/كغم في جميع منتجات المنسوجات المغلفة الأخرى، على التوالي (انظر الفرع السادس من التقرير FOEN, 2017).

الأصناف المصنعة أشباه الموصلات والمقالي، ولكنه يستثني منتجات مثل رغاوى مكافحة الحرائق، أو الأحبار، أو الدهانات، أو مواد الطلاء (تعليقات كندا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

(٩) https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/and-polyfluoroalkyl-substances-pfass-under-tsca.

٢ - معلومات موجزة تتعلق بتقييم إدارة المخاطر

٣٣ - ويستخدم الحمض وأملاحه، أو كانت تستخدم، أساساً كمواد معالجة مساعِدة في إنتاج الإلاستومرات الفلورية والبوليمرات الفلورية، ويؤدي الإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر (PTFE) دور بوليمر فلوري هام. وتستخدم المركبات المرتبطة بالحمض، بما في ذلك البوليمرات الفلورية الجانبية السلسلة كمواد خافضة للتوتر السطحي وعوامل لمعالجة السطوح، على سبيل المثال في المنسوجات والورق والدهانات ورغاوى مكافحة الحرائق. ويستخدم الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به في طائفة واسعة من التطبيقات والمنتجات الاستهلاكية في العديد من القطاعات (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

٣٤ - وتحدث الإطلاقات من عمليات الإنتاج والاستخدام السابقة والجارية. وتحدث إطلاقات مباشرة من هذه المادة في البيئة من عملية إنتاج المواد الخام (بما فيها الشوائب من حمض البنتاديكافلوروكتانويك في تصنيع المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك وبعض البدائل)، وأثناء معالجة المادة الكيميائية واستخدامها والتخلص منها، ومن الأصناف المعالجة ومن المنتجات الملوثة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك. والنواقل الرئيسية لانبعاثات حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه هي المياه ومياه الصرف الصحي وجسيمات الغبار. ويمكن الاطلاع على الكميات المتسربة في الهواء والماء عبر الزمن خلال عملية تصنيع حمض البنتاديكافلوروكتانويك في مصنع في الولايات المتحدة خلال الفترة ما بين ١٩٥١ و٢٠٠٣. وهناك بعض التقديرات المتاحة للكميات المتسربة أثناء التخلص من المادة الكيميائية، ولا سيما من محطات معالجة مياه المجاري ومحطات معالجة مياه الفضلات ومدافن القمامة. وتحدث إطلاقات غير مباشرة نتيجة تحلل أو تحويل السلائف. وتطلَق المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك في الهواء والمياه والتربة والنفايات الصلبة وتتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك في البيئة وفي الكائنات الحية. وأشار تقييم لمصادر حمض البنتاديكافلوروكتانويك في بحر البلطيق إلى أن ٣٠ في المائة من الإطلاقات كانت نتيجة تحول الفلوروتيلومرات. وبالتالي فإن إطلاقات الحمض الناتجة عن تحلل المركبات المرتبطة به تساهم بنصيب كبير في إطلاقات الحمض إلى البيئة (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2). وترد في الفرع الثاني من تقرير المكتب الاتحادي لشؤون البيئة في سويسرا FOEN، لعام ٢٠١٧ معلومات إضافية موجزة بشأن تحول/تحلل الفلوروتيلومرات مكونةً الحمض. ويرد في الفرع ٣-١ موجز للمزيد من المعلومات من موجز المخاطر. وطبقاً لدراسة من عام ٢٠٠٨ فإن مركبات الكربون البيرفلورية (PFCs) تستخدم على نطاق واسع في إنتاج الألمنيوم كما أن انبعاثات هذه المركبات (التي قد تشتمل على الحمض؛ غير محددة في الدراسة) تحدث خلال عمليات تحلل كهربائي محددة في عملية تصنيع الألمنيوم (انظر دراسة البرلمان الأوروبي EP 2008).

٣٥ - وتقدم سويسرا معلومات عن تكون الحمض بشكل غير مقصود نتيجةً للحرق غير الملائم للبوليمرات الفلورية مثلاً من النفايات البلدية الصلبة (MSWI) باستخدام مرافق ترميد غير مناسبة أو مرافق حرق مكشوف عند درجات حرارة معتدلة. وتبين بعض الدراسات الأخيرة نوعياً أن هناك كميات صغيرة ولكنها قابلة للقياس من الحمض وطائفة واسعة من المواد المجانسة في تركيبها للأحماض البيرفلوروكربوكسيلية الأخرى يمكن أن تتولد أثناء التحلل الحراري للإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر غير المحتوي على زمر وظيفية (Ellis et al., 2001, 2003; Schlummer, 2015) والإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر المحتوي على زمر وظيفية (Feng et al., 2015) عند درجات حرارة تتراوح من ٢٥٠ إلى ٦٠٠مْ. هذا الأمر قد يكون خطيراً بشكل خاص بالنسبة للبلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية، حيث كثيراً ما لا يتم حرق النفايات في درجات حرارة عالية بما فيه الكفاية وبدون إجراء معالجة مناسبة للغازات المتصاعدة من عملية الاحتراق بسبب عدم وجود المرافق الملائمة، (انظر FOEN, 2017).

٣٦ - وتختلف إجراءات المراقبة الوطنية والإقليمية فيما يتعلق بالنطاق والإعفاءات الكيميائية (انظر الجدول ٣). ويتميز النطاق الكيميائي للتدابير الممكنة التي نوقشت في تقييم إدارة المخاطر هذا بنطاق مختلف بالمقارنة مع غيره من النهج التنظيمية المتعلقة بإدارة المخاطر، وهو يستند إلى المبادئ والالتزامات المنصوص عليها في اتفاقية استكهولم. ومن الجدير بالذكر أن المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك تشمل، لأغراض تقييم إدارة المخاطر هذا، تحلل المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة التي تحتوي على أكثر من ثماني ذرات كربون بيرفلورية مكونةً الحمض، ويستثنى من ذلك المركبات التي استبعدت بوضوح في إطار تعريف المركبات المرتبطة بالحمض نظراً لأنها لا تتحلل مكونةً الحمض في الظروف الطبيعية (انظر الفقرة ٢١). هذا التعريف يتجاوز نهج إدارة المخاطر الذي يطبقه الاتحاد الأوروبي الذي لا يشمل تحلل المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة مكونةً الحمض. كذلك لم يضع نهج إدارة المخاطر النرويجي في الاعتبار تحلل المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة. وينطبق نهج إدارة المخاطر الكندي أيضاً على الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة وأملاحها وسلائفها. بيد أن المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة أدرجت في القائمة النرويجية للمواد ذات الأولوية التي يتعين بحلول عام ٢٠٢٠ القضاء على إطلاقاتها إلى البيئة، كما أدرجت في برنامج الإشراف في الولايات المتحدة (تعليقات الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). وتقدم منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي تعريفاً عاماً للأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة ($C_nF_{2n+1}COOH$، حيث n أكبر من أو تساوي ٧) (OECD, 2017). ونتيجةً لعمليات الإنتاج القائمة فإن المواد القائمة على الفلوروتيلومرات تصنع بشكل عام كخلائط من مركبات عضوية متجانسة السلسلة تحتوي على سلاسل بيرفلوروألكيلية متفاوتة الطول (للاطلاع على أمثلة، انظر التقرير DuPont, 1998)، بما في ذلك المركبات التي تحتوي على أكثر من ثمانية ذرات كربون بيرفلورية[١٠]. ولذلك فإن المعلومات الواردة في تقييم إدارة المخاطر هذا تغطي إلى حد ما أيضاً المواد القائمة على الفلوروتيلومرات المحتوية على مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية ذات سلاسل أطول (أي أطول من النسبة ٨:٢).

٣٧ - ويقدم الجدول ٣ عرضاً عاماً لنُهج إدارة المخاطر التنظيمية والإعفاءات في كندا والاتحاد الأوروبي والنرويج. ويقدم البند ٣ في وثيقة المعلومات الأساسية (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6) المزيد من التفاصيل عن النهج التشريعية المطبقة في هذه البلدان.

(١٠) قد توجد منتجات تجارية تحتوي بشكل أساسي على أكثر من ٩٩ في المائة مركب عضوي واحد من المركبات المتجانسة السلسلة؛ وهذا يتطلب المزيد من عمليات التنقية.

الجدول ٣: عرض عام لنُهج إدارة المخاطر التنظيمية، ونطاقها الكيميائي والإعفاءات للاستخدامات المتعلقة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به في كندا والاتحاد الأوروبي والنرويج (للاطلاع على التفاصيل، انظر (Canada, 2016c, European Commission, 2017 and Norway, 2016

	كندا	الاتحاد الأوروبي	النرويج
	حظر صنع أو استخدام أو بيع أو عرض بيع أو استيراد المواد والمنتجات المحتوية على هذه المواد؛	حظر التصنيع أو الاستخدام أو الطرح في الأسواق (١) في شكل مواد، أو في شكل مكونات لمواد أخرى، و (٢) أشياء أو أي أجزاء من هذه الأشياء تحتوي على واحدة من هذه المواد	حظر التصنيع والاستيراد والتصدير والطرح في الأسواق فيما يخص ما يلي (١) المنسوجات، والسجاد وغيرها من المنتجات الاستهلاكية المطلية التي تحتوي على هذه المواد و(٢) المنتجات الاستهلاكية التي تحتوي على هذه المواد
النطاق الكيميائي	حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه؛ المركبات التي تتكون من زمرة ألكيل بيرفلورية صيغتها الجزيئية (C_nF_{2n+1}) حيث n تساوي ٧ أو ٨ وترتبط بشكل مباشر بأي شق كيميائي خلاف ذرة الفلور والكلور والبروم؛ الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية التي صيغتها الجزيئية ($C_nF_{2n+1}CO_2H$)، حيث n أكبر من أو تساوي ٨ وأصغر من أو تساوي ٢٠، وأملاحها؛ المركبات التي تتكون من زمرة ألكيل بيرفلورية صيغتها الجزيئية (C_nF_{2n+1})، حيث ٨ ≤ n ≤ ٢٠، وترتبط بشكل مباشر بأي شق كيميائي خلاف ذرة الفلور والكلور والبروم؛ (انظر Canada, 2016c)	حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه؛ أي مادة ذات صلة (بما في ذلك أملاحه وبوليمراته) بها زمرة هبتيل بيرفلورية مستقيمة السلسلة أو متفرعة وصيغتها الجزيئية $-C_7F_{15}$ وترتبط مباشرةً بذرة كربون أخرى، كأحد العناصر الداخلة في تركيب المادة. أية مادة ذات صلة (بما في ذلك أملاحه وبوليمراته) بها زمرة أوكتيل بيرفلورية مستقيمة السلسلة أو متفرعة وصيغتها الجزيئية $-C_8F_{17}$ كأحد العناصر الداخلة في تركيب المادة. الاستثناءات: المركب (C_8F_{17})، حيث X هي ذرة فلور أو كلور أو بروم؛ C_8F_{17}-C(=O)OH, C_8F_{17}-C(=O)O-X' أو C_8F_{17}-CF$_2$-X' (حيث X' هي أي زمرة، بما في ذلك الأملاح). ولا ينطبق ذلك على حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني ومشتقاته، المدرجة في الجزء ألف من المرفق الأول من لائحة المفوضية (EC) ذات الرقم 850/2004 (انظر European Commission, 2017) الحمض أقل من ٢٥ جزءا من البليون، المركبات المرتبطة به أقل من ١٠٠٠ جزء من البليون	حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه وإستراته الفردية (رقم التسجيل في دائرة المستخلصات الكيميائية.٣٣٥-٦٧-١، ٣٨٢٥-٢٦-١، ٣٣٥-٩٥-٥، ٢٣٩٥-٠٠-٨، ٣٣٥-٩٣-٣، ٣٣٥-٦٦-٠، ٣٧٦-٢٧-٢، ٣١٠٨-٢٤-٥) (See Norway 2016)
الإعفاءات للتصوير	طلاءات الصور حتى ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٦ ومنذ ذلك الحين تدخل جزئياً تحت الإعفاءات للأصناف المصنعة	طلاءات الصور الفوتوغرافية التي تستخدم على الأفلام والورق وألواح الطباعة	الطلاءات الفوتوغرافية للأفلام أو الورق أو ألواح الطباعة حتى عام ٢٠١٦

	كندا	الاتحاد الأوروبي	النرويج
الإعفاءات لصناعة أشباه الموصلات	تدخل جزئيا تحت الإعفاءات للأصناف المصنعة	– المعدات المستخدمة في صناعة أشباه الموصلات (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٢)؛ – عمليات الطباعة بصفائح مُعدة فوتوغرافياً لأشباه الموصلات أو في عمليات النقش لأشباه الموصلات المركبة؛ – أشباه الموصلات أو أشباه الموصلات المركبة.	المواد اللاصقة أو الرقائق المعدنية أو الأشرطة في أشباه الموصلات حتى عام ٢٠١٦
الإعفاءات لمكافحة الحرائق	الرغاوى السائلة التي تشكل طبقة رقيقة والمستخدمة في تطبيقات مكافحة الحرائق	– خلائط رغاوى مكافحة الحرائق المركزة التي تُطرح في الأسواق قبل ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٠ وستستخدم أو تستخدم فعلاً في إنتاج خلائط رغاوى أخرى لمكافحة الحرائق؛ – خلائط رغاوى مكافحة الحرائق التي هي: (أ) معروضة في السوق قبل ٤ تموز/يوليه٢٠٢٠؛ أو (ب) منتجة وفقاً للفقرة ٤ (هـ)، شريطة أن يجري، عند استخدامها لأغراض التدريب، التقليل إلى أدنى حد ممكن من الانبعاثات إلى البيئة والتخلص بأمان من الفضلات السائلة التي تُجمع.	لا يشملها التقييد
الإعفاءات للاستخدامات الطبية.	تدخل جزئياً تحت الإعفاءات للأصناف المصنعة	– الأجهزة الطبية (حتى عام ٤ تموز/يوليه ٢٠٣٢)؛ – إنتاج الأجهزة الطبية المصممة لزراعتها في الجسم ضمن نطاق التوجيه 93/42/EEC.	تعفى الأجهزة الطبية من القيود
الإعفاءات للمنسوجات	تدخل جزئياً تحت الإعفاءات للأصناف المصنعة	– المنسوجات المصممة لحماية العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم وسلامتهم (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٣)؛ – الأغشية المزمع استخدامها في المنسوجات الطبية والترشيح في عمليات معالجة المياه والإنتاج ومعالجة النفايات السائلة (حتى ٤ تموز/يوليه٢٠٢٣).	يجري تقييد المنسوجات المصنعة للاستهلاك عندما يتجاوز تركيز حمض البنتاديكافلوروكتانويك ١ ميكروغم/م٢ في أي جزء من المنتج.
الإعفاءات للأحبار	الأحبار المائية حتى ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٦	أحبار الطباعة المطاطية (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٢)	
الإعفاءات للطلاءات النانوية	تدخل جزئياً تحت الإعفاءات للأصناف المصنعة	الطلاء النانوي البلازمي (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٣)	
الإعفاءات لتغليف الأغذية	تدخل جزئياً تحت الإعفاءات للأصناف المصنعة		يعفى تغليف المواد الغذائية والمواد الملامسة للغذاء من هذه اللائحة التنظيمية

٣٨ - ولم تقدم إلى الأمانة، مع الإفادات التي قدمتها الأطراف والمراقبون بموجب المرفق واو، معلومات محددة بشأن المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة. وعلاوةً على ذلك فإن المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة لم تؤخذ في الاعتبار في التقييمات الاجتماعية والاقتصادية لنُهج إدارة المخاطر التنظيمية في الاتحاد الأوروبي والنرويج. وبناء على ذلك فإن المعلومات الواردة في تقييم إدارة المخاطر هذا لا تشمل بشكل صريح حتى الآن المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة. وعلى مستوى الاتحاد الأوروبي أعدت ألمانيا والسويد اقتراحا لتقييد الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة التي تحتوي على سلاسل بها من ٩ إلى ١٤ ذرة كربون والمواد ذات الصلة[١١]. وخلص تقييم المخاطر إلى أنه، على الرغم من عدم تحديد أية استخدامات مقصودة لهذه المواد في الاتحاد الأوروبي حتى الآن، فإن ثمة مبرراً لتقييد الاستخدام على نطاق الاتحاد من أجل خفض إطلاقات هذه المواد في البيئة ومنع صنعها وطرحها في الأسواق واستخدامها بأي شكل من الأشكال في المستقبل. وقد تشكل التدابير المتخذة على نطاق الاتحاد الأوروبي الخطوة الأولى نحو اتخاذ إجراء عالمي.

٢-١ تحديد تدابير الرقابة الممكنة

٣٩ - يمكن تنفيذ التدابير الرقابية بطرق مختلفة في إطار الاتفاقية:

(أ) يمكن إدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به في المرفق ألف، مع إعفاءات محددة أو بدونها ويصحب هذه الإعفاءات جزء محدد من المرفق ألف يتضمن تفاصيل بشأن إجراءات محددة؛ أو

(ب) يمكن إدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به في المرفق باء، مع أغراض مقبولة/إعفاءات محددة يصحبها جزء محدد من المرفق باء يتضمن تفاصيل بشأن إجراءات محددة؛ و/أو

(ج) يمكن إدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك في المرفق جيم بوصفه ملوثاً عضوياً ثابتاً ينتج عن غير قصد بغرض إظهار التكون المحتمل والإطلاق غير المتعمد من المصادر البشرية.

٤٠ - ويمكن أن تشمل تدابير الرقابة المحتملة (١) حظر الإنتاج والاستعمال والاستيراد والتصدير، (٢) تقييد الإنتاج والاستعمال والاستيراد والتصدير (٣) مراقبة التسربات أو الانبعاثات، (٤) استبدال المواد الكيميائية ببدائل، (٥) تنظيف المواقع الملوثة، (٦) الإدارة السليمة بيئياً للمخزونات المتقادمة، (٧) حظر إعادة استعمال وإعادة تدوير النفايات أو المخزونات، (٨) تحديد حدود التعرض في مكان العمل، (٩) تحديد عتبات أو حدود قصوى للمخلفات في المياه أو التربة أو الرواسب أو الغذاء.

٤١ - ويوجد الحمض في شكل شوائب عن غير قصد في الصناعة التحويلية للمواد الكيميائية الفلورية. بيد أنه يمكن معالجة التولد غير المقصود من الصناعات التحويلية عن طريق تحديد حدود قصوى ملائمة للتركيزات في المرفق ألف أو المرفق باء وتقديم توصيات بشأن الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به عند تصنيع البدائل.

٢-٢ فعالية ونجاعة تدابير الرقابة المحتملة في تحقيق أهداف خفض المخاطر

٤٢ - وفقاً للمعلومات التي قدمتها الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة فإن أكثر تدابير الرقابة على الحمض والمركبات المرتبطة به فعاليةً من حيث التكلفة وأكثرها قابليةً للتطبيق العملي هو حظر جميع

(١١) انظر https://echa.europa.eu/registry-of-current-restriction-proposal-intentions/-/substance-rev/16121/term.

أشكال الإنتاج والاستخدام والاستيراد والتصدير، وهو أمر يتسم بأهمية خاصة في البلدان النامية والبلدان التي تمر بمرحلة انتقالية التي تفتقر إلى الهياكل الأساسية التنظيمية والإنفاذية المناسبة. ووفقاً للمعلومات التي قدمتها الشبكة فإن أفضل طريقة لإنجاز هذا الهدف هي من خلال إدراج الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به في المرفق ألف لاتفاقية استكهولم بدون أي إعفاءات. وستعالج التدابير المتخذة بموجب المادة ٦ عملية تنظيف المواقع الملوثة مثل المواقع الكائنة في مرافق التصنيع والمطارات والقواعد العسكرية ومصادر أخرى أو بالقرب منها، والإدارة السليمة بيئياً للمخزونات والنفايات (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

٤٣ - وتشير المعلومات الواردة من الجهات صاحبة المصلحة في العملية التنظيمية للاتحاد الأوروبي إلى أن هناك حاجة لمنح إعفاءات للاستخدامات التي لا تتوفر لها بدائل مجدية تقنياً و/أو اقتصادياً (ECHA, 2014a, 2015a).

٤٤ - وتعتبر لجان تقييم المخاطر والتحليل الاجتماعي والاقتصادي التابعة للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية أن تقييد الحمض وأملاحه والمواد المرتبطة به هو أنسب مقياس على نطاق الاتحاد الأوروبي بغية التصدي للمخاطر المحددة. وقد تم تعديل تقييد الاتحاد الأوروبي تحسباً لوجود الحمض وأملاحه والمواد المرتبطة به بتركيزات تساوي أو تفوق ٢٥ جزءاً من البليون من الحمض بما في ذلك أملاحه أو ١٠٠٠ جزء من البليون من مادة واحدة أو مجموعة من المواد المرتبطة بالحمض. وتعكس هذه القيم الحدية احتمال وجود شوائب لا يمكن تجنبها وملوثات غير مقصودة، كما أنها تأخذ في الحسبان قدرات طرق التحليل (انظر اللجنة الأوروبية، ٢٠١٧). وترد تفاصيل بشأن التعديلات المقترحة من اللجان العلمية داخل الاتحاد الأوروبي في الوثيقة ECHA, 2015c.

٤٥ - وعند وضع نُهج تنظيمية لإدارة المخاطر في كندا والنرويج والاتحاد الأوروبي ذات صلة بالحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به اعتبرت المعلومات التقنية والاجتماعية والاقتصادية أساساً لاتخاذ قرار للسماح بإعفاءات عامة أو محددة. ونتيجة لذلك فإن الإعفاءات في نهج إدارة المخاطر التنظيمية القائمة تعطي فكرة عن تحديد الاستخدامات التي قد لا تتوفر لها بدائل كيميائية و/أو غير كيميائية في بلد من البلدان، استناداً إلى الاعتبارات التقنية والاجتماعية والاقتصادية.

٤٦ - وفي الوقت الراهن يُنفَّذ الترميد الخاضع للسيطرة عادةً عند درجة حرارة عالية قدرها ٨٥٠ مْ أو أعلى في محارق النفايات في البلدان المتقدمة النمو. إن الترميد في درجات حرارة عالية (على سبيل المثال، ١٠٠٠مْ) فعال في تدمير الحمض ومنع تكونه من التحلل الحراري للبوليمرات العالية الفلورة (انظر Taylor, 2009, Taylor et al. 2014 and Yamada et al., 2005). ومن غير الواضح حالياً إلى أي مدى تصل مستويات تكون الحمض في محارق النفايات البلدية حيث (١) أن الغازات المتصاعدة من عملية الاحتراق قد تصل إلى درجات حرارة قدرها ٨٥٠ درجة مئوية أو أكثر ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تكون نواتج تحلل مختلفة (García et al., 2007)؛ (٢) توجد أيضاً مواد أخرى يمكن أن تؤثر على التحلل الحراري للبوليمرات الفلورية (مثلاً التحلل الحراري للإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر (PTFE) يثبطه وجود الهيدروجين أو الكلور، بعكس البخار أو الأكسجين أو ثاني أكسيد الكبريت التي تسرع عملية التحلل؛ Simon and Kaminsky, 1998)؛ (٣) يمكن تركيب تكنولوجيات مثل حقن الكربون المنشط (ACI) إلى جانب المرشحات النسيجية (BF) لإزالة الديوكسين أو الزئبق وقد تعمل أيضاً على احتجاز الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية (مفوضية الاتحاد الأوروبي، ٢٠٠٦). وأثبتت دراسة أجريت مؤخراً وجود الحمض في الغازات المتصاعدة من المحارق في هارلينغن بهولندا. بيد أن Taylor et al. 2014 خلص إلى نتيجة مفادها أن

حرق النفايات من البوليمرات القائمة على التلوميرات الفلورية لا يؤدي إلى تكون كميات يمكن الكشف عنها من حمض البنتاديكافلوروكتانويك في ظل ظروف تمثل الظروف العادية لحرق النفايات في الولايات المتحدة.

٤٧ - ويمكن إزالة الحمض أو أملاحه من غازات التفاعل المنبعثة عن طريق تنقية هذه الغازات باستخدام محاليل هيدروكسيد صوديوم (Sulzbach et al., 1999) وكربونات بوتاسيوم مائية (Sulzbach et al., 2001) وغير ذلك من أساليب المعالجة.

٤٨ - وعلى الرغم من أنه يمكن في البلدان المتقدمة النمو استخدام الترميد المتحكم فيه وتنقية الغازات المنبعثة إلا أن هذا الخيار قد لا يكون هو الخيار الأكثر فعالية من حيث التكلفة والأسهل تطبيقاً في جميع البلدان.

٤٩ - وفيما يخص حمض البنتاديكافلوروكتانويك الذي يتكون كناتج عرضي في عمليات الحرق فإن هناك ارتباط مع الديوكسينات والفيورانات الثنائية البنزين المتعددة الكلور (PCDD/PCDF) وغيرها من إطلاقات الملوثات العضوية الثابتة غير المتعمدة التي تتكون نتيجةً للاحتراق. ويرد وصف لأفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية ذات الصلة بالملوثات العضوية الثابتة المنتجة عن غير قصد في مختلف أنواع المحارق وغيرها من المصادر الحرارية، في المبادئ التوجيهية لاتفاقية استكهولم بشأن أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية ذات الصلة بالمادة ٥ والمرفق جيم، في الفرعين الخامس-ألف والسادس-ألف والسادس-جيم، بما في ذلك توفير ظروف الإحراق الملائمة، والحد من الحرق المكشوف، ومعالجة الغازات المتصاعدة من عملية الاحتراق. ويجري تطبيق أفضل التقنيات/أفضل الممارسات البيئية على النحو الوارد في تلك الوثائق ذات الصلة على المواد الأخرى المنتجة بصورة غير متعمدة مثل البنزين السداسي الكلور (HCB) والبنزين الخماسي الكلور (PeCB) والمركبات الثنائية الفينيل المتعددة الكلور (PCB) الديوكسينات/الفيورانات الثنائية البنزين المتعددة الكلور (PCDD/PCDF)، وستكون فعالة إلى حد ما فيما يخص حمض البنتاديكافلوروكتانويك أيضاً. وبعبارة أخرى فإن التدابير التقنية اللازمة للتقليل إلى أدنى حد ممكن من إطلاقات الحمض المتولدة عن غير قصد من عملية الترميد ضرورية بالفعل إلى حد ما وفقاً لأفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية القائمة الخاصة بعمليات الترميد. ولذلك تعتبر التكاليف الإضافية لتنفيذ تدابير لخفض إطلاقات الحمض والإنفاذ والإشراف منخفضة نظراً لأن تدابير الرقابة على الملوثات العضوية الثابتة المنتجة عن غير قصد مطبقة بالفعل.

٥٠ - وسيؤدي رصد الحمض، وبخاصةً من أجل التحليل الكيميائي، إلى تكبد تكاليف إضافية، حتى وإن كانت برامج الرصد للملوثات العضوية الثابتة الأخرى (مثل الديوكسينات/الفيورانات الثنائية البنزين المتعددة الكلور والبنزين السداسي الكلور والمركبات الثنائية الفينيل المتعددة الكلور) قد أنشئت بالفعل. ويتعين أن تكون لدى البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية القدرة على رصد الحمض.

تدابير الرقابة الأخرى

٥١ - تستخدم وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة مزيجاً من النُّهج التنظيمية والطوعية، بما في ذلك قواعد الاستخدامات الجيدة الهامة وبرنامج الإشراف الطوعي على حمض البنتاديكافلوروكتانويك (OECD, 2015). وحددت الوكالة مستويات استشارية صحية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني عند ٧٠ جزءا من التريليون (FR 2016 05-25). وفي ولاية فيرمونت الأمريكية يبلغ المستوى الاستشاري الصحي لحمض البنتاديكافلوروكتانويك في مياه الشرب ٢٠ جزءا من التريليون[١٢]. أما في ولاية نيوجيرسي الأمريكية فيبلغ المستوى

(١٢) انظر http://www.healthvermont.gov/response/environmental/pfoa-drinking-water-2016.

المحدد في التوجيهات لنفس الحمض في مياه الشرب ٤٠ جزءاً من التريليون[١٣]. وفي الصين اتخذت عدة إجراءات لتقييد إنتاج حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمنتجات المحتوية عليه وتشجيع استحداث بدائل للحمض (انظر الفقرة ٣٢ (ز)).

٥٢ - ويتألف نهج أستراليا لخفض المخاطر من مزيج من الإجراءات الطوعية والتنظيمية. وبموجب النهج التنظيمي، الذي ينفذ بموجب قانون المواد الكيميائية الصناعية (الإخطار والتقييم) لعام ١٩٨٩، يُطلب إلى قطاع الصناعة تقديم بيانات السمية للمواد الجديدة بما في ذلك المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية والمنتجات التي تحتوي على مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية جديدة يجري إدخالها إلى أستراليا. إضافةً إلى ذلك فإن أستراليا ظلت ترصد تصنيع المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية واستيرادها واستخدامها (بما في ذلك المواد المرتبطة بالحمض) استناداً إلى المعلومات المطلوبة من الصناعة، مما أدى إلى إذكاء الوعي لدى الصناعة الكيميائية وعامة الجمهور من خلال إصدار تنبيهات بشأن المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة منذ عام ٢٠٠٢. وعلاوةً على ذلك يتعين تقديم بيانات إضافية عن المواد الكيميائية البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بغية تقييمها قبل إدخالها إلى أستراليا. وترد توصيات تقييمية فيما يخص المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الجديدة بينما يجري إعادة تقييم المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الموجودة. وتجري إدارة استيراد مركبات الكربون البيرفلورية الجديدة التي تتميز بموجزات مخاطر أفضل لكنها لا زالت مقاومة للتحلل (Australia, 2016). وحددت أستراليا أيضاً ١٨ موقعاً دفاعياً عالي الأولوية توجد فيها مياه جوفية ملوثة بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بما فيها حمض البنتاديكافلوروكتانويك (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول). أما فيما يخص حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وحمض البنتاديكافلوروكتانويك وسلفونات البيرفلوروهكسان فقد وضعت أستراليا قيماً توجيهية صحية يعبَّر عنها بالمقدار اليومي الممكن تحمله (TDI)، تستخدم عند فحص المواقع الملوثة وإجراء تقييمات للمخاطر الصحية على الإنسان (Australia Gov. 2017). ويبلغ المقدار اليومي الممكن تحمله من حمض البنتاديكافلوروكتانويك في أستراليا ٠,١٦ ميكروغم/كغم من وزن الجسم. وتبلغ القيمة المأمونة في مياه الشرب ٠,٥٦ ميكروغرام/ل لنفس الحمض (AU Health Dep., 2017). ويصف تقرير صدر مؤخراً خيارات لمعالجة حمض البنتاديكافلوروكتانويك (CRCCARE, 2017).

٥٣ - واشتقت اللجنة الألمانية المعنية بالرصد البيولوجي البشري قيماً جديدة في هذا المجال (HBM-I)[١٤] لحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وحمض البنتاديكافلوروكتانويك. واستناداً إلى تقييم المؤلفات المتعلقة بالدراسات الوبائية الحيوانية والإنسانية التي ناقشتها اللجنة خلال اجتماعها الأخير في أيار/مايو ٢٠١٦، وبعد بيان بعض التفاصيل المفتوحة قررت اللجنة تحديد قيم الرصد البيولوجي البشري-١ (HBM-I) لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني في بلازما الدم لتكون ٢ نانوغرام من حمض البنتاديكافلوروكتانويك/مل و٥ نانوغم من حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني/مل (UBA, 2016).

٥٤ - وفي عام ٢٠٠٦، أطلقت كندا ''خطة العمل الرامية لتقييم وإدارة الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية وسلائفها''. ونتيجة لذلك نفذت كندا تشكيلة من الإجراءات التنظيمية والطوعية لخفض مخاطر حمض البنتاديكافلوروكتانويك ومواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية معينة طويلة السلسلة. والتدبير الأول الذي نُفذ

(١٣) انظر http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc_quality_pfoa.html.

(١٤) تمثل قيمة الرصد البيولوجي البشري-١ (HBM-I) تركيز المادة في جزء ما من الجسم لا يتوقع أن تحدث، عند أي تركيز أقل منه وفقاً لتقييم اللجنة الحالي، آثاراً صحيةً ضارة، ومن ثم لا يتعين اتخاذ أي تدابير لخفض مستوى التعرض.

بوصفه إجراء مبكرا لإدارة المخاطر قبل إتمام تقييم المخاطر النهائي هو عقد اتفاق طوعي بشأن الأداء البيئي مع الجهات المصنعة لهذه الأحماض. واتفق الموقعون على الاتفاق على خفض كمية حمض البنتاديكافلوروكتانويك والأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة (المحتوية على ٩ إلى ٢٠ ذرة كربون) في المواد الكيميائية البيرفلورية في التجارة بنسبة ٩٥ في المائة بحلول ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٠، والقضاء عليها بحلول ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٥. وتمكنت جميع الأطراف الموقعة من تحقيق هدف الخفض لعام ٢٠١٠ وأظهر التقرير النهائي أن الهدف لعام ٢٠١٥ تحقق أيضاً. وفي عام ٢٠١٦، حُظر حمض البنتاديكافلوروكتانويك في إطار اللوائح المتعلقة بحظر مواد سمية معينة، مع السماح بعدد محدود من الإعفاءات (Canada, 2016c).

٥٥ - وفي عام ٢٠١٤ نشرت وكالة حماية البيئة الدانماركية دراسة عن تلوث المياه الجوفية المرتبط بمصادر ثابتة للمواد البيرفلوروألكيلية، بما في ذلك حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات المرتبطة به. واستناداً إلى نتائج تلوث المياه الجوفية طُلب إجراء دراسة لتقييم واقتراح معايير نوعية قائمة على الصحة. وأدت هذه الدراسة إلى تحديد معيار إجمالي لقيمة حدية لعدد ١٢ مادة من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية في مياه الشرب. والقيمة الحدية هي ٠,١ ميكروغرام/ل من الماء الصالح للشرب وهي معيار إجمالي لوجود جميع المواد الـ ١٢ المشار إليها. وتنطبق نفس القيمة الحدية للمعيار الإجمالي على المياه الجوفية حيث حُددت قيمة حدية لمعيار إجمالي لنفس المواد المشار إليها في التربة تبلغ ٠,٤ ميكروغرام/ل (تربة جافة) (Denmark, 2016). وحددت الحكومة الدانماركية أيضاً قيمة استشارية لمركبات الكربون البيرفلورية في مواد تغليف الأغذية قدرها ٠,٣٥ ميكروغم/سم^{٢} من مادة التغليف، وعملياً يعد ذلك بمثابة حظر[١٥].

٥٦ - ومنذ عام ٢٠١٤ حددت الوكالة الوطنية السويدية للأغذية قيماً توجيهية صحية لمجموع المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (بما فيها حمض البنتاديكافلوروكتانويك) الشائعة الوجود في مياه الشرب (NFA 2017). ومنذ عام ٢٠١٦ أدرج في القيمة التوجيهية ما مجموعه ١١ مادةً من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية. وإذا تجاوز مجموع هذه المواد ٩٠ نانوغم/ل فإنه يوصى بتنفيذ إجراءات لخفض المستويات بقدر الإمكان لتصل إلى ما دون هذا المستوى الموجب لاتخاذ إجراء. أما إذا تجاوز مجموع هذه المواد ٩٠٠ نانوغم/ل فإنه لا يوصى باستخدام المياه لأغراض الاستهلاك أو الطهي. وحددت وزارة الصحة الأسترالية قيماً لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وسلفونات البيرفلوروهكسان فيما يتعلق بنوعية مياه الشرب بناء على القيم التوجيهية الصحية النهائية. وسيجري استخدام هذه القيم في إجراء التحريات في المواقع الملوثة وتقييمات المخاطر على صحة الإنسان في جميع أنحاء أستراليا (انظر AU Health Dep 2017). وحددت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة مستويات استشارية صحية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني في مياه الشرب (انظر US EPA, 2016). وتعكف الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية حالياً على تحديث القيم التوجيهية الصحية ذات الصلة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك (EFSA, 2017).

٥٧ - وتجري النرويج استصلاحاً مستمراً للترب الملوثة بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية التي نتج تلوثها عن استخدام الرغاوى المائية التي تشكل طبقةً رقيقة (AFFFs) في المطارات وفي مناطق التدريب على مكافحة الحرائق (Norway, 2016).

٥٨ - ونشرت الوكالة السويدية للمواد الكيميائية استراتيجيةً لخفض استخدام المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (Swedish Chemicals Agency, 2016b). ويتعين التقليل إلى أدنى حد ممكن من استخدامات

(١٥) انظر https://www.foedevarestyrelsen.dk/Leksikon/Sider/Papir-og-pap.aspx.

هذه المواد التي يمكن أن تؤدي إلى تلوث بيئي، ووقفها في نهاية المطاف. وتشمل الإجراءات الرامية إلى تحقيق هذا الهدف تحديد أولويات تنفيذ تدابير بخصوص الاستخدامات التي يمكن أن تسفر عن إطلاقات كبيرة مباشرة إلى البيئة والعمل على الساحة العالمية، بما في ذلك اتفاقية استكهولم. ومن المقترح تجميع رغاوى مكافحة الحرائق المحتوية على مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية وتدميرها بعد الاستخدام (مع بعض الإعفاءات) (تعليقات السويد على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثالث).

٥٩ - ويمكن أن يؤدي استخدام المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية إلى تسرب إلى داخل الأرض وبالتالي تلويث التربة والمياه الجوفية. ولذلك أصدرت الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، والوكالة المدنية السويدية للتصدي لحالات الطوارئ، والوكالة السويدية لحماية البيئة نشرةً إلى منظمة خدمات الإنقاذ السويدية تتضمن توصيات لخفض استخدام الرغاوى المائية التي تشكل طبقةً رقيقة (Swedish Chemicals Agency, 2017). واستثمرت الوكالة السويدية للمواد الكيميائية إلى جانب الوكالة المدنية السويدية للتصدي لحالات الطوارئ في توفير التدريب والمعلومات لخدمات الإنقاذ. وقد عقدت حلقات دراسية بهدف تقديم أدوات خدمات الإنقاذ لإطفاء الحرائق بطريقة تقلل إلى أدنى حد ممكن من أي تأثير على البيئة (تعليقات السويد على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثالث). وقد استبدلت المطارات التجارية في السويد المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية ببدائل غير مفلورة تتحلل إلى ثاني أكسيد الكربون والماء عند استخدامها (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). ونشر إئتلاف رغاوى مكافحة الحرائق ''توجيهات لأفضل الممارسات لاستخدام رغاوى مكافحة الحرائق من الفئة باء'' وتتضمن توجيهات بشأن الاختيار السليم للرغوة، واحتواء تدفقات الرغوة والقضاء عليها، والتخلص من الرغوة والمياه المستخدمة في إطفاء الحرائق (إئتلاف رغاوى مكافحة الحرائق)[١٦]. ومن بين أمور أخرى، أوصي الإئتلاف باستخدام رغاوى التدريب التي لا تحتوي على مواد فلورية خافضة للتوتر السطحي لأغراض التدريب.

٦٠ - وتركز حملة غرين بيس لإزالة السموم وبرنامج التسرب الصفري للمواد الكيميائية الخطرة (ZDHC) على خفض الانبعاثات عن طريق المياه العادمة. وقد جرت التوصية بالحدود القصوى الطوعية للمخلفات في المياه وطبقتها بالفعل العديد من الشركات (مثلاً H&M، Adidas، Esprit، وما إلى ذلك) (TM, 2016).

٦١ - ووضعت لجنة استعراض المواد الملوثات العضوية الثابتة مجموعةً من التوصيات للتعامل مع مسار نفايات حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وهي تنطبق بشكل كبير على حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به في استخداماتها في التطبيقات المماثلة. ويحدد المقرر ل ا ث-٢/٦ سلسلةً من تدابير خفض المخاطر في أُطُر المدى القصير والمتوسط والطويل (لمزيد من المعلومات، انظر المقرر ل ا ث-٢/٦ وتقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ٢٠١٧).

٦٢ - وفي عام ٢٠١٥، أجرت الوكالة السويدية لحماية البيئة فحصاً للمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (بما في ذلك حمض البنتاديكافلوروكتانويك) في زهاء ٥٠٠ عينة مياه، بما في ذلك المياه الجوفية والمياه السطحية، والرشيح من مدافن القمامة والنفايات السائلة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي (الوكالة السويدية لحماية البيئة، ٢٠١٦). وكانت أهم المصادر الثابتة التي حُددت هي المناطق التي استخدمت فيها رغاوى مكافحة الحرائق (المطارات ومواقع التدريب على مكافحة الحرائق) إضافةً إلى مرافق معالجة النفايات ومياه الصرف. ومن تدابير خفض المخاطر المقترحة ما يلي: تقييد إطلاق المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية من مصادر ثابتة، والحد من

(١٦) انظر https://docs.wixstatic.com/ugd/331cad_188bf72c523c46adac082278ac019a7b.pdf.

استخدام رغاوى مكافحة الحرائق المحتوية على مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية، والعمل على الصعيد الدولي للحد من استخدام هذه المواد وانبعاثاتها في المواقع الصناعية، وتطوير تقنيات لمعالجة هذه المواد. وفي السويد أنشئت شبكة تضم جميع السلطات ذات الصلة منذ عام ٢٠١٤ بهدف تقديم الدعم والمعلومات إلى السلطات الأخرى والأقضية والبلديات، والجهات المنتجة للمياه وجهات أخرى بشأن المسائل المتعلقة بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (بما فيها حمض البنتاديكافلوروكتانويك) مثل تقييم المخاطر وإدارتها (تعليقات السويد على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

٦٣ - ويُفترض أن تحلل النواتج البوليمرية القائمة على الفلوروتيلومرات يمثل مصدراً محتملاً غير مباشر للأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الناتجة عن التحلل أثناء الاستخدام (مثلاً حمأة محطة معالجة مياه الصرف الصحي الناتجة عن غسل المنسوجات) أو عملية التخلص (مثل مدافن النفايات أو الحرق) (انظر Prevedouros et al., 2006, Wang et al., 2014a, Wang et al., 2014b).

٦٤ - وقد طور عدد من منتجي البوليمرات الفلورية والإلاستومرات الفلورية في الكثير من أنحاء العالم ونفذوا تكنولوجيات عديدة لاستعادة وإعادة تدوير حمض البنتاديكافلوروكتانويك وغيره من المستحلبات المفلورة من عملية إنتاجها، بما في ذلك معالجة الغازات المنبعثة ومسارات المياه العادمة وما يتطاير من البوليمرات الفلورية بغية خفض الانبعاثات وخفض التعرض لهذه المواد. ويرد وصف وجيز لهذه التكنولوجيات (أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية) في الجزء الرابع من تقرير المكتب الاتحادي لشؤون البيئة (FOEN)، ٢٠١٧. وقد يستخدم بعض هذه التكنولوجيات أيضاً في معالجة مسارات النفايات ومنتجات الصناعات الأخرى ذات الصلة بهدف خفض الانبعاثات وخفض التعرض لحمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات المرتبطة به (FOEN, 2017).

٦٥ - وفي عام ٢٠١٤ نشر مجلس التكنولوجيا الفلورية (FluoroCouncil) ''توجيهات بشأن أفضل الممارسات البيئية لصناعة الملبوسات العالمية - بما في ذلك التركيز على المنتجات المفلورة غير النفاذة للماء'' (FluoroCouncil, 2014). وتوصي التوجيهات بمجموعة من الإجراءات الأساسية في المجالات التخطيطية التالية من أجل أفضل الممارسات البيئية المتعلقة بالمواد غير النفاذة للماء المتينة المفلورة: (١) إذكاء الوعي البيئي لدى جميع الموظفين؛ (٢) تطبيق النصائح الواردة في صحيفة بيانات السلامة وصحيفة البيانات التقنية الخاصة بالمنتج؛ (٣) استخدام المنتج في حالة الضرورة فقط للحصول على الآثار المرجوة؛ (٤) لا تستخدم إلا ما تحتاج إليه: العمل مع مورِّد المادة الكيميائية لتحديد الكمية؛ (٥) امزج فقط الكمية التي سوف تستخدم في فترة العمل المقررة؛ (٦) جدولة فترات العمل لتجنب التغيرات في أحواض المعالجة وإهدار السوائل الصناعية؛ (٧) إعادة استخدام/إعادة تدوير مخلفات السوائل الصناعية/فائض السوائل الصناعية إذا كان من الممكن القيام بذلك دون المساس بالجودة؛ (٨) الاحتفاظ بجميع المعدات في حالة عملية ممتازة وإجراء مراجعات دورية للعمليات؛ (٩) ترشيد ظروف التجفيف والمعالجة في ماكينات الشد؛ (١٠) التخلص من المواد الكيميائية على النحو الملائم؛ (١١) النظر في إتاحة المزيد من الفرص للتقليل إلى أدنى حد ممكن من النفايات والانبعاثات، (انظر FluoroCouncil, 2014).

٦٦ - وقد بيَّن معظم أصحاب المصلحة في الصناعة أن معظم منتجات التصوير لا تحتوي على مركبات مرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك. ويجري التخلص من نفايات المواد، ذات الصلة بتصنيع عدد صغير من الأفلام التي تحتوي على مركبات مرتبطة بالحمض، عادةً عن طريق الحرق عند درجات حرارة عالية، أما مستحضرات الطلاء الفائضة فقد يجري إرسالها لاستعادة الفضة منها. ومن ثم فإن النفايات تحرق في درجات حرارة عالية (I&P Europe, 2016a). هذا هو الوضع في أوروبا (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

٦٧ - وعقب إدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به في اتفاقية استكهولم سيجري تحديد مستوى التركيز للمحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة، وذلك بالتعاون مع اتفاقية بازل التي سوف تُكلف هي الأخرى بتحديد الطرق التي تُشكل التخلص السليم بيئياً. ومن شأن تطبيق تدابير إدارة النفايات، بما في ذلك التدابير للمنتجات والمواد عندما تصبح نفايات طبقاً للمادة ٦ من الاتفاقية، أن يضمن التخلص من النفايات المحتوية على حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به بتركيزات تزيد على المحتوى المنخفض من الملوثات العضوية الثابتة بصورة فعالة وناجعة بحيث يجري تدمير محتواها من الملوثات العضوية الثابتة أو التخلص منه بطريقة سليمة بيئياً. ويمكن لهذه التدابير أن تعالج أيضاً المناولة السليمة للنفايات، وجمعها ونقلها وتخزينها، وأن تضمن التقليل إلى أدنى حد ممكن من الانبعاثات وحالات التعرض ذات الصلة لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به من النفايات. وسوف يساعد تحديد القيمة المنخفضة للملوثات العضوية الثابتة والمبادئ التوجيهية، التي وضعت بالتعاون مع اتفاقية بازل، الأطراف على التخلص من النفايات المحتوية على حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به بطريقة سليمة بيئياً (انظر Canada, 2016a).

٢-٢-١ *تقييم استخدامات وإنتاج البدائل المفلورة القصيرة السلسلة*

٦٨ - يهدف التقييم إلى تحديد الاستخدامات التي يحتاجها المجتمع والتي قد لا تتوفر لها، بدائل كيميائية و/أو غير كيميائية. وتعطي الإعفاءات المحددة في النُّهج التنظيمية القائمة لإدارة المخاطر (انظر الجدول ٣) فكرةً عن تحديد هذه الاستخدامات على أساس الاعتبارات التقنية والاجتماعية والاقتصادية.

ألف - الاستخدامات في صناعة أشباه الموصلات

٦٩ - حدد أصحاب المصلحة في قطاع الصناعة الاستخدام في صناعة أشباه الموصلات على أنه استخدام حاسم محتمل. وأجرت رابطة صناعة أشباه الموصلات (SIA) دراسةً استقصائية للشركات الأعضاء فيها ووجدت أن العديد من هذه الشركات مستمرة في استخدام الحمض والمواد الكيميائية المرتبطة به في عمليات الطباعة بصفائح مُعدة فوتوغرافياً، وهذه خطوة رئيسية في عملية التصنيع الرامية لإنتاج أشباه موصلات متطورة (تعليقات الرابطة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول). إن هذا القطاع مسؤول عن قسم ضئيل جداً من إجمالي انبعاثات حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات المرتبطة به. وتمثل الكمية المستخدمة في هذا القطاع جزءاً بسيطاً من الحجم الإجمالي المستخدم في الاتحاد الأوروبي، وتفيد التقارير بأن المواد تستخدم في إطار ظروف تخضع لضوابط صارمة. ووثّقت تدابير رقابة معتادة في وثيقة سيناريو الانبعاثات الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ورقمها ٩، استخدامات المواد الحساسة للضوء في تصنيع أشباه الموصلات (OECD, 2010; SIA, 2016).

٧٠ - وتميل المعلومات التي قدمها القطاع لإثبات أن عملية الاستبدال غير ممكنة حالياً، وأن الأطر الزمنية للاستبدال طويلة (١٠ سنوات).

٧١ - وقد أكدت المشاورات العامة داخل الاتحاد الأوروبي أن التكاليف المتكبدة ستكون مرتفعة إذا لم يجري استثناء هذا الاستخدام. ونظراً لانخفاض الكميات المستخدمة وحقيقة أن من المتوقع أن تكون الانبعاثات منخفضة، فقد حدد تقييد الاتحاد الأوروبي استثناءً محدد المدة (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٢) للمعدات المستخدمة في صناعة أشباه الموصلات.

٧٢ - وإضافةً إلى ذلك أُعطي استثناء دون تحديد الفترة الزمنية لعمليات الطباعة بصفائح معدة فوتوغرافياً لأشباه الموصلات أو عمليات النقش لأشباه الموصلات المركبة ولأشباه الموصلات أو أشباه الموصلات المركبة في إطار تقييد الاتحاد الأوروبي (انظر ECHA 2015c و European Commission, 2017).

٧٣ - وفي كندا يوجد إعفاء لأشباه الموصلات في الأصناف المصنعة، أما في النرويج فقد انتهى الأجل النهائي لإعفاء المواد اللاصقة أو الرقائق المعدنية أو الأشرطة في أشباه الموصلات في عام ٢٠١٦.

٧٤ - وتدعم رابطة صناعة أشباه الموصلات (وهي رابطة صناعية عالمية تعمل على خدمة سلسلة الإمداد في صناعات الإلكترونيات الدقيقة والنانوية) الإعفاء لعميات الطباعة بصفائح معدة فوتوغرافياً لتصنيع أشباه الموصلات وتشير بوضوح إلى أن هذا الإعفاء ينبغي أن يتخذ شكل ''غرض مقبول'' (تعليقات رابطة صناعة أشباه الموصلات على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

٧٥ - وإلى جانب ذلك تطرح رابطة صناعة أشباه الموصلات عدداً من الاقتراحات الإضافية للإعفاءات والأغراض المقبولة. وإضافةً إلى معدات التصنيع، يقترح منح إعفاء من دون حد زمني لاستبدالها ولقطع غيارها. وعلاوةً على ذلك تقترح الرابطة إعفاء مدته خمس سنوات لنظم مراقبة وتوزيع المواد الكيميائية والغازات والهواء ذات الصلة بمرافق تصنيع أشباه الموصلات فضلاً عن إعفاء مدته خمس سنوات لنظم حاويات المواد الكيميائية من أجل تخزين وحمل ونقل المواد أو الخلائط (تعليقات رابطة صناعة أشباه الموصلات على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). إضافةً إلى ذلك تطلب رابطة صناعة أشباه الموصلات أن يُمنح الموردون إعفاءً لغرض مقبول في إطار المرفق باء بخصوص استخدامات الحمض والمركبات المرتبطة به في تصنيع ''أدوات'' ومعدات مساعِدة. وهناك حاجة لإدخال كميات صغيرة من الحمض والمركبات المرتبطة به في البوليمرات الفلورية المستخدمة في الأدوات والمعدات المساعدة، بما في ذلك السدادات، والطلاءات، والصمامات، والحشيات، والحاويات الموجودة في هذه الأدوات، فضلاً عن قطع الغيار، بهدف تحقيق الأداء الحاسم ومتطلبات التشغيل. وتستخدم قطع المعدات المعقدة هذه في مرافق التصنيع مع أدنى حد ممكن لاحتمال التعرض. وخلاصة القول إن الرابطة تدعو إلى منح إعفاء بموجب المرفق باء للاتفاقية لاستخدامات قطاع الصناعة للحمض والمركبات المرتبطة به في عمليات التصنيع التي يقوم بها واستخدام هذه المواد الكيميائية في معدات التصنيع المتطورة (تعليقات الرابطة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

باء - المنسوجات التقنية(١٧)

٧٦ - فيما يخص المنسوجات غير التقنية المستخدمة في التطبيقات خارج المباني (مثل المظلات والأثاث خارج المباني المغلقة، ومعدات التخييم)، فإن البدائل متاحة ولا يوجد ما يبرر منح إعفاءات في الاتحاد الأوروبي.

٧٧ - أما فيما يخص مواد الترشيح اللازمة لتنقية الزيت والوقود فإن بعض الشركات تزعم عدم توفر بدائل. بيد أن شركات أخرى أبلغت عن توفر بدائل (مواد كيميائية مفلورة قصيرة السلسلة) في المجالات العالية الأداء (ECHA 2014a, 2015a). وعموماً، لا يمكن إجراء تقييم كامل بشأن ما إذا كان الإعفاء له ما يبرره في القطاع المهني بسبب الثغرات في البيانات خصوصاً بشأن الكميات والاستخدامات المحددة والمواد. ويمكن الاتفاق على منح فترة انتقالية للاستخدامات المتبقية في القطاع المهني نظراً لأن معدات الحماية الشخصية يجب أن تكون مستوفيةً لشروط محددة، وهي شروط محددة في معايير ذات صلة (مثلاً المعيار EN 13034 الخاص بالملابس الواقية).

(١٧) تعني المنسوجات التقنية ذات متطلبات الأداء العالي منسوجات من قبيل المنسوجات المصممة لحماية العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم وسلامتهم أو الأغشية النسيجية المصممة لاستخدامها في المنسوجات الطبية، والترشيح في معالجة المياه العادمة أو عمليات الإنتاج ومعالجة النفايات السائلة.

٧٨ - وفيما يخص المنسوجات المصممة لحماية العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم وسلامتهم فإن هناك استثناءً محدوداً زمنياً (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٣) في الاتحاد الأوروبي. وتقترح لجنة التحليل الاجتماعي والاقتصادي (SEAC) التابعة للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية منح إعفاء مماثل للأغشية المزمع استخدامها في المنسوجات الطبية، وعملية الترشيح عند معالجة المياه، وعمليات الإنتاج، ومعالجة النفايات السائلة (European Commission, 2017).

٧٩ - وفي النرويج يقتصر التقييد على استخدام المنسوجات الاستهلاكية، في حين أن المنسوجات المصممة للاستخدام المهني غير مشمولة بالتقييد. ولا يسري النهج الكندي على الأصناف المصنعة، أي أن استيراد منسوجات تحتوي على حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه وسلائفه واستخدامها وبيعها وعرضها للبيع لا يخضع لأية قيود في كندا.

٨٠ - ووفقاً للمعلومات التي قدمتها الرابطة البافارية للمنسوجات والملابس والرابطة الجنوبية الغربية للمنسوجات (VTB SWT) فإن حمض البنتاديكافلوروكتانويك يمكن أن يوجد في شكل شوائب من إنتاج البوليمرات المفلورة الجانبية السلسلة كمستحضرات/خلائط للتشطيبات الصادة للنفط والماء والمواد الكيميائية في المنسوجات. ويجري تطبيق تقنية الاستخدام على أعلى مستوى ولا تنتقل إلا كميات نزرة من الحمض عن طريق التشريب، إذا حدث وانتقلت. وبوصف قطاع المنسوجات المهنية والتقنية والوقائية في صناعة النسيج قطاعاً شاملاً لعدة قطاعات فإنه يتعين عليه أن يفي بمعايير الأداء الكثيرة المختلفة، وعلى وجه الخصوص معايير السلامة الطبية والكيميائية ومعايير السلامة المتعلقة بحماية البيئة، فضلاً عن معايير السلامة المتعلقة بعدم النفاذية للوقود في صناعة السيارات وصناعة الطائرات. وجميع هذه المنسوجات تقريباً يتعين إجازتها وفق إجراءات طويلة قد تستغرق سنوات، كما أن العديد من المنسوجات تخضع للتنظيم بموجب العديد من قوانين الاتحاد الأوروبي والقوانين الوطنية الأخرى. وتستكمل هذه القوانين بمعايير وأنظمة لمؤسسات مستقلة تسمى في ألمانيا ''TL'' أي ''موجز الأداء التقني''. ويجري تدريب موظفي صناعة النسيج الألمانية تدريباً ملائماً، كما يجري الالتزام على نحو صارم بالصحة والسلامة المهنيتين ورصدهما (VTB SWT, 2016). ويمكن توسيع نطاق المعايير التقنية، مثل تلك المستخدمة في ألمانيا، باعتبارها أمثلة للممارسات الجيدة (تعليقات هولندا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). ومع ذلك فإن كميات الحمض وعملية التصنيع والظروف السائدة في بلدان ومناطق أخرى غير معروفة، إذ يمكن أن تكون هناك كميات كبيرة مما يؤدى إلى تعرض الإنسان وحدوث إطلاقات إلى البيئة (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

٨١ - والبوليمرات المفلورة ذات السلاسل الجانبية القائمة على المواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك (مثل أكريلات الفلوروتيلومير ٨:٢) المستخدمة في معالجة المنسوجات تحتوي على ٢ في المائة من البقايا المُنحلَّة للمواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك (Russel et al., 2008). ويُمكن أن تُطلق هذه البقايا المنحلة في البيئة عن طريق الهواء والماء أثناء استخدام تلك المنسوجات المعالجة أو في مرحلة تحولها إلى نفايات. وعلاوة على ذلك يمكن استخدام المواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك في عوامل التشريب (ECHA 2015a). ويعتبر اتحاد الألبسة والمنسوجات الأوروبي (EURATEX) إدراج إعفاء خاص بمنع النفاذية للماء والزيت والمواد الكيميائية أمراً حاسماً للسلامة المهنية. ومن شأن الفترة الانتقالية التي تبلغ ٦ سنوات أن تمكن المشاريع الجارية والجديدة من تحقيق نتائج نحو إيجاد بدائل بوليمرية مفلورة وغير مفلورة ذات أداء أفضل وملائمة أكثر للبيئة في إطار عملية لائحة الاتحاد الأوروبي لتنظيم تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها (Euratex, 2016).

٨٢ - ووفقاً لرابطة المنسوجات + الموضة فإنه يمكن القيام بالكثير لتحقيق أهداف الحد من المخاطر. والممارسة الشائعة هي تكنولوجيا الاحتواء، فهي تسمح بإعادة تدوير حمض البنتاديكافلوروكتانويك وإعادة الاستخدام أثناء عملية البلمرة والاحتجاز من الهواء الملوث ومعالجة المياه العادمة. أما الممارسة الشائعة خلال عملية صقل المنسوجات فهي التقليل إلى أدنى حد ممكن من الانبعاثات. ويمثل استخدام أفضل الممارسات البيئية في الإنتاج عاملاً رئيسياً لتفادي الانبعاثات و/أو خفضها إلى مستوى منخفض للغاية. وفي الاتحاد الأوروبي تنتج المنسوجات التقنية وفقاً لأفضل الممارسات البيئية. وتهدف المعالجة بالمنتجات المفلورة إلى التقليل إلى أدنى حد ممكن من تأثر البيئة عن طريق عدم النفاذية الدائمة للنفط والمياه. وقد طُورت الخواص ورُشِّدت في العقود الأخيرة للوصول إلى هذا المستوى الرفيع من الحماية والمحافظة عليه. ولذلك فإن منح إعفاء للمنسوجات المهنية والتقنية والمنسوجات الواقية التي يجب أن تستوفي معايير أداء عدم النفاذية الدائمة، يعد أمراً لا غنى عنه (TM, 2016).

جيم - *بعض أحبار الطباعة*

٨٣ - تشير التعليقات الواردة من الصناعة والتي قدمت أثناء المشاورات العامة للاتحاد الأوروبي إلى أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات المرتبطة به موجودة في أحبار اللثى المستخدمة في الطابعات الحرفية. واستمر هذا الاستخدام فقط في الطابعات التي لم تعد تصنع، وبالتالي فإن التخلص التدريجي يجري تنفيذه بالفعل. ويبدو أن هناك اتجاه تناقصي واضح في الكميات المستخدمة وما يرتبط بها من انبعاثات. وتزعم الشركة التي صنعت الطابعات والأحبار المعنية أنه في ظل عدم وجود فترة انتقالية مدتها ٥ سنوات ستكون هناك حاجة إلى الاستبدال المبكر للطابعات المستخدمة، وستكون التكاليف مرتفعة لأنه سيكون هناك فقدان لجودة الصورة. وخلصت اللجنة العلمية للاتحاد الأوروبي إلى أن هناك ما يبرر قبول فترة انتقالية قدرها ٥ سنوات للطباعة باستخدام أحبار اللثى (ECHA, 2015c) بحيث يجري منح استثناء محدود المدة (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٢) في الاتحاد الأوروبي (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧). أما فيما يخص الأحبار المائية فإن هناك إعفاءً محدود المدة (حتى ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٦) معمول به في كندا (تعليقات كندا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول). بيد أن نهج إدارة المخاطر النرويجي لا ينطبق إلا على المنتجات الاستهلاكية ولا يقيد استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك في الأحبار المخصصة للاستخدام المهني/الطابعات.

دال - *إنتاج بدائل مفلورة قصيرة السلسلة*

٨٤ - وفقاً لما أفاد به مجلس التكنولوجيا الفلورية فإن الصناعة يمكنها أن تقوم بإعادة معالجة جزء لا يمكن تجنبه من حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد المرتبطة به بوصفها مواد وسيطة معزولة لإنتاج بدائل التلومير الفلوري المكون من السداسي الكربون في موقع آخر بخلاف موقع الإنتاج، ولذلك فإنه يتعين منح إعفاء للمواد الوسيطة المعزولة المنقولة (تعليقات المجلس على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). وينص تقييد الاتحاد الأوروبي وفقاً للفقرة ٤ (ج) منه على منح إعفاء للمواد الوسيطة المعزولة المنقولة دون حد زمني شريطة الوفاء بالشروط المنصوص عليها في النقاط من (أ) إلى (و) من المادة ١٨ (٤) من لائحة الاتحاد الأوروبي (EC) ذات الرقم ٢٠٠٦/١٩٠٧ (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧). وينبغي أيضاً النظر في منح إعفاء بموجب اتفاقية استكهولم للمواد الوسيطة المعزولة المنقولة ليتسنى إعادة المعالجة في موقع آخر بخلاف موقع الإنتاج. ويمكن أن تكون الشروط مماثلة للشروط المحددة بموجب نهج إدارة المخاطر في الاتحاد الأوروبي، أي أن يجري تصنيع مادة (أو مواد) أخرى من مادة وسيطة في مواقع أخرى تخضع للشروط التالية المتحكم فيها على نحو صارم: (١) أن يجري احتواء المادة بشكل صارم باستخدام وسائل تقنية خلال كامل دورتها بما في ذلك التصنيع، والتنقية، وتنظيف المعدات وصيانتها، وأخذ العينات، والتحليل، وشحن المعدات أو الأوعية وتفريغها، والتخلص من النفايات أو التنقية والتخزين؛ (٢) استخدام

تكنولوجيات إجرائية وتكنولوجيات تحكم تقلل إلى أدنى حد ممكن من الانبعاثات ومن أي تعرض ناتج عنها؛ (٣) ألا توكل مناولة المادة إلا إلى موظفين مدربين جيداً ومعتمدين؛ (٤) في حالة إجراء أعمال النظافة والصيانة يتعين تطبيق إجراءات خاصة مثل التطهير والغسل قبل فتح المنظومة والدخول إليها؛ (٥) في حالات الحوادث مع وجود نفايات متولدة تُستخدم تكنولوجيات إجرائية و/أو تكنولوجيات تحكم بهدف التقليل إلى أدنى حد ممكن من الانبعاثات وما ينجم عن ذلك من تعرض خلال تطبيق إجراءات التنقية أو التنظيف والصيانة؛ (٦) التوثيق الجيد لإجراءات مناولة المادة على أن يشرف على هذه الإجراءات مشغل الموقع وبشكل صارم.

هاء – *التصوير الضوئي*

٨٥ – ووفقاً لرابطة التصوير والطباعة في أوروبا (I&P Europe) فإن تدبير الرقابة الرئيسي الذي جرى اعتماده بصورة طوعية يتمثل في مواصلة تطوير بدائل. ومنذ عام ٢٠٠٠ أعاد قطاع الصناعة صياغة عدد كبير من المنتجات أو أوقفها مما أدى إلى حدوث انخفاض على نطاق العالم في استخدام المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك بنسبة تزيد عن ٩٥ في المائة. وعلى الرغم من أنه لا توجد حالياً عمليات إبدال للتطبيقات القليلة المتبقية إلا أن من المتوقع حدوث المزيد من الانخفاض في استخدام هذه المواد مع تواصل عملية التحول نحو التصوير الرقمي. وترى رابطة التصوير والطباعة الأوروبية أنه لا توجد ضرورة لاتخاذ تدابير رقابة إضافية على الاستخدامات الجارية (I&P Europe, 2016a).

٨٦ – ووفقاً لرابطة التصوير والطباعة الأوروبية فإن عدم توفر المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك لتصنيع منتجات التصوير المتبقية ذات الصلة سوف يؤثر بشكل سلبي أيضاً على مجموعات العملاء المعنيين مثل الرعاية الصحية والقوات المسلحة. وفيما يخص قطاع الرعاية الصحية على سبيل المثال فقد يكون من الصعب مالياً على المستشفيات ومكاتب الأطباء، التي تتميز بقيود مشددة على الميزانية، الاستثمار في تكنولوجيات جديدة يقتضيها وقف استخدام منتجات التصوير التقليدية الحالية. ويمكن توقع أن يكون هذا التأثير أكبر في البلدان النامية وفي بعض بلدان الاتحاد الأوروبي في المجال الطبي، مثل إيطاليا وإسبانيا والبرتغال واليونان وعدد من بلدان أوروبا الشرقية (I&P Europe, 2016a).

٨٧ – وينص نهج إدارة المخاطر في الاتحاد الأوروبي على منح إعفاء للطلاءات الفوتوغرافية المستخدمة على الأفلام أو الورق أو لوحات الطباعة (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧). وقد انتهى أجل الإعفاء المحدد لهذا الاستخدام في النرويج وكندا في عام ٢٠١٦. بيد أن نهج إدارة المخاطر النرويجي لا ينطبق إلا على المنتجات الاستهلاكية أما النهج الكندي فلا يسري على الأصناف المصنعة. ومن ثم فإن استيراد طلاءات وسائط التصوير المستخدمة على الأفلام أو الورق أو لوحات الطباعة وكذلك استخدام هذه الطلاءات وبيعها وعرضها للبيع لا تخضع لقيود في كندا.

واو – *الطلاء النانوي*

٨٨ – خلال المشاورات العامة للاتحاد الأوروبي بشأن ملف التقييد طلبت شركة واحدة تستخدم الطلاء لصالح شركات تصنيع الهواتف الذكية منحها إعفاءً مدته ٣ سنوات لطلاء نانوي بلازمي نبضي من أجل تمكينها من الانتقال إلى استخدام بديل كيميائي سداسي الكربون (ECHA, 2015c). وفي الاتحاد الأوروبي يمنح إعفاء محدد زمنيا للطلاء النانوي البلازمي (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٣) (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧). ولا ينطبق النهج الكندي على الأصناف المصنعة. ومن ثم فإن استيراد الطلاءات المستخدمة على الهواتف الذكية (أو المعدات الإلكترونية الأخرى) وكذلك استخدام هذه الطلاءات وبيعها وعرضها للبيع لا تخضع لقيود في كندا.

زاي - قطع الغيار

٨٩ - طلب أصحاب المصلحة في قطاع الصناعة في الاتحاد الأوروبي إعفاءً لقطع الغيار من مختلف الأنواع (الطيران والاتصالات السلكية واللاسلكية وأشباه الموصلات وصناعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات). ويتعلق القلق بإمكانية أن تُطرح في الأسواق في الاتحاد الأوروبي وأن تُستخدم قطع غيار مصنعة بالفعل في تاريخ دخول التقييد حيز النفاذ. واستناداً إلى تعليقات القطاع فإنه في ظل عدم منح هذا الإعفاء فإن قطع الغيار تلك سوف يتعين تدميرها وهو ما من شأنه أن يمثل خسارةً اقتصاديةً للجهات المصنعة في الاتحاد الأوروبي. وقد وجدت لجنة تقييم المخاطر ولجنة التحليل الاجتماعي والاقتصادي التابعتان للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية أن هناك أسباب تدعو لمنح استثناء خاص بقطع الغيار الموجودة في المخازن قبل بدء نفاذ هذا التقييد فيما يخص جميع التطبيقات، بما في ذلك الحالات المذكورة أعلاه فضلا عن حالات أخرى، بالنظر إلى تكاليف القضاء على هذه القطع والانبعاثات المنخفضة المرتبطة بفترة عمرها الطويلة (ECHA, 2015c). ولا ينص تقييد الاتحاد الأوروبي على أي إعفاء لقطع الغيار (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧).

٩٠ - وعلاوةً على ذلك فإن اتحاد مصنعي المركبات الكندي (CVMA) يطلب إعفاءات محددة لصيانة السيارات وقطع الغيار البديلة. ووفقاً لهذا الاتحاد فإن هذا القطاع الصناعي ظل يتخلص تدريجياً من استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك بشكل استباقي لبعض الوقت. ومع ذلك فإن قطع الغيار للصيانة وقطع الغيار البديلة قد لا تزال تحتوي على هذا الحمض. وتشكل هذه القطع نسبةً ضئيلةً من استخدام الحمض، وهي نسبة ستنخفض بشكل طبيعي مع مرور الوقت مع تبدل أسطول المركبات. إن مصنعي السيارات بحاجة إلى ضمان توفر المعدات وقطع الغيار الأصلية من أجل تلبية الطلب من جانب العملاء (CVMA 2017). ووفقاً للمعلومات التي قدمتها الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة فإن منح إعفاء سيؤدي أيضاً إلى استمرار إطلاقات الحمض إلى الإنسان والبيئة من الإنتاج والاستخدام.

٩١ - ووفقاً لما أفادت به لجنة التحليل الاجتماعي والاقتصادي فإنه فيما يتعلق بمعدات التصنيع والهياكل الأساسية ذات الصلة في صناعة أشباه الموصلات ستكون هناك أيضاً حاجة لفترة انتقالية فيما يتعلق بصيانة المعدات العتيقة أو هياكل المصانع العتيقة أو قطع غيارها أو استبدالها أو تجديدها (تعليق اللجنة في عام ٢٠١٧ على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

حاء - رغاوى مكافحة الحرائق

٩٢ - مصطلح الرغوة المائية التي تشكل طبقةً رقيقة (AFFF) هو مصطلح عام لمنتجات مكافحة الحرائق و/أو إخماد البخار المستخدمة على الصعيد العالمي لإطفاء الحرائق. وقد صممت هذه الرغاوى بحيث تكون فعالة بوجه خاص في إطفاء الحرائق من الفئة باء (السوائل القابلة للاشتعال). ويمكن لهذه الرغاوى أن تحتوي على حمض البنتاديكافلوروكتانويك ومواد مرتبطة به. ولا يتعين بالضرورة في كل حالة استخدام رغاوى مكافحة الحرائق. ولا يمكن اختيار المنتج على الوجه السليم إلا من خلال الدراسة الدقيقة للحالة المحددة قيد النظر (حالة طارئة أو تصميم نظام إطفاء حرائق/حماية الممتلكات) واستعراض قوانين البناء المحلية وغيرها من اللوائح التنظيمية. وعلى مدى العقد الماضي ظل مصنعو هذه الرغاوى يستبدلون المنتجات القائمة على حمض البنتاديكافلوروكتانويك بمواد فلورية خافضة للتوتر السطحي قائمة على الفلوروتيلومرات. واليوم تُصنَّع أغلب رغاوى مكافحة الحرائق من مواد كيميائية فلورية/تيلومرات قائمة على بيرفلوروهكسانات تحتوي على سلسلة سداسية الكربون (للاطلاع على المزيد من التفاصيل انظر UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)، بيد أن هناك رغوة خالية من الفلور أو طرائق

أخرى من بدائل الإطفاء متاحة وتستوفي متطلبات الكفاءة في مجالات استخدام كثيرة فيما يخص الحرائق من الفئة باء (Swedish Chemicals Agency, 2016a). وفيما يخص رغاوى مكافحة الحرائق المحتوية على المواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك فإن هناك عدداً من البدائل المتوفرة (انظر الفقرات من ١٥٥ إلى ١٦٢).

٩٣ - وتمشياً مع الإعفاء الخاص بالرغاوى المطبق بالفعل، وبهدف تفادي الحاجة إلى الاستبدال المبكر للرغاوى المعفاة، اقترحت لجنة التحليل الاجتماعي والاقتصادي استثناء هذه الخلائط من تقييد الاتحاد الأوروبي لمدة ٢٠ عاماً. وهذا هو العمر العادي لرغاوى مكافحة الحرائق، وهذه الفترة الزمنية تدعمها تعليقات واردة من المشاورات العامة (ECHA, 2015c). وفي العملية الأوروبية، على الرغم من الشواغل التي أثارها بعض العاملين في مكافحة الحرائق ومصنعي الرغاوى من أن الحاجة ستدعو، لمدة ١٠ سنوات إضافية، إلى الرغاوى المحتوية على الفلور والتي تتضمن ما يبلغ ١٠٠٠ جزء من البليون من حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات المرتبطة به، فإن المفوضية الأوروبية تلقت معلومات وافرة من مصدرين مختلفين، مما يدل على توافر وفعالية الرغاوى الخالية تماماً من الفلور. وبالإضافة إلى ذلك توجد بالفعل رغاوى قصيرة السلسلة قائمة على الفلور. وفي تلك الحالة يبدو أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات المرتبطة به تسبب مشكلة، عوضاً عن كون وجودها عاملاً أساسياً في الأداء التقني. واعتبرت اللجنة أن التأجيل العام لمدة ثلاث سنوات من شأنه أن يتيح إطاراً زمنياً معقولاً لصناعة رغاوى مكافحة الحرائق كي تُكيِّف تركيباتها لهذا التقييد.

٩٤ - ووفقاً للمعلومات التي قدمتها الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة فإن العمر العادي لرغوة مكافحة الحرائق يتفاوت بدرجة كبيرة وفقاً لدرجات الحرارة وظروف التخزين. ولذلك فإن مدة الـ ٢٠ عاماً هي مدة غير ملائمة للاستخدام التشتيتي المستمر للملوثات العضوية الثابتة، وهو استخدام أدى إلى تلوث المياه الجوفية على نطاق واسع في العديد من البلدان. وتقترح ألمانيا، وتؤيدها في ذلك النمسا، إدراج فترة انتقالية قصيرة لاستخدام الرغاوى المطروحة بالفعل في الأسواق، نظراً لكون رغاوى مكافحة الحرائق ثابتة جداً ويمكن تخزينها لمدد طويلة جداً إلى حين استخدامها في حالات نشوب الحرائق. ولتجنب الاستمرار في تلويث البيئة بانبعاثات من هذا المصدر، ينبغي الاستعاضة عن الرغاوى الموجودة ببدائل مستدامة ومناسبة. (تعليقات ألمانيا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول؛ تعليقات النمسا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

٩٥ - وفيما يتعلق بطرح رغاوى مائية جديدة تشكل طبقة رقيقة في الأسواق للاستخدام المهني أشارت لجنة التحليل الاجتماعي والاقتصادي إلى أنه أثناء المشاورات العامة في الاتحاد الأوروبي طلبت بعض الجهات صاحبة المصلحة (دوائر مكافحة الحرائق، مصنعو الرغاوى) حدوداً أعلى لتركيزات المواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك والحمض نفسه، أو منح إعفاء تام لرغاوى مكافحة الحرائق. وبشكل عام فإنه بالنظر إلى المعلومات المقدمة، اقترحت اللجنة أن تُعتمد قيمة حدية أعلى قدرها ١٠٠٠ جزء من البليون لكل مادة، فيما يخص الحمض أو كل مادة من المواد المرتبطة به عندما تستخدم في مركزات رغاوى مكافحة الحرائق، وأن يعاد النظر في التركيز الحدي هذا بهدف خفضه في الاستعراض المقترح للتقييد بعد ٥ سنوات من دخول التقييد حيز النفاذ (ECHA, 2015c).

٩٦ - وينص تقييد الاتحاد الأوروبي، في فقرته ٤ (هـ) على منح إعفاء لخلائط رغاوى مكافحة الحرائق المركزة التي تُطرح في الأسواق قبل ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٠ وستستخدم أو تستخدم فعلاً في إنتاج خلائط رغاوى أخرى لمكافحة الحرائق. ويمنح إعفاء لخلائط رغاوى مكافحة الحرائق (١) التي تطرح في الأسواق قبل ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٠ أو (٢) تنتج وفقاً للفقرة ٤ (هـ)، شريطة أن يتم، عندما تستخدم لأغراض التدريب، التقليل إلى أدنى حد ممكن من الانبعاثات إلى البيئة، مع التخلص على نحو سليم من النفايات السائلة التي يجري جمعها (المفوضية الأوروبية،

٢٠١٧). وفي كندا يمنح إعفاء غير محدد زمنياً للرغاوى السائلة التي تشكل طبقةً رقيقة والتي تستخدم في تطبيقات مكافحة الحرائق (Canada 2016c). ولا توجد إعفاءات لرغاوى مكافحة الحرائق في النرويج، بيد أن نهج إدارة المخاطر لا ينطبق عليها لأنه يتعلق بالمنتجات الاستهلاكية، وهذه الرغاوى السائلة مخصصة للاستخدام الحرفي فقط. وتؤيد رابطة الوقود الكندية منح إعفاء لهذه الرغاوى السائلة وفق ما هو مقترح في تقييم إدارة المخاطر (تعليقات الرابطة على مشروع إدارة المخاطر الثاني).

طاء - الأجهزة الطبية

٩٧ - خلال المشاورات العامة في الاتحاد الأوروبي أشار أصحاب المصلحة إلى أن عملية الاستبدال مستمرة إلا أنها عملية مطولة نظراً للتعقيد الذي تنطوي عليه سلاسل الإمداد وعمليات الاعتماد. وجرى طلب فترة انتقالية عامة قدرها ٥ سنوات كحد أدنى، إلا أن هذه الفترة الانتقالية يمكن أن تكون قصيرة جداً فيما يخص بعض الأجهزة. وفي الحالة المحددة للأجهزة الطبية المصممة للاستزراع في الجسم طلبت الجهة المصنعة فترة انتقالية قدرها ١٥ عاماً (ECHA, 2015c).

٩٨ - وينص تقييد الاتحاد الأوروبي على منح إعفاء محدد زمنياً (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٣٢) للأجهزة الطبية بخلاف تلك المصممة للاستزراع داخل الجسم ضمن نطاق الأمر التوجيهي 93/42/EEC. إضافةً إلى ذلك يمنح إعفاء غير محدد المدة لإنتاج أجهزة معينة مصممة للاستزراع داخل الجسم (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧). وتمنح النرويج إعفاءً للأجهزة الطبية (غير محدد زمنياً).

ياء - الاستخدام الوسيط المنقول في إنتاج المستحضرات الصيدلانية

٩٩ - وفقاً لقطاع الصناعة الكيميائية فإنه لم يجر تطوير بدائل لجميع المواد الكيميائية الصيدلانية وبعض المواد الكيميائية الأخرى العالية التخصص التي تستخدم في إنتاجها مواد كيميائية مرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك كمواد خام و/أو وسائط معالجة والتي لها فوائد اجتماعية واقتصادية وبوجه خاص معايير الأداء (FluoroCouncil, 2016a). ولا توجد معلومات تحدد ''المواد الكيميائية الأخرى العالية التخصص''. وفي سياق النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية اعتُمدت الملوثات الصيدلانية المقاومة للتحلل في البيئة بوصفها مسألةً سياساتيةً عالميةً ناشئة، مع التسليم بأن المستحضرات الصيدلانية لها فوائد كبيرة لصحة الإنسان ورعاية الحيوان. وينتج يوديد البيرفلوروكتيل في موقع واحد في اليابان أثناء إنتاج مواد قائمة على الفلوروتيلومرات ٦:٢ (التلمرة والفصل والتقطير ضمن النظم المغلقة)، ومن ثم ينقل في شكل مواد وسيطة معزولة إلى موقع آخر في اليابان لإنتاج بروميد البيرفلوروكتيل. ويتم تجميع وحرق جميع النفايات المتولدة أثناء إنتاج يوديد البيرفلوروكتيل ضمن نظام مغلق. ويمكن توقع إطلاق كمية ضئيلة في الهواء، ويتوقع أن تقل عن كيلوغرام واحد سنوياً. وبعد ذلك ينقل بروميد البيرفلوروكتيل إلى موقعين في الولايات المتحدة والسويد لإنتاج مستحضرات صيدلانية ذات صلة (تعليقات دايكين على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني وعلى المعلومات الواردة من الاتحاد الدولي لرابطات منتجي العقاقير الطبية وتلك المقدمة خلال الاجتماع الثالث عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

١٠٠ - ويُستخدم بروميد البيرفلوروكتيل كمادة مساعدة لتصنيع الجسيمات ''ذات المسامات الفائقة الدقة'' لأغراض التطبيقات الصيدلانية. وليس بروميد البيرفلوروكتيل من ضمن المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك. غير أنه يحتوي بصورة عرَضية على كميات ضئيلة جدا من يوديد البيرفلوروكتيل، الذي هو مادة مرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك. أما بقايا بروميد البيرفلوروكتيل في المنتج الصيدلاني ''ذي المسام الفائقة الدقة'' فمقدارها عادة ١ في المائة، مما يمثل بقايا يوديد البيرفلوروكتيل بمستوى ٠,١ جزء في المليون. والحد الأدنى

للكشف عن يوديد البيرفلوروكتيل في الجسيمات ذات المسامات هو ٠,١ في المائة. ويقل مجموع بقايا يوديد البيرفلوروكتيل المنتجة حاليا ضمن المنتجات الصيدلانية عن غرامين سنويا. وتقل انبعاثاته في البيئة من جراء إنتاج المستحضرات الصيدلانية حاليا عن ٣٠ غراما في السنة. أما نفايات بروميد البيرفلوروكتيل الناتجة عن التصنيع فيتم امتصاصها في سطوح كربونية متسلسلة، وهي أفضل تكنولوجيا متاحة، وتسمح بالتحكم في الانبعاثات وتخفيضها إلى ما دون ١ في المائة، وعادة إلى أقل من ٠,١ في المائة (معلومات قدمها الاتحاد الدولي لرابطات منتجي العقاقير الطبية خلال الاجتماع الثالث عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

١٠١ - وتسمح الجسيمات ذات المسامات الفائقة الدقة بالجمع بين أكثر من مكونين صيدلانيين فعالين لإنتاج مستحضر صيدلاني واحد وفقاً للنسب الملائمة لتعظيم الأثر. وكذلك فإن تكنولوجيا المسامات الفائقة الدقة تسمح بتحقيق الفعالية في إيصال المستحضر إلى داخل الجسم، وفي استهداف في الرئتين. والمستحضرات الصيدلانية التي تُصنَّع بهذا الأسلوب حالياً وتُطرح في السوق مخصصة لعلاج المرضى الذين يعانون من الانسداد الرئوي المزمن والتليف الكيسي. والبحوث جارية بشأن تطبيقات صيدلانية إضافية خلال مراحل الإصابة المبكرة والمتقدمة بالمرض (معلومات قدمها الاتحاد الدولي لرابطات منتجي العقاقير الطبية خلال الاجتماع الثالث عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

١٠٢ - وقد بُذلت جهود مكثفة لتحديد عوامل بديلة، حيث تم فحص ١٥ منها على الأقل، إلا أنه وُجد أن بروميد البيرفلوروكتيل هو المادة الوحيدة المناسبة لتصنيع المستحضرات الصيدلانية ذات المسامات الفائقة الدقة، والتي تتوافر فيها السمات المناسبة من حيث السمية، بحيث يمكن للبشر تناولها بأمان (NDA 020-091 FDA approval of Imagent®). وبالنظر إلى هذه الجهود، فمن المستبعد التمكن من إيجاد مادة بديلة دون الإخلال بخواص الجسيمات ذات المسامات الفائقة الدقة. وإذا وُجد عامل بديل، فإن ذلك سيتطلب تجارب سريرية متكررة وإعادة تسجيل المنتجات، في فترة تتجاوز في المجموع ١٠ سنوات. وبالنسبة لهذا النوع من المنتجات الصيدلانية، تدعو الحاجة إلى كفالة استمرار توفير المستحضرات للمرضى، ولذلك فمن الضروري مواصلة النظر في الأسلوب المناسب لمعالجة هذا التطبيق (معلومات قدمها الاتحاد الدولي لرابطات منتجي العقاقير الطبية خلال الاجتماع الثالث عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة).

كاف- *استخدام السلفوراميد*

١٠٣ - يُستخدم ن-إثيل بيرفلوروكتان سلفوناميد (المعروف باسم السلفوراميد؛ EtFOSA؛ الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٤١٥١-٥٠-٢) كعنصر فعال في طُعم مكافحة النمل لأغراض مكافحة النمل القاطع لأوراق الشجر من الفصيلتين Atta spp وAcromyrmex spp في كثير من بلدان أمريكا الجنوبية، ولمكافحة نمل النار الأحمر الوافد والأرضة (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3/Rev.1). وقد تستخدم أيضاً خوافض التوتر السطحي الفلورية كخوافض توتر سطحي ''خاملة'' (وهي محسِّنات تُستخدم في تركيبات مبيدات الآفات، ولكنها ليست مكونات نشطة) في منتجات مبيدات الآفات (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1).

١٠٤ - ويُستخدم السلفوراميد كطُعم لمكافحة النمل القاطع لأوراق الشجر، ووفقا لإفادة وفد البرازيل فإن استخدام السلفوراميد في البرازيل يحول دون وقوع أضرار تقابل خسائر تصل إلى ١٤,٥ في المائة من الأشجار في كل هكتار. ومن المنتجات الزراعية الأخرى التي يحتمل أن تعاني خسائر بالغة فول الصويا والذرة. وكذلك فمن

المرجح أن تنخفض قدرة الهكتار الواحد على إعاشة الماشية إذا انخفضت كمية العلف بسبب النمل (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1)[١٨].

١٠٥ - وقد أُدرجت طعوم الحشرات المخصصة لمكافحة النمل القاطع لأوراق الشجر من الفصيلتين Atta spp وAcromyrmex spp بوصفها أغراضاً مقبولة لإنتاج واستخدام حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وأملاحه وفلوريد السلفونيل البيرفلوروكتاني في المرفق باء (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1).

٢-٢-٢ تكاليف تنفيذ تدابير الرقابة وفوائدها

١٠٦ - وقد ورد في تقرير لجنة حماية البيئة البحرية في منطقة بحر البلطيق تقييم لخيارات إدارة فعالة الكلفة ترمي إلى خفض تسربات مواد خطرة بما فيها حمض البنتاديكافلوروكتانويك وانبعاثات هذه المواد والكميات المفقودة منها. وإلى جانب التدابير المتخذة في المصادر الصناعية فإن التدابير على مستوى المصادر الحضرية يمكن أن تقلل أيضاً من انبعاثات سلفونات البيرفلوروكتان/حمض البنتاديكافلوروكتانويك، ومن ذلك المعالجة المتطورة للمياه العادمة البلدية باستخدام الكربون المنشط (ترد تفاصيل إضافية أيضاً في خيارات أخرى، انظر تقرير لجنة هلسنكي، ٢٠١٣).

١٠٧ - وقد جرى بالفعل التخلص التدريجي من حمض البنتاديكافلوروكتانويك على نطاق واسع في العديد من الاستخدامات، مما يشير إلى أن تكاليف البدائل لم تثبط استبدال الحمض. ومن النقاط الهامة التي يتعين النظر فيها عند تقييم تكاليف البدائل لأي منتج ما يلي. البدائل ذات تكلفة الشراء المرتفعة في البداية قد تكون في الحقيقة أرخص على مدى كامل عمر المنتج عندما تؤخذ الديمومة والعوامل الأخرى في الاعتبار؛ ويمكن لإنتاج البدائل بالجملة أن يقلل من تكاليفها بشكل كبير. وكثيراً ما تجري المبالغة مسبقاً في تقدير تكاليف المبادرات الرامية لحماية الصحة والبيئة ثم بعد ذلك تنخفض هذه التكاليف سريعاً بعد تنفيذ اللائحة التنظيمية. وأخيراً، تمثل تكاليف التخلص السليم بيئياً من المنتجات المنتهية الصلاحية عاملاً هاما أيضاً يتعين أن يؤخذ في الاعتبار (Ackermann and Massey, 2006).

١٠٨ - أما فيما يخص تقييد الاتحاد الأوروبي فقد جرى تقييم تكاليف الاستبدال، وفقاً لمقترح الاتحاد الأوروبي الخاص بتطبيق تقييد، فيما يتصل بما يلي:(١) استيراد البوليمرات الفلورية واستخدام خلائط الإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر (PTFE)؛ (٢) استخدام المنسوجات في الاتحاد الأوروبي؛ (٣) استيراد المنسوجات في الأصناف؛ (٤) رغاوى مكافحة الحرائق؛ (٥) الورق؛ (٦) الدهانات والأحبار. وقد قدم قطاع الصناعة هذه التقديرات فيما يخص الاستخدامات الحالية (السيناريو الأسوأ) وللفترة الزمنية التي تلي دخول التقييد حيز النفاذ؛ (حالة أكثر واقعية). ولكن بسبب نقص البيانات فإن التقديرات المرتبطة باستيراد حمض البنتاديكافلوروكتانويك في الأصناف والتطبيقات الفوتوغرافية وأشباه الموصلات لم تُجرى. وتتراوح تكاليف الاستبدال التقديرية في الاتحاد الأوروبي من ١,٣٩ إلى ١٥٨,٤٤ مليون يورو بينما يبلغ التقدير الرئيسي ٤٣,٧ مليون يورو للحالة الأكثر واقعية في الاتحاد الأوروبي (انظر ECHA, 2015a، الجدول F.2-6).

١٠٩ - وقد أظهرت المشاورات العامة التي أجراها الاتحاد الأوروبي مع الدوائر الصناعية أن الجهات الرئيسية المصنعة للبوليمرات الفلورية قد طورت بالفعل العديد من البدائل لتحل محل حمض البنتاديكافلوروكتانويك. وغالباً ما تصنع هذه البدائل بصورة حصرية وتستخدمها كل شركة. ونتيجة لذلك لا تتوفر عادة أسعار سوقية لها

(١٨) الوثيقة DFIA/SDA/MAPA nº 123/2008 التي قدمتها إدارة تفتيش المدخلات الزراعية التابعة لأمانة حماية الحيوانات والنباتات بوزارة الزراعة والثروة الحيوانية والإمدادات الغذائية.

(حتى الآن). بيد أن هناك بعض المؤشرات على زيادة في تكاليف التشغيل، وهو أمر يمكن استخدامه لتقييم تكاليف التقييد المقترح التي تقع على عاتق الجهات المصنعة للبوليمرات الفلورية. وبناء على ذلك، يفترض أن استخدام البدائل يؤدي إلى زيادة منخفضة إلى متوسطة في تكاليف الإنتاج (من صفر إلى ٢٠ في المائة). وتنشأ هذه الزيادة عن التكاليف الأعلى و/أو الكميات الأكبر من البدائل التي ستستخدم. وقد أشارت الدوائر الصناعية إلى أنه لا يوجد تغيير في نوعية الإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر المصنع باستخدام البدائل (ECHA, 2015a).

١١٠ - وفيما يتعلق بتكاليف الاستثمار أشارت على وجه الخصوص الجهات المنتجة (السابقة) لحمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد المرتبطة به، أثناء إعداد التقييد في الاتحاد الأوروبي، إلى أن الصناعة استثمرت بالفعل موارد كبيرة لتطوير مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية قصيرة السلسلة من حيث جهود البحث والتطوير ورأس المال (أُبلِغ عن إنفاق أكثر من ٥٠٠ مليون يورو وهو مبلغ جرى التأكيد عليه أيضاً في المشاورات العامة للاتحاد الأوروبي). أما فيما يخص المستخدمين النهائيين فيمكن توقع أن تنتقل التكاليف الكبيرة إلى البدائل القصيرة السلسلة بسبب إعادة صياغة المنتجات، وتكييف عمليات الإنتاج وإجراء الاختبارات. وفي هذا الصدد، أُبلِغ عن إنفاق ما يصل إلى ١ مليون يورو لكل شركة، ويعتمد ذلك على الظروف الخاصة المحيطة بالحالة قيد النظر (ECHA, 2015a).

١١١ - ووفقاً لرابطة التصوير والطباعة الأوروبية فإن العائق الرئيسي الذي يقف في وجه القضاء التام على استخدام المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك في هذا الوقت يظل هو العائق التقني. غير أن تكاليف البحث والتطوير هي أيضاً مهمة ويتعين النظر فيها نظراً لأن هذه الاستثمارات يمكن أن تمثل عبئاً مالياً كبيراً أثناء تركيز صناعة التصوير على إيجاد تكنولوجيات تصوير رقمية جديدة مبتكرة. وقد أصبحت التكاليف الاقتصادية المرتبطة باستبدال المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك في استخدامات التصوير الفوتوغرافي القليلة المتبقية ذات الصلة تكاليف معيقة لعملية الاستبدال في معظم الحالات. أما الاستخدامات الصغيرة الحجم المتبقية ذات الصلة فهي منتجات مخصصة للسوق يتوقع الأعضاء في رابطة التصوير والطباعة في أوروبا أن تتقلص بشكل أكبر (I&P Europe, 2016b).

١١٢ - وفي الاتحاد الأوروبي تبين أن هناك تكاليف كبيرة تقع على المجتمع وترتبط بفَرْط كوليستيرولِ الدَّم والسمية التطورية والسرطان. وسوف تظهر هذه التكاليف من خلال تكاليف مباشرة مثل العلاج الطبي وتكاليف غير مباشرة مثل فقدان الأفراد المتضررين لنوعية الحياة الجيدة. ولم يتسن تقدير حجم عبء المرض الإجمالي الذي يمكن أن يعزى لحمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد المرتبطة به. بيد أن النسب الكبيرة لخصائص المخاطر تدل على أنه ستكون هناك فوائد كبيرة تعود على صحة الإنسان من تقييد الحمض و''المواد المرتبطة به'' (ECHA, 2015a). ووفقاً للمعلومات الواردة من النرويج فإن التقييم الاجتماعي والاقتصادي في الاتحاد الأوروبي ركز في الغالب على خواص مقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية التي يتميز بها الحمض بهدف خفض الانبعاثات. وأظهرت دراسات جديدة أيضاً وجود ارتباط بين التعرض للحمض والتأثيرات المنخفضة للقاحات ويعتقد أن الحمض يشكل خطراً على المناعة لدى الإنسان (انظر على سبيل المثال UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2 أو NTP, 2016).

١١٣ - ومن غير المتوقع أن يؤدي تقييد الاتحاد الأوروبي إلى تأثيرات اقتصادية أوسع نطاقاً داخل أوروبا لأن السوق يتطور فعلاً باتجاه استبدال حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد المرتبطة به. ويتضح ذلك من خلال تكاليف الامتثال المعتدلة التقديرية. وعلاوةً على ذلك فإن من غير المتوقع أن يؤدي التقييد إلى ظهور تأثيرات فيما يتعلق بالقدرة التنافسية للصناعة في الاتحاد الأوروبي والصناعة العالمية نظراً لأن كليهما سيكون عليهما استبدال

الحمض ''والمواد المرتبطة به'' بغية الامتثال للتقييد. ولا يتوقع أن تكون للتقييد آثار كبيرة على العمالة في الاتحاد الأوروبي (ECHA, 2015a).

١١٤ - وتقدر عموما تكلفة إزالة وتدمير كميات حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني الموجودة في المنتجات الحالية، مثل نظم مكافحة الحرائق، بأقل بكثير من ١ ٠٠٠ يورو لكل كيلوغرام، إلا أن تلك التكلفة يمكن أن تكون أعلى بكثير في بعض الحالات. ومن الأمثلة على ذلك نفق باريندريشت للسكك الحديدية في هولندا، حيث أُنفق ما لا يقل عن ٥٠٠ ٣ يورو لكل كيلوغرام لإزالة حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني من نظام مكافحة الحرائق. ولم تحقق هذه العملية الإزالة الكاملة للحمض، التي ستتطلب جولة ثانية من شفط الأنبوب الرئيسي أو استبداله، مما يكلف على الأقل ٠٠٠ ٤٠٠ لكل كيلوغرام من الحمض المتبقي. ولم تُطالب الجهة المشغلة للسكة الحديدية بالقيام بذلك، الأمر الذي يمكن أن يفسر كدليل على اعتبار التكلفة مفرطة، بيد أنه لم يُصرح بذلك التفسير (Oosterhuis et al., 2017).

١١٥ - وقد طُورت مبادرة تنظيمية كجزء من خطة إدارة المواد الكيميائية في كندا بهدف حماية البيئة من المخاطر المرتبطة بتصنيع حمض البنتاديكافلوروكتانويك والأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة (من جملة مواد أخرى) أو استخدامها أو بيعها أو عرضها للبيع أو استيرادها. وفي إطار عملية إدارة المخاطر الكندية أثبتت الأدلة العلمية أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك والأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة هي مواد مقاومة للتحلل وتتراكم وتتضخم بيولوجياً في الحيوانات البرية والبحرية، وأنها مواد سامة للبيئة بموجب القانون الكندي لحماية البيئة لعام ١٩٩٩. وعلى الرغم من عدم إجراء تحليل كمي لفوائد المبادرة إلا أن الضوابط التنظيمية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك والأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة في كندا سوف تحمي البيئة. ومن المتوقع أن تتحسن نوعية البيئة من خلال فرض رقابة على هذه المواد.

١١٦ - وأشارت النرويج إلى أن التدابير الرقابية ستكون لها آثار إيجابية على صحة الإنسان إذ أننا لا نزال معرضين للمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية في بيئتنا اليومية (Norway, 2016). وقد انخفض عدد السلع الاستهلاكية المحتوية على حمض البنتاديكافلوروكتانويك، وكذلك انخفضت مستوياته في الملابس المناسبة لجميع الأحوال الجوية بعد اعتماد اللوائح التنظيمية الوطنية الخاصة بمستوى الحمض في المنتجات الاستهلاكية في عام ٢٠١٣ (تعليقات النرويج على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

١١٧ - وفي أستراليا، ظهرت في الآونة الأخيرة آثار مجتمعية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك بعد تحديد عدد من المواقع الملوثة بالاستخدام القديم للرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة في المطارات ومرافق التدريب على مكافحة الحرائق بهدف مكافحة حرائق الوقود السائل. وقد جرى التخلص التدريجي من رغاوى مكافحة الحرائق المحتوية على حمض البنتاديكافلوروكتانويك وحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وسلفونات البيرفلوروهكسان (PFHxS) في عدد من الاستخدامات. وتجدر الإشارة إلى أن تركة استخدام الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة أدت إلى تلوث بعض مواقع المطارات العسكرية والمدنية، مع انتقال التلوث إلى خارج الموقع في بعض الحالات عبر المياه السطحية والجوفية. وقد أدت هجرة حمض البنتاديكافلوروكتانويك من نقطة الاستخدام إلى تلوث المياه الجوفية والسطحية في المناطق المجاورة التي تستخدم، في بعض الحالات، لأغراض الاستهلاك البشري والأغراض الزراعية. وفي المواقع التي تلوثت فيها مياه الشرب جرى توفير مصدر بديل لمياه الشرب. وقد تأثرت بعض الأنشطة الزراعية ومنها، على سبيل المثال، حدائق الأسواق ومزارع الدواجن وإنتاج البيض الصغيرة الحجم، التي أدى فيها الحمض إلى تلويث المياه التي كانت تستخدم في السابق لهذه الأغراض. وقد أدت وصمة العيش في بيئة ملوثة إلى انخفاض قيم الممتلكات والأعمال التجارية وفقدان الدخل من جانب بعض أصحاب الأراضي والأعمال التجارية. وتسبب

ذلك بدوره في وجود درجة من التوتر والقلق في المجتمعات المحلية المتضررة، ازدادت حدة بفعل عدم التيقن من الآثار على صحة السكان. وعلى الرغم من أن تأثير الحمض على أستراليا ناتج إلى حد كبير عن تركة استخدام الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة المحتوية على الحمض إلا أن تنفيذ تدابير الرقابة سيوفر بعض الضمانات للمجتمعات المحلية الأسترالية بأن احتمال التلوث الجاري أو المستقبلي يجري التقليل منه إلى أدنى حد ممكن (Australia, 2016). وفي نيسان/أبريل ٢٠١٧ وقعت حادثتا انسكاب رئيسيتان لهذه الرغاوى المحتوية على الحمض (٢٢٠٠٠ و٥٠٠٠ لتر) في مطار بريسبان، وأسفرتا عن إنذارات حكومية لتفادي استهلاك الأسماك من الممرات المائية للمنطقة (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). وتعكف الحكومة الاتحادية الأسترالية على إعداد رد الحكومة بأكملها، كما تعمل بالتعاون مع الولايات والأقاليم الأسترالية على إدارة التلوث بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية والاستجابة له (تعليقات أستراليا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

١١٨ - ومن شأن الاستمرار في استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك في رغاوى مكافحة الحرائق أن يؤدي إلى استمرار تلوث المياه الجوفية والتربة المحيطة بالمواقع العسكرية والمطارات في جميع أنحاء العالم، مع كل ما يرتبط بذلك من تكاليف المعالجة والتعويض والتكاليف القانونية، إضافةً إلى الإضرار بصحة الإنسان والبيئة (Wang et al., 2017; LaSalle, 2016; The Senate Foreign Affairs, Defence and Trade, 2016; Air Services Australia, 2016; Filipovic et al., 2015; Houtz et al., 2016). وتظهر حسابات حديثة للتكاليف الإجمالية لتطهير المياه الجوفية الملوثة بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية حول مناطق مكافحة الحريق في النرويج أن تطهير كل موقع تدريب يكلف ٣,٥-٥,٥ مليون يورو. وتشمل هذه الأرقام استثمار وتشغيل نظم تنقية المياه الجوفية اللازمة في بعض المطارات النرويجية التي تعرضت للتلوث عن طريق المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية الموجودة في رغاوى مكافحة الحرائق. ويظهر التحليل الكيميائي أن حمض البنتاديكافلوروكتانويك ينتقل إلى المياه الجوفية بمعدل أعلى من حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني (تعليقات النرويج على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثالث).

١١٩ - وفي عام ٢٠٠٥ استخدمت رغاوى مكافحة حرائق تحتوي على مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية في مطار دوسلدورف الألماني بسبب حادث تحطم طائرة وللتدريب على مكافحة الحرائق. وأدت المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (وكذلك حمض البنتاديكافلوروكتانويك) إلى تلويث التربة ونفذ إلى المياه الجوفية. ولوثت المياه الجوفية المحتوية على المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بحيرتين قريبتين جرى إغلاقهما الآن في وجه الجمهور وحظر استهلاك أسماكهما. وفي عام ٢٠٠٧ اكتشفت مصلحة البيئة المحلية في دوسلدورف مستويات مرتفعة من هذه المواد في شمال دوسلدورف. وفي السنوات التالية وجد أن مطار دوسلدورف هو المصدر الرئيسي لهذه المواد. وستستغرق عملية معالجة المياه الجوفية سنوات أو حتى عقود. وعلاوةً على ذلك جرى حفر ٣٠٠٠ طن من التربة الملوثة بهذه المواد والتخلص منها[١٩]. وهناك مناطق مماثلة ملوثة بمركبات الكربون البيرفلورية في مطارات أخرى في ألمانيا نجم تلوثها عن استخدام الرغاوى المائية التي تشكل طبقةً رقيقة لأغراض التدريب في الماضي (مثلاً في مطار نورنبيرغ). وجرى مناقشة تكاليف إجراءات المعالجة هذه في تقرير الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (ECHA, 2015a) (تعليقات ألمانيا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثالث).

١٢٠ - وفي ألمانيا هناك قضية واحدة بارزة تظهر النتائج المترتبة على التخلص (غير القانوني) من النفايات/الحمأة في الحقول الزراعية. وبسبب التخلص من الحمأة الصناعية تسرب حمض البنتاديكافلوروكتانويك إلى المياه السطحية

(١٩) انظر https://www.dus.com/de-de/konzern/unternehmen/verantwortung/umweltschutz/ gew%C3%A4sserschutz/grundwassersanierung.

مما أدى إلى تلويث مستودع لمياه الشرب، بحيرة مون (انظر Skutlarek et al. 2006, Wilhelm et al. 2009, Wilhelm et al. 2010, Hölzer et al. 2008, Hölzer et al. 2009). وهكذا أصبحت مياه الشرب تحتوي على مستويات مرتفعة من الحمض. ومن ثم أظهرت دراسات الرصد الإحيائي البشري مستويات أعلى من الحمض في الدم عند سكان آرنسبيرغ مقارنةً بالسكان الذين يعيشون في منطقة قريبة تحصل على مياه الشرب من مصدر آخر. ووفقاً للمعلومات المستقاة من وسائط الإعلام فإن تكاليف تنقية المياه الجوفية التي يجري تكبدها منذ عام ٢٠٠٦ تبلغ زهاء ٢,٥ مليون يورو. وسيجري تشغيل محطة تنقية المياه خلال السنوات القادمة وتبلغ تكاليف التشغيل زهاء ١٠٠ ٠٠٠ يورو سنوياً (تعليقات ألمانيا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثالث)[٢٠].

١٢١ - واكتشفت مستويات عالية من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية في مياه الشرب، في نطاق ميكروغرام/لتر، منذ عام ٢٠١١ في عدد من البلديات في السويد. وقد قُدمت بيانات عن تكاليف معالجة المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية في مياه الشرب في بعض البلديات، من قبيل تنقية المياه بالفحم في أوبسالا (التكلفة السنوية: مليون يورو) والنظام الجديد للتزود بالماء في الرون (٣ ملايين يورو) (الوكالة السويدية لحماية البيئة، ٢٠١٦). وقد اتضح أن مواقع التدريب على مكافحة الحرائق هي المصادر الرئيسية لهذا التلوث الذي أدى في بعض الحالات إلى إغلاق مصادر إمدادات المياه. ونشرت البلديات معلومات مفادها أنه يتعين الامتناع عن التناول المتكرر للأسماك البرية التي يجري اصطيادها من بحيرات تقع على مجرى منطقة التلوث (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٣). أما فيما يتعلق بالمياه المحتوية على مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية التي تأتي من كهف بالقرب من مطار قديم فقد جرى تركيب نظام لترشيح الكربون يعمل على تنقية ١٥٠-٢٠٠م^{3} من المياه من هذه الكهوف قبل وصولها إلى المجاري المائية المستقبلة لها (Defoort et al. 2012). وأدت المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية أيضاً إلى تلويث مياه شرب يستفيد منها ١٥ مليون نسمة والعديد من المواقع في الولايات المتحدة الأمريكية. بيد أن نظم ترشيح الكربون قد لا تصلح لجميع المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (Wang et al., 2017).

١٢٢ - وفيما يتعلق بالمنسوجات الحرفية والتقنية والمنسوجات الواقية فإن مبيعات الشركات المصنعة الألمانية وصلت في عام ٢٠١٣ إلى ٦ بلايين يورو. (انظر VTB SWT, 2016 و TM, 2016).

١٢٣ - ونظرا لصعوبة توفير بعض أنواع التكنولوجيا البديلة لمعالجة حمض البنتاديكافلوروكتانويك، فإنها قد لا تتاح في البلدان النامية إلا بعد بضع سنوات.

٢-٣ معلومات عن البدائل (منتجات وعمليات)

٢-٣-١ *لمحة عامة عن البدائل*

١٢٤ - بسبب الشواغل المتعلقة بتأثير الأحماض البيرفلوروألكيلية الطويلة السلسلة (PFAAs) على البشر والبيئة فإنه يجري استبدال هذه الأحماض وسلائفها في العديد من التطبيقات بمواد أخرى، بما في ذلك البدائل المفلورة التي تتشابه من حيث التركيب مع المواد التي تحل هذه البدائل محلها. وتشمل هذه البدائل المفلورة على وجه الخصوص الأحماض البيرفلوروألكيلية القصيرة السلسلة والبولي إيثرات البيرفلورية (PFPEs)، وبصورة خاصة الأحماض الكربوكسيلية المحتوية على الإيثرات البيرفلورية والبوليفلورية (PFECAs) وأحماض السلفونيك المحتوية على الإيثرات البيرفلورية والبوليفلورية (PFESAs) التي تتميز بزمرة وظيفية حمضية ترتبط بسلسلة إيثر بيرفلوري أو بوليفلوري بدلاً

(٢٠) يقع عبء تسديد التكاليف على عاتق المجتمع المحلي وفقاً لحكم صادر عن المحكمة (https://www.wp.de/staedte/altkreis-brilon/ruhrverband-klagt-im-pft-umweltskandal-auf-schadenersatz-id9731569.html).

من سلسلة بيرفلوروألكيلية (Wang et al., 2015). وترد في الوثائق المرجعية لمحة عامة عن بعض البدائل المفلورة وغير المفلورة المعروفة لمختلف فروع الصناعة (ECHA, 2015a، الجدول C.1-1؛ انظر UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6؛ الفرع ٣ و UNEP, 2017).

٢-٣-٢ الجوانب الخاصة بقطاع معين

١٢٥ - تناقش الفقرات التالية جوانب خاصة بقطاعات معينة متعلقة بالبدائل. وعلى الرغم من ذلك فإن العديد من الجوانب المتعلقة على وجه الخصوص بمخاطر البدائل (مثل المواد المفلورة القصيرة السلسلة) لا يمكن نسبتها لقطاع واحد بل تنطبق على جميع القطاعات التي تكون فيها البدائل ذات الصلة مهمة.

ألف - تصنيع البوليمرات الفلورية

البولي إيثرات البيرفلورية ذات الزمر الوظيفية (PFPEs)

١٢٦ - وفقاً لمجلس التكنولوجيا الفلورية فإن هناك عدة وسائل بديلة لمعالجة البوليمرات (PPA) تستخدم في استبدال حمض البنتاديكافلوروكتانويك عند تصنيع البوليمرات الفلورية (FluoroCouncil, 2016a).

١٢٧ - وقد استخدم منتجو البوليمرات الفلورية بيرفلوروكتانوات الأمونيوم أو الصوديوم (APFO وNaPFO) كوسيلتي معالجة في البلمرة (الاستحلابية) للإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر، وبوليمر الإيثيلين والبروبيلين البيرفلوروي المشترك، وبوليمر البيرفلوروألوكسي، وبعض الإلاستومرات الفلورية. إضافةً إلى ذلك استخدمت بيرفلورونونانوات الأمونيوم (APFN) في البلمرة الاستحلابية لفلوريد البوليفينيليدين (Prevedouros et al., 2006). وقد طور معظم المنتجين بدائلهم الخاصة بهم. إن البدائل المفلورة التجارية هي عبارة عن بولي إيثرات بيرفلورية مضاف إليها زمر وظيفية وهي تشمل، من بين مواد أخرى، مركب أدونا (ADONA) الذي تنتجه شركة ثري إم Dyneon/3M ($CF_3OCF_2CF_2CF_2OCHFCF_2COO\text{-}NH_4+$)؛ الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٨-٤٤-٩٥٨٤٤٥؛ غوردون، ٢٠١١)، وجينيكس (GenX) الذي تنتجه شركة دوبونت (DuPont) ويسمى أيضاً ملح سي ثري دايمر[٢١] (CF3CF2CF2OCF(CF3)COO-NH4+)؛ الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٣-٨٠-٦٢٠٣٧؛ دوبونت، ٢٠١٠)، والبولي إيثرات البيرفلورية الحلقية أو البوليمرية المضاف إليها زمر وظيفية وتنتجها شركة سولفاي (Marchionni et al., 2010; Pieri et al., 2011; Spada and Kent, 2011) إضافةً إلى المركب (EEA-NH4) من شركة أساهي ($C_2F_5OC_2F_4OCF_2COO\text{-}NH_4+$)؛ الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ٠-٥٢-٩٠٨٠٢٠، EFSA, 2011a). وترد في الفرع الخامس من تقرير المكتب الاتحادي لشؤون البيئة لعام ٢٠١٧ (FOEN, 2017) معلومات إضافية عن بدائل حمض البنتاديكافلوروكتانويك في إنتاج البوليمرات الفلورية مع التركيز على تصنيع البوليمرات الفلورية في الصين وعمليات البلمرة الاستحلابية السائلة المفلورة الخالية من المستحلبات.

١٢٨ - وفي إطار عملية التقييد التي يضطلع بها الاتحاد الأوروبي جرى تقييم ثلاثة بدائل لحمض البنتاديكافلوروكتانويك بها شقوق إيثرية (GenX, ADONA and $EEA\text{-}NH_4$) وهي بشكل عام أقصر و/أو أقل فلورةً (ECHA, 2015a، الفرع C3). واستخدمت ملح سي ثري دايمر ومركب أدونا والمركب $EEA\text{-}NH_4$ في شكل بدائل لاستخدام الحمض بوصفها عامل معالجة في البلمرة حيث استخدمت كعامل استحلاب يمكِّن المواد المتفاعلة من الطور السائل والمواد المتفاعلة من الطور الكاره للماء من التلامس في مستحلب والتفاعل مع بعضها البعض (ECHA, 2015a). ووفقاً للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية فإن معظم أصحاب المصلحة ذكروا أنه لا توجد فروق

(٢١) انظر الاسم لدى الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية: Ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)-proppanoate؛ الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: ٣-٨٠-٦٢٠٣٧.

تقنية بين البوليمرات الفلورية المنتجة باستخدام البدائل وتلك المنتجة باستخدام الحمض (أو أن أصحاب المصلحة لا يعرفون ما إذا كانت هناك أي فروق) (ECHA, 2015a). وأشار مصنعو البوليمرات الفلورية خلال المشاورات العامة للاتحاد الأوروبي إلى أن تكاليف الإنتاج زادت بنسبة تراوحت من صفر إلى ٢٠ في المائة عند استخدام البدائل (ECHA, 2015a). وتعزى هذه الزيادة إلى ارتفاع تكاليف البدائل وكذلك الكميات الأكبر من البدائل اللازمة لتصنيع وحدة واحدة من البوليمر الفلوري. وذكر بعض المستخدمين النهائيين أنه لم تحدث آثار تتعلق بالتكلفة بعد استبدال الحمض بالبدائل.

١٢٩ - وتشير بيانات حركة السموم الخاصة بملح سي ثري دايمر إلى عدم وجود استقلاب أو إلى وجود استقلاب ضئيل، لكن الإفراز يكون سريعاً. ومن المفترض أن يجري التخلص من هذا الملح دون استقلاب في غضون ٢-٧ أيام (الفئران)، و١٠-١١ ساعة (القرود)، و٤-٤٨ ساعة (الجرذان). ويصنف ملح سي ثري دايمر على أنه مهيج للجلد ومتلف للعين. وعلاوةً على ذلك أدى إعطاء جرعات متكررة إلى تضخم الكبد وفرط نمو خلايا الكبد مع تنكرز هذه الخلايا عند إعطاء جرعة قدرها ٠,٥ ملغم/كغم/اليوم في ذكور الفئران. وفيما يتعلق بالسرطنة، أدت دراسة مدتها سنتان إلى ظهور أورام عند جرعات أعلى (≤ ٥٠ ملغم/كغم/اليوم). وفيما يتعلق بالمخاطر البيئية (البيانات مستمدة من ملف التسجيل) ذات الصلة بهذا الملح خُلِص إلى أن هذه المادة قد لا تكون ذات سمية حادة (التركيز المميت/التركيز الفعال المتوسط > ١٠٠ ملغم/ل) أو ذات سمية مزمنة (التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ > ١ ملغم/ل) للكائنات الحية المائية. وفيما يتعلق بجميع المعلومات المتاحة فإنه لا يمكن إجراء تقييم كامل لمقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية، بما في ذلك تقييم معايير مقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية وفقاً لتشريعات الاتحاد الأوروبي المتعلقة بالمواد الكيميائية (للتوجيهات انظر تقرير الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية ECHA, 2017a). بيد أن المسجل يقر في تقرير السلامة الكيميائية بأن ملح سي ثري دايمر يستوفي معياري مقاومة التحلل والسمية استناداً لحدوث سمية محددة لعضو مستهدف بعد التعرض المتكرر (STOT RE 2). إن ملح سي ثري دايمر يستوفي على الأرجح معايير مقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية وفق التشريعات الأوروبية للمواد الكيميائية، انظر المرفق الثالث عشر من لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها (ECHA, 2015a).

١٣٠ - أما فيما يتعلق بمادة أدونا فقد اتضح أن هذه المادة مقاومة للتحلل. ولا تتوفر بيانات تتعلق بالسرطنة. وفيما يتعلق بالمخاطر البيئية (البيانات مستمدة من ملف التسجيل بموجب لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها) ذات الصلة بهذه المادة فقد خُلِص إلى أنها قد لا تكون ذات سمية حادة (التركيز المميت/التركيز الفعال المتوسط > ١٠٠ ملغم/ل) أو ذات سمية مزمنة (التركيز الذي ليس له تأثير ملاحظ > ١ ملغم/ل) للكائنات الحية المائية. وفيما يتعلق بجميع المعلومات المتاحة فإنه لا يمكن إجراء تقييم كامل لمقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية. وستستوفي هذه المادة على الأرجح معيار مقاومة التحلل الوارد في المرفق الثالث عشر من لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها. واستناداً إلى بيانات السمية البيئية فإن المادة لا تستوفي معيار السمية. ويفتقر ملف التسجيل لمعلومات عن السمية ذات صلة بالإنسان. ومن ثم فإن البيانات غير كافية للبت في خواص مقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية لهذه المادة أو تفنيدها (ECHA, 2015a). واستناداً إلى وثيقة من الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية صادرة في عام ٢٠١١ فإن شركة ثري إم أبلغت عن أن عمر النصف للقضاء على مادة أدونا يتراوح من ١٢ إلى ٣٤ يوماً من أجسام ثلاثة عمال، بينما يستغرق تخلص الإنسان من نصف كمية حمض البنتاديكافلوروكتانويك زهاء ٤ سنوات (انظر The Intercept, 2016 وEFSA 2011b).

١٣١ - وفي دراسة أخرى (Gordon, 2011) جرى تقييم سمية مادة أدونا في دراسات السمية الحادة والجرعات المتكررة التي تصل مدتها إلى ٩٠ يوماً، وفي دراسات تهيج العين والجلد، وإثارة حساسية الجلد، والسمية الوراثية، والسمية التطورية. وجرى تقييم المادة بوصفها مادة ناهضة بالمستقبل ألفا المنشط بناشرة البيروكسيسوم (PPARα) في الجرذان، وهي ذات سمية معتدلة عند تناولها عن طريق الفم وغير سامة عملياً عند التعرض لها عن طريق الجلد في دراسات السمية الحادة على الجرذان. وفي الأرانب تبين أن مادة أدونا تحدث تهيجاً طفيفاً للجلد وتهيجاً معتدلاً إلى حاد للعين إضافةً لكونها مادة مثيرة لحساسية طفيفة في الجلد في اختبارات العقد اللمفية الموضعية في الفئران. واستناداً إلى حجم الأدلة المتوفرة من خمسة اختبارات فإن مادة أدونا لا تعتبر سامة جينياً. ولم تلاحظ سمية تطورية إلا عند إعطاء جرعات سامة للأمهات. أما فيما يتعلق بمادة أدونا بوصفها مادة ناهضة بالمستقبل ألفا المنشط بناشرة البيروكسيسوم (PPARα) فقد كانت الكبد هي العضو الرئيسي المستهدف في ذكور الجرذان بينما كانت الكلى هي العضو الرئيسي المستهدف في إناث الجرذان. وخلص المؤلف إلى أن بيانات السمية لمادة أدونا هي بيانات مقبولة لاستخدامها كوسيلة معالجة بديلة في البلمرة وهي أفضل من بيانات ملح بنتاديكافلوروكتانوات الأمونيوم (APFO).

١٣٢ - وتعتبر مادة ($EEA-NH_4$) مادةً مقاومةً للتحلل. ولا تكفي البيانات المقدمة للوصول إلى استنتاج بشأن التراكم البيولوجي. وفيما يتعلق بالمخاطر البيئية (بيانات مستمدة من ملف التسجيل) المتعلقة بهذه المادة فإنه لم يجري تحديد سمية حادة (التركيز المميت/التركيز الفعال المتوسط > ١٠٠ ملغم/ل) للكائنات الحية المائية. واستناداً إلى المعلومات المتاحة فإنه لا يمكن إجراء تقييم كامل لمقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية مع الأخذ في الاعتبار المعارف من تقييم مقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية لحمض البنتاديكافلوروكتانويك. وستستوفي هذه المادة على الأرجح معيار مقاومة التحلل الوارد في المرفق الثالث عشر من لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها. واستناداً إلى بيانات السمية البيئية فإن المادة لا تستوفي معيار السمية. وقد قُدمت أثناء عملية التسجيل بيانات تتعلق بالسمية للإنسان. وأشار المسجل إلى أن المادة مصنفة على أنها مادة سامة للإنجاب من الفئة ٢. وبناءً على ذلك فإن هذه المادة تستوفي معيار السمية الوارد في المرفق الثالث عشر وتظل هناك شكوك بشأن كونها مادةً مقاومةً للتحلل وتتراكم بيولوجياً وسامة. (ECHA, 2015a).

١٣٣ - وأبلغ عن أعمار النصف للتخلص من الحمضين الكربوكسيليين المحتويين على إيثرات بيرفلورية وبوليفلورية من مصل الدم، مادة جينكس (في الجرذان والفئران) ومادة أدونا (في الجرذان والإنسان) (ECHA, 2014b; EFSA, 2011b). وكانت أعمار النصف المذكورة للتخلص من المادة أقصر مقارنةً بأعمار النصف للتخلص من حمض البنتاديكافلوروكتانويك، لكن اعتبر أن من المستحيل استخلاص استنتاج بشأن قدرة الأحماض الكربوكسيلية المحتوية على إيثرات بيرفلورية وبوليفلورية (PFECAs) وأحماض السلفونيك المحتوية على إيثرات بيرفلورية وبوليفلورية (PFESAs) على التراكم البيولوجي نظراً لأنه لم تُحدَّد في اللوائح التنظيمية عتبة كمية لعمر النصف للتخلص من هذه المواد من مصل الدم كمعيار للتراكم البيولوجي، ولم يتم تفسير التباين بين الأنواع، كما أن هذه الدراسات أجريت في كثير من الأحيان باستخدام أساليب مختلفة لإعطاء الجرعات (مثل الجرعات الفموية مقابل الجرعات الوريدية، الجرعات الفردية مقابل الجرعات المتكررة). ونتيجةً لذلك لا يمكن المقارنة بصورة مباشرة بين أعمار النصف المبلغ عنها للتخلص من هذه المواد من مصل الدم (Wang et al., 2015).

باء - قطاع المنسوجات والسجاد

١٣٤ - جرى مؤخراً استعراض الخواص الكيميائية للمواد المفلورة وغير المفلورة المعمرة غير النفاذة للماء التي تدخل في تركيب مواد تشطيب المنسوجات وأداء هذه المواد ومخاطرها ذات الصلة (Holmquist et al., 2016)؛ وتعرض الأقسام الفرعية التالية لمحةً عامة عن الخواص الكيميائية الفردية.

البدائل المفلورة القصيرة السلسلة

١٣٥ - حُددت المواد القصيرة السلسلة القائمة على الفلوروتيلومرات التي حلت محل نظائرها الطويلة السلسلة على أنها بدائل لطائفة متنوعة من الاستخدامات، بما في ذلك، من جملة أمور، استخدامات المنسوجات والسجاد (USEPA, 2012).

١٣٦ - واستخدمت البوليمرات المفلورة الجانبية السلسلة التي تتكون من هياكل كربونية غير مفلورة وسلاسل جانبية تحتوي على خليط من شقوق الفلوروتيلومرات ٢:٦ إلى ٢:١٤ أو شقوق مأخوذة من فلوريد السلفونيل البيرفلوروكتاني (PFOSF)، في منتجات معالجة السطوح بهدف جعل المنسوجات والجلود والسجاد مقاومةً للماء والزيت (Buck et al., 2011). ويمكن ملاحظة أن هناك اتجاه لاستخدام مركبات مناظرة ذات سلاسل أقصر لتحل محل المشتقات القائمة على الفلوروتيلومرات الطويلة السلسلة أو على فلوريد السلفونيل البيرفلوروكتاني على السلاسل الجانبية (Ritter, 2010). وجرى تسويق العديد من منتجات معالجة السطوح المحتوية على بوليمرات فلورية بها سلسلة جانبية رباعية الكربون، وهي منتجات مشتقة من فلوريد السلفونيل البيرفلوروبيوتاني .(Renner, 2006). إضافةً إلى ذلك طور مصنعو الفلوروتيلومرات منتجات قائمة في الغالب على مواد خام فلوروتيلومرية عالية النقاء (غالباً ٢:٦)، بما في ذلك البوليمرات المشتركة المشتقة من تيلومرات فلورية ٢:٦ ومن السيلوكسان العضوي (Dow Corning, 2007) (Ritter, 2010). وجرى إضفاء الطابع التجاري على كحولات بوليفلوروألكيلية قصيرة السلسلة مثل الكحولات الفلوروتيلومرية ١:٣ و١:٥ (FTOHs) وهي كحولات يمكن استخدامها كلبنات تركيبية للبوليمرات الفلورية الجانبية السلسلة (Wang et al., 2013).

١٣٧ - إن البدائل الكيميائية للمركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك المستخدمة كمواد صادة للبقع والماء متوفرة وهي تشمل تطبيقات المعالجة السطحية للمنسوجات والسجاد القائمة على بوليمرات الأكريلات والميثاكريلات والاديبات واليوريثان. أما فيما يتعلق بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة فقد جرى استخدام مواد قائمة على فلوريد السلفونيل البيرفلوروبيوتاني وعلى الفلوروتيلومر ٢:٦، بما في ذلك البوليمرات. واستناداً إلى مجموعة متنوعة من الدراسات العلمية وبيان مدريد (بيان مدريد، لعام ٢٠١٥)، وهو بيان دولي بتوافق الآراء العلمية، فإن هذه المركبات أثارت شواغل فيما يتعلق بمقاومة التحلل والتراكم البيولوجي وينبغي ألا تعتبر بدائل مقبولة بالنظر إلى المعايير الواردة في وثيقة التوجيهات المتعلقة بالبدائل الصادرة عن لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة (انظر الفرع ٣ من الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6).

١٣٨ - واستخدمت المركبات القائمة على الفلوروتيلومرات المحتوية على ٦ ذرات كربون أو أقل لتصنيع منتجات قائمة على الفلوروتيلومرات مما يدل على الجدوى التقنية لهذا البديل. ويتعين استخدام أحجام أكبر لتحقيق نفس الأداء التقني كما أن تكاليف المنتجات الفلوروتيلومرية القائمة على ٦ ذرات كربون أو أقل، أعلى (ECHA, 2015a).

١٣٩ - أما فيما يخص المنتجات الفلوروتيلومرية القائمة على الكحول الفلوروتيلومري ٢:٨ (8:2 FTOH) فقد استخدم الكحول الفلوروتيلومري ٢:٦ كبديل. ولا تتحلل هذه المادة لتنتج حمض البنتاديكافلوروكتانويك بل تنتج أحماضاً أخرى مثل حمض البيرفلوروبيوتانويك (PFBA)، وحمض البيرفلوروبنتانويك (PFPeA)، وحمض

البيرفلوروهكسانويك (PFHxA)، و2H,2H,3H,3H- حمض الأونديكافلوروكتانويك (حمض فلوروتيلومري ٥:٣) (ECHA, 2015a). ووفقاً لدراسة أخرى (Ellis et al., 2004) فإن حمض البيرفلوروهبتانويك (PFHpA) يتكون أيضاً عند تحلل الكحول الفلوروتيلومري ٦:٢ في الغلاف الجوي، وذُكر أن هذا الحمض وحمض البيرفلوروهكسانويك هي أكثر الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية تكوناً عند التأكسد الجوي للكحول الفلوروتيلومري ٦:٢. وفي المخلفات المختلطة بالتربة فإن الحمض ٥:٣ قد لا يكون متاحاً لمزيد من التحلل البيولوجي (Liu et al., 2010a; Liu et al., 2010b). وفي الحمأة المنشطة يتعرض الكحول الفلوروتيلومري ٦:٢ أيضاً لتحول بيولوجي سريع، ويمكن أن يتحول أكثر من ٩٧ في المائة من هذا الكحول إلى ٩ نواتج لعملية التحول على الأقل في غضون ٣ أيام. وتشمل نواتج التحول البيولوجي الرئيسية الحمض ٥:٣، وحمض البيرفلوروهكسانويك، وحمض البيرفلوروبنتانويك (Zhao et al., 2013b). ووجدت أيضاً نواتج تحول بيولوجي مماثلة في دراسة استخدم فيها نظام هوائي للرواسب النهرية (Zhao et al., 2013a). وترد في الفرع الثاني من تقرير المكتب الاتحادي لشؤون البيئة في سويسرا (FOEN, (2017)) معلومات إضافية بشأن تحول/تحلل الفلوروتيلومرات ٦:٢.

١٤٠ - ووفقاً لدراسة رعاها مجلس التكنولوجيا الفلورية تنظر في بيانات مستمدة من دراسات علمية منشورة وغير منشورة فإن بدائل حمض البنتاديكافلوروكتانويك الكيميائية المفلورة (الكحول الفلوروتيلومري ٦:٢، وحمض البيرفلوروهكسانويك/أنيون هذا الحمض، الميثاكريلات ٦:٢، والأكريلات ٦:٢) لا تستوفي المعايير الإجمالية للملوثات العضوية الثابتة في اتفاقية استكهولم. وتخلص الدراسة إلى أن الكحول الفلوروتيلومري ٦:٢ يستوفي أحد معايير الملوثات العضوية الثابتة في اتفاقية استكهولم (يستوفي المعيار القائم على الانتقال الجوي، لكن يتعين الحصول على معلومات إضافية لتحديد ما إذا كان من المحتمل أن تكون التركيزات في بيئات نائية مثيرة للقلق وفقاً للفقرة ١ (د) '١' من المرفق دال. بيد أن هذه المادة لا تستوفي معايير مقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية للإنسان). ويستوفي حمض البيرفلوروهكسانويك وأيونه السالب الشحنة (PFHx) معايير مقاومة التحلل، لأنهما على الأرجح مقاومان للتحلل في البيئة، رغم عدم توفر بيانات تتعلق بعمر النصف لتحلل هذا الحمض في التربة والرواسب والمياه. ولا يستوفي الحمض معايير التراكم البيولوجي والانتقال البيئي البعيد المدى والسمية الإيكولوجية والسمية للإنسان (FluoroCouncil, 2014a). ونظر تقرير أحدث قائم على التقييم السابق في الدراسات المنشورة حديثا وأيد الاستنتاج الأولي بأنه لا توجد مادة من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة التي خضعت للتحليل (الكحول الفلوروتيلومري ٦:٢، وحمض البيرفلوروهكسانويك/أنيون هذا الحمض، الميثاكريلات ٦:٢، والأكريلات ٦:٢) تستوفي معايير الملوثات العضوية الثابتة في اتفاقية استكهولم (FluoroCouncil, 2016b). ورغم ذلك فإن البدائل وخلائط البدائل قد تظل تظهر خصائص خطرة ينبغي أن يجري تقييمها قبل اعتبار تلك المواد بدائل مناسبة.

١٤١ - ويرد وصف تفصيلي للمخاطر المرتبطة بالمواد الكيميائية القصيرة السلسلة في الفرع (C.2.2) (المخاطر الصحية على الإنسان) والفرع (C.2.3) (المخاطر البيئية) من تقرير الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية (ECHA, 2015a). وترد في وثيقة المعلومات الأساسية لتقييم إدارة المخاطر هذا (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6، الفرع ٤) النتائج الرئيسية المتعلقة بالكحول الفلوروتيلومري ٦:٢ والمستندة إلى عدة دراسات (Lindeman et al., 2012; Maras et al., 2006; Martin et al., 2009; Mukerji et al., 2015; Oda et al., 2007; Ishibashi et al., 2007; Vanparys et al., 2006; all cited by ECHA, 2015a) كلها مشار إليها في تقرير الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية. وجمع مجلس التكنولوجيا الفلورية المزيد من الدراسات المتوفرة عن المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة[٢٢].

(٢٢) انظر https://fluorocouncil.com/Resources/Research.

١٤٢ - ويخضع الكحول الفلوروتيلومري ٢:٦ لتحول بيولوجي ينتج عنه تكون أحماض كربوكسيلية بيرفلورية تحتوي على ٣ إلى ٥ ذرات كربون مفلورة. ويماثل تركيب هذه الأحماض تركيب حمض البنتاديكافلوروكتانويك، والاختلاف يكون فقط في عدد ذرات الكربون المفلورة. هذه الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية القصيرة السلسلة متساوية من حيث مقاومتها للتحلل في البيئة ولا يمكن أن تخضع للمزيد من التحلل في ظل الظروف الأحيائية واللاأحيائية (ECHA, 2015a). بيد أن من المتوقع أن تكون القدرة على التراكم البيولوجي للأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية التي تحتوي على أقل من ٧ ذرات كربون مفلورة أقل من قدرة حمض البنتاديكافلوروكتانويك على التراكم البيولوجي (Conder et al., 2008).

١٤٣ - ومن المتوقع أن تكون مستقلبات الكحول الفيلوتيلومري ٢:٦ مقاومةً للتحلل وأن تكون لها قدرة أقل على التراكم البيولوجي في الأحياء البرية والبشر وذات سمية أقل للكائنات الحية المائية مقارنةً بحمض البنتاديكافلوروكتانويك (ECHA 2015a). ومع ذلك فإن الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية القصيرة السلسلة أكثر حركةً من الحمض في البيئات المائية، ويمكن أن تلوث مياه الشرب (Eschauzier et al., 2013; Gellrich et al., 2012). كذلك يمكنها أن تتراكم بصورة أكبر في الخضروات، التي يمكن أن تشكل مسار تعرض مختلفاً (Krippner et al. 2015; Blaine et al. 2014). وتشير نتائج دراسة أخرى إلى أن الأحماض الكربوكسيلية الفلوروتيلومرية ذات سمية حادة أكبر للافقاريات المائية والأنواع النباتية بالمقارنة مع الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية المناظرة لها. (Mitchell et al., 2011). ومع ذلك ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن التركيز البيئي قد يتغير بمرور الزمن، خصوصاً إذا ما استخدمت المادة بكميات أكبر بسبب التخلص التدريجي من حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد المرتبطة به.

١٤٤ - وتثير خصائص الملوثات العضوية الثابتة مخاوف بشأن مدى ملاءمة عدد من بدائل حمض البنتاديكافلوروكتانويك الكيميائية المفلورة، بما في ذلك سلفونات البيرفلوروهكسان، وحمض البيرفلوروهبتانويك، وحمض البيرفلوروهكسانويك، وسلفونات البيرفلوروبيوتان، وحمض البيرفلوروبيوتانويك، والكحول الفلوروتيلومري ٢:٤، والكحول الفلورتيلومري ٢:٦، والحمض الفلوروتيلومري ٢:٦ (6:2 FTA)، وسلفونات الفلوروتيلومر ٢:٦ (6:2 FTA). ومؤخراً أضافت الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي سلفونات البيرفلوروهكسان إلى قائمة المواد المثيرة للقلق الشديد في لائحة الاتحاد الأوروبي التنظيمية لتسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها، وذلك بسبب مقاومة هذه المادة الشديدة للتحلل وقدرتها العالية على التراكم البيولوجي (ECHA, 2017b). إضافةً إلى ذلك رشحت النرويج مؤخراً المادة لإضافتها إلى اتفاقية ستوكهولم. وهذه الخصائص تثير القلق بشأن تنفيذ الفقرتين ٣ و٤ من المادة ٣. وتتوفر معلومات محددة ومراجع ذات صلة بشأن الآثار الضارة لهذه البدائل (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6، الفرع ٥).

البدائل غير المحتوية على الفلور

١٤٥ - وفقاً لممثلي صناعة المنسوجات (VTB SWT, 2016) فإن البدائل غير المحتوية على الفلور بما في ذلك البرافينات، والسيلوكسانات المعدلة المحتوية على الأوليفين ألفا، وراتينجات الميلامين المعدلة المحتوية على أحماض دهنية، والبوليوريثانات المعدلة المحتوية على أحماض دهنية، متوفرة للملابس العادية والملابس المصممة للاستخدام خارج المباني، لكنها تتميز بمستوى عدم نفاذية منخفض (VTB SWT, 2016). ويتعذر في بعض الحالات، عند استخدام بدائل خالية من الفلور، الوفاء بمتطلبات الجودة للمنسوجات الحرفية والتقنية والمنسوجات الواقية، وذلك، على سبيل المثال، بسبب فقدانها لخواص عدم النفاذية للمواد الكيميائية و/أو الزيت و/أو الأوساخ، أو مقاومتها غير الكافية للكشط و/أو الغسل وبخاصة في تطبيقات التنظيف الصناعية والكيميائية، أو عدم نفاذيتها الضعيفة

للتربة الجافة، أو عدم مقاومتها للظروف الجوية وعدم ثباتها عند التعرض للأشعة فوق البنفسجية، أو سدها للأغشية التي تسمح بمرور الهواء (مثلاً في الملابس الواقية بعد مرورها بدورات غسل قصيرة) أو الخيارات المحدودة المتعلقة بالمعالجة الإضافية (VTB SWT, 2016).

١٤٦ - وتوجد مجموعة من عوامل تشطيب المنسوجات الخالية من مركبات الكربون الفلورية والصادة للماء من بينها منتجات تجارية مثل بيونيك فينيش (BIONIC-FINISH®ECO) وروكو دراي (RUCO-DRY® ECO) التي تسوقها شركة رودولف المحدودة، غيريتسريد/ألمانيا؛ ومنتجات بيورتيكس (Purtex® WR) و(Purtex® WA) (Purtex® AP)، التي تسوقها مجموعة فرودنبيرغ، واينهايم، ألمانيا؛ وإيكوريبيل ®ecorepel الذي تسوقه شركة شويلر يلر للتكنولوجيا، سيفلين/سويسرا (اتفاقية استكهولم، ٢٠١٤).

١٤٧ - أما فيما يتعلق بخواص عدم النفاذية للماء فإن هناك العديد من المواد التي يمكن استخدامها بدلاً من المواد العالية الفلورة، غير أن بدائل العوامل الصادة للشحوم والأوساخ نادرة. وأبرز البدائل الصادة للماء هي العوامل القائمة على السيليكون. وهذه تشمل السيلوكسينات الثنائية الميثيل المتعددة (PDMS)، وخلائط السيليكونات وكلوريد بريريدين الاستيراميدوميثيل (في بعض الأحيان يوجد مع الكربميد (اليوريا) وراتينجات الميلامين)، والشموع والبرافينات (تتكون عادةً من راتينجات معدلة قائمة على الميلامين) والدندرايمرات التي يجري تطويرها لكي تمتلك قدرة مشابهة لقدرة زهرة اللوتس على صد الماء (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٥).

١٤٨ - إن المواد غير النفاذة البارافينية هي مستحلبات سائلة ينبغي ألا تصنف على أنها مواد خطرة على الصحة، وفقاً للمنتجين. ومع ذلك فإن بعض المكونات التي جرى تحديدها هي مكونات ضارة على ما يبدو. والمكون الرئيسي في معظم المنتجات هو زيت/شمع البارافين (خلائط من الألكانات الطويلة السلسلة)، ويعتبر غير ضار في شكله النقي. وتحتوي بعض المنتجات على آيسوسيانات أو غليكول ثنائي البروبيلين أو أملاح معدنية أو مواد أخرى غير معروفة، قد تكون ضارة. وتتحلل معظم المكونات بيولوجياً بسهولة ولا تتركز بيولوجياً أو تتراكم في الكائنات الحية والسلاسل الغذائية، كما أن سميتها للكائنات الحية المائية والبرية لا تذكر، حتى في حالة التركيزات التي تفوق الذوبانية في الماء (Danish EPA, 2015b).

١٤٩ - ومعظم أنواع السيليكون المستخدمة في عوامل تشريب المنسوجات قائمة على السيلوكسينات الثنائية الميثيل المتعددة (PDMS)، وهي مواد خاملة وليس لها بوجه عام أي آثار ضارة. وتشكل العديد من السيلوكسينات، خصوصاً السيلوكسينات الحلقية المعروفة بـ D4 وD5 وD6 وبعض السيلوكسينات المستقيمة السلسلة، مواداً وسيطة لتصنيع بوليمرات السيليكون المستخدمة في تشريب المنسوجات. إن السيلوكسينات هي مواد مقاومة للتحلل وواسعة الانتشار في البيئة. وهي في الغالب تكتشف في المناطق الحضرية وفي البيئة المائية. وقد وجدت مستويات عالية منها في كبد الأسماك التي يجري اصطيادها بالقرب من منافذ محطات معالجة مياه الصرف الصحي. وعادةً ما تزال السيلوكسينات من الطور المائي عن طريق الترسيب، وهي تظهر أعمار أنصاف طويلة في الرواسب. وفي التربة، تتحول السيلوكسينات اعتماداً على الظروف المحيطة إلى أشكال هيدروكسيلية وحتى هذه قد تكون مقاومة للتحلل (Danish EPA, 2015b، لمزيد من المعلومات انظر أيضاً P05, 2012 and Davies, 2014). وفي كندا، تم التوصل إلى استنتاج مفاده أن السيلوكسينات الحلقية D4 تتسرب إلى البيئة بكميات أو تركيزات أو في ظروف تترتب عليها أو يمكن أن تترتب عليها آثار ضارة طويلة الأمد على البيئة أو على التنوع البيولوجي فيها.

١٥٠ - أما فيما يتعلق بالمواد الصادة القائمة على الديندرايمرات فإنه لا تتوفر بيانات عن الخصائص الصحية للمواد النشطة والمكونات الأخرى، إلا أن منتجي المنتجات التجارية قدموا بيانات صحية في صحائف بيانات

السلامة للمواد كما قدموا بعض المقترحات المتعلقة بتصنيف المنتج. ووفقاً للمعلومات المستقاة من المنتجين فإن هذه المنتجات ينبغي ألا تصنف على أنها ضارة للبيئة، ولكن ليس من الممكن تقييم هذه البيانات على أساس المعلومات المتاحة (Danish EPA, 2015b). إن مكونات هذه المنتجات غير محددة بصورة كافية لإجراء تقييم، لكن بعضها يحتوي على سيلوكسانات غير معروفة، أو بوليمرات كاتيونية، أو آيسوسيانات، أو أحماض عضوية مثيرة للحساسية. وباختصار، فإن معلومات التقييم الصحي لهذه المجموعة من المواد الكيميائية غير كافية لتقييم الآثار الصحية المحتملة لعوامل التشريب (لمزيد من المعلومات، انظر أيضاً P05, 2012 and Davies, 2014).

١٥١ - وخلصت دراسة أجريت مؤخراً إلى أن البدائل الكيميائية غير المفلورة يمكن أن تفي بمتطلبات عدم النفاذية للماء الخاصة بالملبوسات المصممة للاستخدام خارج المباني. وأشار مؤلفو هذه الوثيقة إلى أن استخدام الخصائص الكيميائية للمواد البيرفلوروأكيلية والبوليفلوروألكيلية في الملبوسات الصممة للاستخدام خارج المباني هو استخدام ينطوي على تعقيد غير ضروري وأن من الممكن تحقيق قدر كبير من الفوائد البيئية والفوائد المتعلقة بالسمية من خلال التحول إلى استخدام ملابس غير مفلورة مصممة للاستخدام خارج المباني (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني مع الإشارة إلى Hill et al., 2017).

البدائل غير الكيميائية

١٥٢ - وفيما يتعلق بالمنسوجات تمثل المنسوجات المنسوجة بإحكام واحدة من التكنولوجيات البديلة غير الكيميائية. وثمة تكنولوجيا أخرى هي ما تسمى بالأغشية ذات التناضح العكسي التي تتكون من أغشية رقيقة للغاية مصنوعة من مواد بوليمرية وتصنع بطريقة تجعلها غير نفاذة إلى حد كبير للماء في شكله السائل ولكنها نفاذة لبخار الماء، الأمر الذي يجعل من النسيج جيد التهوية. وهناك بديل للإيثيلين الرباعي الفلور المتبلمر يتمثل في تركيبة من البوليستر الكاره للماء وبوليمر محب للماء بحيث يشكلان بنيةً دقيقةً، مما يسمح بالحصول على نسيج جيد التهوية (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٥).

١٥٣ - وتقدم الوكالة السويدية للمواد الكيميائية أحد الأمثلة على مبادرة دولية ترمي لإيجاد بدائل خالية من الفلور (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٥). وقد شرعت شركة هنتسمان لآثار المنسوجات، وهي مورد عالمي للأصباغ وغيرها من المواد الكيميائية لصناعة النسيج، في التعاون مع شركة دوبونت بهدف تطوير منتج جديد يتمتع بخواص صادة للماء. واستناداً إلى المعلومات المقدمة من الشركات فإن هذا هو أول عامل معالجة صاد للماء في هذا القطاع ويتكون كلياً من مواد متجددة، ٦٣ في المائة منها مشتقة من مواد خام نباتية (Ecotextile News, 2015، دراسة استشهدت بها الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٥). ووفقاً لما ذكرته الجهة المصنعة فإن ديمومة هذه المادة التشطيبية تصل إلى ثلاثة أضعاف ديمومة المواد غير مفلورة الصادة للماء المتوفرة حالياً، وهي تحافظ على تهوية النسيج الجيدة لتحقيق أقصى قدر من الراحة، كما أنها تتوافق مع مواد التشطيب المساعدة الشائعة (بما في ذلك الراتينجات وعوامل الربط المتصالب) وهي لا تصنع من كائنات محورة وراثيا (Chemours, 2017).

١٥٤ - وقد طورت شركة بويا تكنولوجيا كلايمالوب (CLIMALOOPTM) وهي تكنولوجيا لا تنطوي على استخدام الفلوروكربونات وتبشر بأعلى أداء فيما يتعلق بعدم النفاذية للماء والتهوية الجيدة وعدم النفاذية للرياح. وتقوم هذه التكنولوجيا على المواد المعاد تدويرها وقد جرى تطويرها لتلائم الاستخدامات الطويلة الأمد خارج المباني. وعلاوةً على ذلك فإن كل منتجات هذه الشركة قابلة للتدوير بشكل كامل وتُنتج بطريقة مستدامة إيكولوجياً واجتماعيا (Pyua, 2017).

جيم – رغاوى مكافحة الحرائق

البدائل المفلورة القصيرة السلسلة

١٥٥ – عكف مصنعو الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة القائمة على الفلوروتيلومرات خلال السنوات العديدة الماضية على استبدال المواد الفلورية الطويلة السلسلة الخافضة للتوتر السطحي بمواد فلورية قصيرة السلسلة خافضة للتوتر السطحي (UNEP, 2017). وقد جرى تطوير الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة القائمة على الفلورتيلومرات النقية ٦:٢ لكي تحل محل المنتجات القديمة التي كانت قائمة على خليط من الفلوروتيلومرين ٦:٢ و٨:٢ بشكل أساسي (Klein, 2012; Kleiner and Jho, 2009). وقد سوقت شركة دوبونت على سبيل المثال نوعين من أنواع الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة القائمة على ألكيل بيتين سلفوناميد الفلورتيلومر ٦:٢ (6:2 FTAB) أو أمينوكسيد سلفوناميد الفلوروتيلومر ٦:٢ (Wang et al., 2013). ومن بين الموردين الذين يعرضون مجموعةً من المواد الخافضة للتوتر السطحي القصيرة السلسلة القائمة على الفلوتيلومرات شركات كيمغارد وكيمورز وداينا كس (UNEP, 2017).

١٥٦ – وتشمل البدائل الكيميائية للفلوروتيلومرات السداسية الكربون، مثل بيتين سلفونيل الفلوتيلومر ٦:٢، الذي تضاف إليه في بعض الأحيان الهيدروكربونات ومنتج شركة ثري إم، ميثيل البنتانون الثنائي عشر الفلور (dodecafluoro-2-methylpentan-3-one). بيد أن الإطلاقات المباشرة من المواد إلى البيئة واكتشاف وجود مركبات سداسية الكربون في البيئة بما في ذلك في المنطقة القطبية الشمالية والإنسان والأحياء البرية جعل هذا الاستخدام للبدائل المفلورة غير مرغوب فيه (انظر UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6 (IPEN, 2016).

البدائل غير المحتوية على الفلور

١٥٧ – تتوفر طائفة متنوعة من الرغاوى الخالية من الفلور من الفئة باء في السوق السويدية مما يدل على الجدوى التقنية لهذا البديل. وقد أدخلت رغوة مكافحة الحرائق موسول (Moussoll-FF 3/6) في مطار سويدي وهي تتحلل إلى ثاني أكسيد الكربون والماء في البيئة. وتعتبر هذه الرغوة فعالةً في مجال إطفاء الحرائق المطلوب في المطارات التي يتعين فيها تطبيق أعلى معايير السلامة. وفي السابق استخدمت شركة سويدافيا، التي تمتلك عشرة مطارات سويدية، بما في ذلك أرلاندا ولاندفيتر، رغاوى لمكافحة الحرائق قائمة على الفلور ولكن تحولت في حزيران/يونيه ٢٠١١ إلى استخدام بديل خالي من الفلور. وبدأت القوات المسلحة السويدية في التخلص تدريجياً من استخدام المواد البيرفلوروية في رغوة مكافحة الحرائق في السويد في عام ٢٠١١. وفي الوقت الحاضر تستخدم القوات المسلحة السويدية رغوة لمكافحة الحرائق قائمة على الفلوروتيلومر، أي المادة التي تتفكك لتكون مواد بيرفلورية (لمزيد من التفاصيل انظر تقرير الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٥). كذلك أدخلت المطارات النرويجية والممتلكات العسكرية والعديد من الشركات الخارجية رغاوى خالية من الفلور (تعليقات النرويج على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثالث).

١٥٨ – وفيما يتعلق برغاوى مكافحة الحرائق تشير تقديرات إحدى الدراسات (RPA, 2004) إلى أن تكلفة البدائل الخالية من الفلور أعلى بنسبة ٥ – ١٠ في المائة تقريباً من تكلفة الرغاوى القائمة على المواد الفلورية الخافضة للتوتر السطحي. واستناداً إلى المعلومات التي قدمتها الجهة المصنعة للبدائل الخالية من الفلور فإن التكلفة ستنخفض في حالة ازدياد حجم السوق (Poulsen et al., 2005). ولا تنظر هذه الدراسة في التكاليف الداخلية لاستمرار الاعتماد على الرغاوى القائمة على المواد الفلورية الخافضة للتوتر السطحي، بما في ذلك تكاليف معالجة المياه الجوفية، وتلويث البيئات المائية، وصيادي الكفاف والصيادين التجاريين، والبيئة والصحة العامة (تعليقات

الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). أما التكاليف الدائمة لاستخدام الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة أو الفلوروبروتين أو الفلوروبروتينات التي تكون طبقة رقيقة (FFFP) فهي تفوق بكثير تكاليف الرغاوى الخالية من الفلور فقط بسبب المسؤوليات القانونية والمالية القائمة على استخدام رغوة قائمة على مادة كيميائية فلورية (انظر Queensland Gov., 2016a and 2016b) وفق ما هو مبين أعلاه، والتي تتضمن انتهاك شروط الترخيص بالعمل، والإضرار بالسمعة والعلامة التجارية (انظر Klein 2013). وثمة أدلة متزايدة تشير إلى أن تلوث المياه الجوفية بالمواد الكيميائية الفلورية يشكل قضية خطيرة مستمرة تؤثر على الزراعة ومصائد الأسماك وأسعار الممتلكات، مع آثر جانبي سلبي يتمثل في الاهتمام الكبير من جانب الساسة والعامة مما أدى إلى تحديات باهظة الكلفة إلى حد كبير جداً وضارة وتحديات قانونية. بيد أن تكاليف المعالجة لا تزال كبيرة، ولا سيما خارج الموقع، وتتفاقم بسبب ارتفاع تكاليف الخدمات الاستشارية والتحليلية في حالة التلوث البيئي مع وجود نواتج فلورية من تفكك الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة أو الفلوروبروتين أو الفلوروبروتينات التي تكون طبقة رقيقة (FFFP) (انظر على سبيل المثال Klein 2013).

١٥٩ - وتؤكد توجيهات أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية بشأن استخدام حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني والمواد الكيميائية ذات الصلة في إطار اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة (UNEP, 2017) أن الرغاوى غير الفلورية موجودة ويجري استخدامها. واستناداً إلى استعراض أجرته حكومة كوينزلاند في أستراليا فإن هناك إقرار بأن العديد من الرغاوى الخالية من الفلور ''تستوفي أقسى معايير مكافحة الحرائق وتتفوق في الأداء على الرغاوى المفلورة التي تشكل طبقة رقيقة في ظروف مختلفة، كما أن الرغاوى الخالية من الفلور تستخدم على نطاق واسع في المطارات والمرافق الأخرى بما في ذلك منصات النفط والغاز (انظر Queensland Gov., 2016b). ووفقاً للقوات المسلحة السويدية فإن من الصعوبة بمكان إيجاد بدائل خالية من الفلور تستوفي متطلبات سلامة محددة (انظر الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٦).

١٦٠ - وذكر المصنعون وبعض المستخدمين أن رغاوى مكافحة الحرائق الخالية من الفلور لا تتمتع بنفس تأثيرات الإطفاء التي تميز الرغاوى المحتوية على مواد فلورية خافضة للتوتر السطحي. ومقارنةً برغاوى مكافحة الحرائق القائمة على الفلور فإن هناك حاجة لاستخدام ضعفي كمية المياه ومركز الرغوة تقريباً عند إطفاء حرائق السوائل. وافاد بعض مصنعي الرغاوى الخافضة للتوتر السطحي بأن بعض التحليلات تؤكد أن رغاوى مكافحة الحرائق الخالية من الفلور قد تتيح حماية أقل ضد إعادة الاشتعال، الأمر الذي يجعل من المستحيل استخدام هذا البديل في بعض العمليات (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٥). ووفقاً لائتلاف رغوة مكافحة الحرائق فإن عوامل الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة التي تحتوي على مواد فلورية خافضة للتوتر السطحي قائمة على الفلوروتيلومرات هي أكثر عوامل الرغوة فعاليةً المتاحة حاليا لمكافحة حرائق السوائل اللهوبة في التطبيقات العسكرية والصناعية وتطبيقات الطيران والتطبيقات البلدية. وتظهر بيانات الاختبارات التي قدمتها مختبرات البحوث البحرية في الولايات المتحدة (NRL, 2016) (NRL) أنه، في اختبارات حرائق الأحواض، أنجز عامل رغوة مائية تشكل طبقة رقيقة عملية الإطفاء في غضون ١٨ ثانية مقارنةً بـ ٤٠ ثانية للرغوة الخالية من الفلور. وفي اختبارات تحلل الرغوة تحللت الرغوة الخالية من الفلور بعد ١-٢ دقيقة بينما بقيت الرغوة السائلة التي تشكل طبقة رقيقة لمدة ٣٥ دقيقة قبل أن تتحلل. ولا يؤيد الإئتلاف الرأي القائل بأن عوامل الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة لم تعد لها حاجة ولا يوصي باستخدام هذه الرغاوى إلا في ظروف محددة عند وجود خطر كبير من سائل لهوب مع ضرورة تنفيذ جميع التدابير المتاحة للتقليل إلى أدنى حد ممكن من الانبعاثات إلى أدنى مستوى ممكن عند استخدام عوامل الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة (FFFC, 2017). بيد أن عوامل الإحصار (مثل إخماد البخار) لم يتسن

التمييز بينها عند استخدام رغوة خالية من الفلور ونوعين من أنواع الرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة (Williams et al. 2011). وقد أدخلت مطارات وشركات خارجية في جميع أنحاء العالم رغاوى خالية من الفلور وهي راضية عن أداء هذه الرغاوى.

١٦١ - وعرضت جهة أسبانية مصنعة للرغاوى نتائج لمجموعة من اختبارات الحرائق الجديدة (Wilson, 2016) أجريت باستخدام خمسة عوامل رغوة مائية تشكل طبقة رقيقة قصيرة السلسلة (سداسية الكربون) متوفرة تجارياً وخمسة أنواع من الرغاوى الخالية من الفلور متوفرة تجارياً (أجريت الاختبارات باستخدام أنواع الوقود الأربعة المختلفة البنزين، والهبتان، ووقود المحركات النفاثة (jet A1)، والديزل). وقد اتضح أن أداء الرغاوى المائية القصيرة السلسلة التي تشكل طبقة رقيقة كان أفضل بكثير مقارنة بالرغاوى الخالية من الفلور في كل أنواع الوقود ما عدا الديزل. ولم يستطع أي نوع من أنواع الرغاوى الخالية من الفلور إخماد حرائق وقود المحركات النفاثة (jet A1) (الوقود المستخدم في اختبارات الحرائق التي تجريها منظمة الطيران المدني الدولي (الإيكاو) والتي تحدد مقبولية الرغاوى للاستخدام في المطارات في العديد من البلدان،) (FFFP, 2017). ومع ذلك فإن الرغاوى الخالية من الفلور المعتمدة على مختلف المستويات من جانب منظمة الطيران المدني الدولي (المطلوبة للاستخدام في المطارات المدنية) متاحة في السوق (انظر FFFP, 2017) وأدخلت بالفعل في المطارات عملياً (انظر أعلاه).

١٦٢ - وقد أجرى معهد مكافحة الحرائق والكوارث في هيروسبيرغ بألمانيا اختبارات على ستة أنواع من رغاوى مكافحة الحرائق الخالية من الفلور والمقاومة للكحول ورغوة واحدة تحتوي على مادة بيرفلوروألكيلية لمعرفة قدرتها على إخماد حرائق خمسة سوائل مستقطبة مختلفة. وخلص المؤلفون إلى أن هناك رغاوى خالية من الفلور تظهر أداءً مماثلاً لأداء الرغاوى المحتوية على مواد بيرفلوروألكيلية (انظر Keutel and Koch, 2016).

دال - *الورق وتغليف الأغذية*

البدائل المفلورة القصيرة السلسلة

١٦٣ - طور مصنعو الفلوروتيلومرات منتجات قائمة على الفلوروتيلومرات ٢:٦ بهدف استبدال منتجات أقدم مثل البوليمرات الفلورية الجانبية السلسلة والفوسفات الثنائية الإسترات التي كانت تقوم على مشتقات فلوروتيلومرية ذات سلاسل أطول (Loi et al., 2013). وعلى سبيل المثال، جرى تسجيل العديد من البوليمرات الفلورية الجانبية السلسلة القائمة على الفلوروتيلومرات ٢:٦ في قائمة إشعارات المواد الفعالة الملامسة للمواد الغذائية التابعة لإدارة الأغذية والعقاقير في الولايات المتحدة بما في ذلك، على سبيل المثال، منتجات من شركة أساهي أو شركة دايكين (Wang et al., 2013). بيد أنه وفقاً للمعلومات التي قدمتها الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة فإن هناك نقص في المعلومات المتاحة للجمهور بشأن السمية وخواص الملوثات العضوية الثابتة.

١٦٤ - وقد حصل مصنع عالمي للمنتجات الكيميائية الخاصة في عام ٢٠١٥ على موافقة لمادة ملامسة للمواد الغذائية من إدارة الأغذية والعقاقير في الولايات المتحدة فيما يخص مادة مضافة مقاومة للزيوت والشحوم، وهي مادة خالية من حمض البنتاديكافلوروكتانويك وتوفر مستويات عالية من مقاومة الزيوت والشحوم والمياه على الورق والكرتون. كما أن هذه المادة المضافة ممتثلة أيضاً للتوصيات أو الاستخدام كعامل تغليف صاقل للسطوح في الورق والكرتون المصمم لتطبيقات ملامسة المواد الغذائية. وتقوم هذه المادة المضافة على بوليمر كاتيوني مفلور جانبي السلسلة قائم على الفلوروتيلومر ٢:٦ وتوفر حاجزاً قوياً يدوم لفترة طويلة ضد الشحوم والماء. واستناداً إلى الجهة المصنعة فإنه بسبب خواص الأداء التي تتميز بها هذه المادة المضافة وبياناتها البيئية فإنها تعتبر مناسبة بصفة خاصة للاستخدام في تطبيقات ماكينات ضغط الحجم والنهايات المبللة لإنتاج صناديق وورق تغليف للأغذية السريعة،

والصناديق المكعبة للحساء، وورق تغليف الزبدة، والملصقات التعريفية على قناني الزيت. ويمكن أيضاً أن تستخدم في إنتاج أقداح اللباب المقولبة والأكواب وفي تغليف أغذية الحيوانات الأليفة (AMR, 2015).

١٦٥ - ولا تسمح إدارة الأغذية والعقاقير حالياً باستخدام المواد المفلورة الطويلة السلسلة في تطبيقات تغليف الأغذية. وقد ألغت الإدارة آخر المواد الطويلة السلسلة المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك من اللائحة 21 CFR 176.170 في عام ٢٠١٦ (انظر القاعدة التنظيمية الفدرالية ٨١، الفقرات ٥-٨). وأية موافقة من الإدارة لاستخدام الطلاءات المقاومة المطبقة على الورق أو الألواح تخص بدائل قصيرة السلسلة، وتتم عن طريق عملية تقديم الإشعارات بشأن المواد الملامسة للأغذية.

البدائل غير المحتوية على الفلور

١٦٦ - طورت جهة مصنعة واحدة على الأقل من النرويج بديلاً خالياً من الفلور باستخدام ورق عالي الكثافة يمنع مرور الشحوم (الوكالة السويدية للمواد الكيميائية، ٢٠١٥). وتستخدم الشركة النرويجية المنتجة للورق (شركة ورق الشمال الأوروبي Nordic Paper) عمليات ميكانيكية لإنتاج ورق فائق الكثافة يثبط تسرب الشحوم من خلال الورقة، من دون استخدام أي مادة كيميائية مقاومة للتحلل[٢٣].

١٦٧ - ويتوافر المزيد من المعلومات في الوثائق Norden 2013 وSFT 2007 ووثيقة العلامات الإيكولوجية (Nordic Ecolabelling 2014). وتشير وثيقة Nordic Ecolabelling 2014 إلى إمكانية معالجة سطوح الورق باستخدام النشاء أو الألجينات أو مركبات كربوكسيل ميثيل سيلولوز أو الكروم أو مركبات الفلور أو السيليكون. وتُستخدم مركبات القصدير العضوية كعوامل حفازة في التغليف بالسيليكون لإنتاج الورق المقاوم للشحوم، وقد تنتقل إلى الأغذية التي تلامس ذلك الورق. وتشير الوثيقة بشكل محدد إلى البيوتيلين كعامل حفاز في حالة الورق. وتتضمن وثيقة العلامات الإيكولوجية متطلبات للحيلولة دون وجود الكروم ومركبات الفلور، وفي نفس الوقت لا يُسمح باستخدام عوامل الطلاء والتغليف القائمة على المذيبات ومادتي D4 وD5 ومركبات القصدير العضوية الحفازة في معالجة السيليكون. ولا يزال يُسمح باستخدام هذه المواد في أماكن أخرى، ولذلك يمكن استيرادها إلى أوروبا.

١٦٨ - ولدى المعهد الفدرالي الألماني لتقييم المخاطر (BundesinstitutfürRisikobewertung أو BfR) قاعدة بيانات بشأن التوصيات المتعلقة بالمواد الملامسة للأغذية، بما فيها المواد المفلورة وغير المفلورة[٢٤].

(٢٣) معلومات قدمتها الهيئة النرويجية لمكافحة التلوث (سابقاً Statens Forurensningstilsyn).

(٢٤) https://bfr.ble.de/kse/faces/DBEmpfehlung_en.jsp.

٢-٣-٣ الاستخدامات التي لم تحدد لها بدائل حالياً

ألف - المنسوجات التقنية ذات متطلبات الأداء العالي

١٦٩ - لاحظت الرابطات الصناعية أنه لا تتوفر حالياً، وبشكل خاص في مجال المنسوجات الحرفية والتقنية والمنسوجات الواقية وغيرها من المنسوجات المتطورة (مثلاً لأجهزة فصل خلايا الوقود في الابتكارات الحركية الكهربائية)، أي بدائل تستوفي المتطلبات العالية المستوى من حيث المتطلبات القانونية ومن جانب العملاء. بيد أن هناك إقرار بأن تلك المنسوجات التي يجب أن تفي فقط بمتطلبات الأداء المنخفض (مثل الملابس العادية، والمنسوجات العادية المصممة للاستخدام في الهواء الطلق)، التي كانت في السابق تعالج بمركبات مرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك، يمكن أن تعالج بمنتجات سداسية الكربون أو حتى ببدائل خالية من الفلور (VTB SWT, 2016; Euratex, 2016).

١٧٠ - وذكر أصحاب المصلحة أن المنسوجات الواقية التي جرى تشطيبها باستخدام مواد كيميائية سداسية الكربون تحتاج إلى كميات كبيرة من المنتجات السداسية الكربون للتشطيب الأولي مع إعادة التشريب الاحترافي المتكرر باستخدام المزيد من المنتجات السداسية الكربون بعد كل خطوة غسل بهدف الوفاء بمعايير السلامة العالية؛ وهذا سيؤدي إلى انبعاثات إضافية من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بسبب الكميات الأكبر من المواد الكيميائية المستخدمة مقارنة بالمواد الكيميائية الثمانية الكربون (VTB SWT, 2016). وفي هذا السياق، أشير إلى أن المنسوجات التقنية المعالجة بمواد تشطيب قائمة على الفلوروتيلومر ٦:٢ تظهر على مدى فترة عمرها انبعاثات كلية من المواد لبيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية أعلى بمقدار ٤-٨ أضعاف مقارنةً بالانبعاثات الملاحظة عند استخدام المواد الكيميائية الثمانية الكربون (Euratex, 2016).

١٧١ - وأبلغ قطاع صناعة النسيج عن أن المواد الكيميائية الثمانية الكربون قادرة على الوفاء بالمتطلبات العالية فيما يتعلق بصد السوائل الخطرة والغبار مع تميزها بآثار طفيفة ضارة بمثبطات اللهب. وهذا التوليفة المفضلة من هذين الأثرين لا يمكن الحصول عليها باستخدام منتجات قائمة على المواد الكيميائية السداسية الكربون. وعلاوةً على ذلك، ذُكر أن المنسوجات التقنية الواقية تحمي العمال من التعرض للتلوث بالسوائل أو المواد الخطرة (على سبيل المثال السوائل السريعة الانتشار). ومن ثم فإن هناك مشاكل صحية خطيرة قد تحدث في حالة إهمال إعادة التشريب، وهو أمر مطلوب بسبب انخفاض الأداء الواقي مع مرور الزمن (VTB SWT, 2016), (TM, 2016).

باء - صناعة التصوير والطباعة

١٧٢ - وفقاً لرابطة التصوير والطباعة في أوروبا فقد جرى استبدال المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك بمواد كيميائية غير بيرفلورية ومواد كيميائية ذات سلاسل بيرفلورية قصيرة (ثلاثية ورباعية الكربون) وتيلومرات ومستحضرات جديدة. ومع ذلك، لا يزال هناك عدد صغير من الاستخدامات ذات الصلة. وتعتبر المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك ضرورية لاستخدام طبقات الطلاء أثناء تصنيع بعض منتجات التصوير التقليدية المتبقية (أي المنتجات التي يعتمد فيها تكوُّن الصورة على تكنولوجيا هاليد الفضة). وهي تعمل كمواد خافضة للتوتر السطحي، وعوامل تحكم ساكنة (مهمة لمنع الإضرار بالعامل ومعدات العمل وتلف المنتجات ومخاطر الحرائق والانفجارات (I&P Europe, 2016b)، وكمواد طاردة للأوساخ أثناء عمليات الطلاء، وعوامل تحكم في الاحتكاك، وهي توفر التحكم في الالتصاق للطبقات المطلية وتعتبر فريدة لأنها تجمع بين جميع هذه الخواص في جزيء واحد دون إظهار أي آثار ضارة بأداء التصوير (I&P Europe, 2016a).

١٧٣ - ومن غير الممكن تقدير التكاليف فيما يتعلق باستبدال استخدامات المواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك المتبقية ذات الصلة في صناعة التصوير والطباعة. إن تركيبات طلاءات الصور مسجلة الملكية والأغلفة وهي تختلف من شركة إلى أخرى ومن منتج إلى آخر. ومن ثم، سوف تحدد كل شركة تكاليف مختلفة عند تغيير تركيبات هذه المستحضرات، الأمر الذي قد يستغرق عدة سنوات من الجهود فيما يتعلق بالبحث والتطوير (ليس فقط أداء المادة هو الذي يخضع للتقييم عند تطوير البدائل، بل أيضاً المسائل البيئية ومسائل الصحة والسلامة). وتعتبر هذه الصناعة أن التكاليف الاقتصادية المرتبطة باستبدال المواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك فيما يخص القليل من الاستخدامات الحاسمة الأهمية المتبقية ذات الصلة في قطاع الصور والتصوير الفوتوغرافي تعتبر باهظة للغاية. ووصفت الاستخدامات الحرجة المتبقية بأنها منتجات متخصصة في الأسواق ويخطط أعضاء رابطة التصوير والطباعة في أوروبا لتقليص حجمها (I&P Europe, 2016a).

جيم - صناعة أشباه الموصِّلات

١٧٤ - تبدو البدائل غير القائمة على حمض البنتاديكافلوروكتانويك متوفرة في صناعة أشباه الموصلات فيما يخص بعض التطبيقات، مثل الاستخدام في شكل مواد خافضة للتوتر السطحي. بيد أنه لا تزال هناك بعض الاستخدامات المتعلقة بالمواد المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك كمواد تكوينية في عملية المعالجة والتركيبات الكيميائية لبعض خطوات التطبيق المتخصصة جداً (مثلاً لتطبيقات التصوير والطباعة الليثوغرافية). وفي دراسة تمت في عام ٢٠١٠، تبين أنه من الضروري منح الشركات التي تستخدم الحمض في تطبيقات التصوير والطباعة الليثوغرافية استثناءات لكي يتسنى لها الاستمرار في الإنتاج (van der Putte et al., 2010). ووفقاً لممثلي صناعة أشباه الموصلات فإنه قد لا تتوفر بدائل لبعض التطبيقات، كما أن هذه الصناعة تحتاج إلى وقت كبير لتحديد واختبار واعتماد بدائل قبل إدخالها إلى دائرة الإنتاج التجاري. ولم يُقدَّم إطار زمني محدد للعملية الانتقالية (انظر SIA, 2017). ومن شأن منح إعفاء محدد المدة أن يوفر الوقت اللازم للسماح بمواصلة الانتقال إلى بدائل مناسبة في عمليات تصنيع أشباه الموصلات. وأشارت رابطة صناعة أشباه الموصلات كذلك إلى أن هذا الإعفاء ينبغي أن يأخذ شكل غرض مقبول (انظر SEMI, 2017).

دال - استخدام السلفوراميد

١٧٥ - المكونات الفعالة المسجلة في البرازيل في الوقت الراهن لإنتاج طُعم مكافحة النمل القاطع لأوراق الشجر هي السلفوراميد والفيبرونيل والكلوربيريفوس. ولم يعُد الكلوربيريفوس يُستخدم في البرازيل لأغراض مكافحة النمل القاطع لأوراق الشجر (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1). وقد شُكك في فعالية هذه المواد؛ ولذا تجري دراسة جديدة للبدائل في البرازيل. ووفقاً للمعلومات التي قدمتها البرازيل بموجب المرفق واو، لا يمكن الاستعاضة حالياً عن السلفوراميد بكفاءة في البرازيل بأي من المنتجات الأخرى المطروحة في السوق لنفس الغرض (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1 و UNEP/POPS/COP.7/INF/21).

١٧٦ - ووفقاً لإفادة البرازيل، تمت تجربة الفينوكسيكارب، والبيريبروكسيفن، والديفلوبنزورون، والتيفلوبنزورون، والسيلانيافون، والثيديازورون، والتفلورون، والبرودرون، والأمابكتين، والمثروبرين، والهيدراميثيلنون، وحمض البوريك، وبعض مبيدات الحشرات من مجموعة النيونيكوتينويد والبيرثرويد والسبينوسينس وما إلى ذلك، لمكافحة النمل القاطع لأوراق الشجر، ولكنها لم تُثبت فعاليتها (UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1).

١٧٧ - ويقضي المقرر ا س-٧/٦، بأن تُجري البرازيل دراسات للحصول على معلومات تخضع لاستعراض النظراء بشأن إمكانية استخدام بدائل لحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وأملاحه وفلوريد السلفونيل البيرفلوروكتاني

والمواد المرتبطة بها في إطار نهج متكامل لمكافحة الآفات، وأن توافي الأمانة بذلك. وقد استنتجت تلك الدراسة، استناداً إلى الجدوى التقنية والآثار على البشر والبيئة والتكلفة والفعالية والتوافر وقابلية الاستمرار، بعدم وجود بدائل للسلفوراميد في مكافحة النمل القاطع لأوراق الشجر (معلومات مستقاة من Brazil, 2016)[٢٥].

١٧٨ - وترد معلومات عن الكميات في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1. وقد لوحظ أن بعض التقارير تشير إلى أن السلفوراميد قد يتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك، وهو مدرج في قائمة سلائف ذلك الحمض (UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1).

٢-٣-٤ موجز البدائل

١٧٩ - الفقرات التالية تلخص المعلومات عن البدائل من الفرع ٢-٣-١ إلى ٢-٣-٣.

موجز المخاطر المرتبطة بالبدائل المفلورة القصيرة السلسلة

١٨٠ - هناك قلق متزايد لدى السلطات في أوروبا فيما يتعلق بالمخاطر على الصحة والبيئة التي تظهرها المواد البيرفلوروألكيلية والمواد البوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة. وتنتج هذه الشواغل عن مقاومة هذه المواد للتحلل وقدرتها العالية على الحركة في الماء والتربة وخواصها السامة المحتملة. وعلى الرغم من أن بعض المواد البيرفلوروألكيلية والمواد البوليفلوروألكيلية قد لا تستوفي بشكل رسمي المعايير الحالية لمقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية بموجب لائحة الاتحاد الأوروبي لتنظيم تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها، إلا أنها شديدة المقاومة للتحلل وذات قدرة عالية على الحركة في النظم المائية وفي التربة، كما أن استخدامها المتزايد قد يؤدي إلى التعرض المستمر الذي يمكن أن يثير نفس القدر من القلق الذي يثيره التراكم البيولوجي (تعليقات النرويج على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). وتنتشر هذه المواد بالفعل على نطاق واسع حالياً في البيئة، حتى في المناطق النائية (انظر على سبيل المثال، Zhao et al., 2012).

١٨١ - وتسهم أيضاً قابلية الذوبان الأعلى في الماء مقارنةً مع المواد البيرفلوروألكيلية والمواد البوليفلوروألكيلية الطويلة السلسلة التي توجد بها سلاسل ألكيلية أكثر كرهاً للماء، في تعزيز حقيقة أن بعض هذه المواد القصيرة السلسلة، وبخاصة الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية وأحماض السلفونيك البيرفلوروألكيلية، تدخل في مستودعات مياه الشرب بشكل أسرع وبعضها يميل إلى التراكم في الأنسجة النباتية الصالحة للأكل الغنية بالماء مثل الأوراق والفواكه. إن وجود هذه المواد في المياه الجوفية ومياه الشرب قد يؤدي إلى تعرض الكائنات الحية بشكل مستمر لمواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية معينة قصيرة السلسلة، وهو تعرض لا يزال عند مستوى منخفض نسبياً حالياً، ولكن نظرا لمقاومة التحلل العالية وتزايد استخدام هذه المواد فإن من المتوقع حدوث زيادة مع الزمن في التركيزات البيئية. ويصح هذا الأمر بصورة أكبر نظراً لأنه لا يمكن إزالة هذه المواد من المياه على نحو فعال حتى باستخدام التكنولوجيات الحديثة الباهظة التكلفة (مثل استخدام الكربون المنشط الحبيبي أو الترشيح النانوي)، بسبب قدرتها المنخفضة على الامتزاز (انظر German Environment Agency, 2016b).

١٨٢ - وتجدر الإشارة إلى أن ألمانيا تقترح تحديد المواد التي تكون لها هذه الخواص المتعلقة بالقدرة على الحركة ومقاومة التحلل على أنها مواد مثيرة للقلق الشديد في إطار لائحة الاتحاد الأوروبي لتنظيم تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والترخيص لها وفرض القيود عليها، كما هو الحال فيما يخص المواد الشديدة المقاومة للتحلل وذات القدرة العالية على التراكم البيولوجي (انظر German Environment Agency, 2017). ووفق ما هو مبين في الفصل

(٢٥) http://chm.pops.int/tabid/4814/Default.aspx.

٢-٣-٢ فإن هذه المواد تعتبر بدائل لحمض البنتاديكافلوروكتانويك في العديد من التطبيقات (مثل قطاع صناعة النسيج، ورغاوى مكافحة الحرائق، والورق، وتغليف الأغذية). وفي كثير من الأحيان، تكون هذه البدائل القصيرة السلسلة أقل فعالية ويتعين استخدام كميات أكبر منها. هذه البيانات تدل على أن استبدال حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به بمواد فلورية قصيرة السلسلة هو استبدال يمكن وصفه بأنه مؤسف.

١٨٣ - وفي هذا السياق تجدر الإشارة إلى أن التلوث بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة يشكل عبئاً ثقيلاً على المجتمع المحلي/المجتمع. وفي ألمانيا تلوث أكثر من ٤٥٠ هكتار من الحقول الزراعية بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية، ونتج ذلك على الأرجح عن مزج حمأة الورق مع السماد العضوي. وقد وجدت هذه المواد بتركيزات مرتفعة في التربة والمياه الجوفية. وتمثل المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة الملوثات الرئيسية في هذه المنطقة، ونتيجة لذلك جرى إغلاق اثنين من آبار المياه الصالحة للشرب. ونظراً لأن هذه المواد يمكن تناولها مع الأجزاء الصالحة للأكل من النباتات والمحاصيل التي تَبين أنها تحتوي على مستويات مرتفعة منها فإنه يتعين قبل الحصاد إجراء تحاليل في هذه المنطقة لمعرفة مستويات هذه المواد في المحاصيل. ويتعين فقط زراعة المحاصيل التي لا تُراكم هذه المواد، كما يتعين على الإنسان الامتناع عن استهلاك المحاصيل التي تُظهر مستويات مرتفعة من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة وعدم استخدامها كأعلاف. ولم يتسن بعد تطوير محلول لتطهير التربة أو لمنع المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة من الوصول إلى المياه الجوفية. ونظراً لكبر المساحة الملوثة فإن الحفر لا يبدو مناسباً. وبالتالي فإن النتائج العامة التي تؤثر على السكان والجمهور والمزارعين تكون هائلة. وتكون عملية المعالجة وتنقية المياه وإمدادات مياه الشرب النظيفة عالية التكاليف[٢٦]. وقد استثمرت شركة المياه المحلية ثلاثة ملايين يورو خلال العامين الماضيين لتأمين إمداد مياه الشرب النقية في المنطقة. وسترتفع تكلفة هذا الاستثمار لتبلغ ٨ ملايين يورو حتى عام ٢٠١٨ نظراً لأنه يجري بناء محطة تنقية جديدة تعمل بالكربون المنشط ولأن تكاليف التشغيل ستزداد. وبسبب خواص المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية القصيرة السلسلة فإنه يتعين تبديل الكربون المنشط بشكل متكرر لتفادي نفاذ المواد الكيميائية. ونتيجة لذلك ازداد سعر مياه الشرب بنسبة ١٣,٤ في المئة في هذه المنطقة في عام ٢٠١٧. ومن الممكن أن تزداد التكاليف أكثر. (تعليقات ألمانيا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثالث)[٢٧].

موجز عن توفر بدائل مناسبة لقطاعات واستخدامات محددة

١٨٤ - استناداً إلى تحليل البدائل، يوجز الجدول التالي القطاعات والاستخدامات المحددة التي تتوفر لها بشأنها بدائل لحمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به.

(٢٦) لا تتوفر حتى الآن ورقة علمية إلا أن هناك بعض المعلومات التي قدمتها السلطات المحلية (باللغة الألمانية، انظر http://www.landkreis-rastatt.de/,Lde/PFC.html and http://www.baden-baden.de/stadtportrait/aktuelles/themen/pfc-problematik/.

(٢٧) http://www.star-energiewerke.de/de/Kopfnavigation/News/Pressearchiv-2017/ PFC-Folge-In-Rastatt-steigt-der-Preis-fuer-Trinkwasser.html.

الجدول ٤: توفر بدائل استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به لقطاعات واستخدامات محددة

القطاع	الاستخدام	البديل المناسب المتاح	نوع البديل
قطاع المنسوجات	متطلبات الأداء العادي (مثلاً الملابس العادية)	نعم	منتجات غير محتوية على الفلور (على سبيل المثال البرافينات)؛ بدائل غير كيميائية منتجات مفلورة قصيرة السلسلة (سداسية الكربون مثلاً)
	متطلبات الأداء العالي (مثل المنسوجات الواقية للاستخدام المهني)	لا	
تصنيع البوليمرات	مواد معالِجة مساعِدة لعملية البلمرة	نعم	مواد ذات رابطة (روابط) إيثرية بين الشقوق البيرفلوروألكيلية (على سبيل المثال مادة أدونا)
رغاوى مكافحة الحريق	مكافحة حرائق السوائل	نعم	رغاوى لمكافحة الحرائق قائمة على البروتينات أو قائمة على المنظفات منتجات مفلورة قصيرة السلسلة (سداسية الكربون مثلاً)
الورق وتغليف الأغذية	تغليف الأغذية	نعم	منتجات غير محتوية على الفلور (على سبيل المثال الورق العالي الكثافة) منتجات مفلورة قصيرة السلسلة (سداسية الكربون مثلاً)
صناعة التصوير والطباعة	تصنيع عدد صغير من منتجات التصوير التقليدية المتبقية	لا	
صناعة أشباه الموصِّلات	مواد مكوِّنة في تركيبات المعالجة الكيميائية لخطوات التطبيق العالية التخصص (مثلاً تطبيقات الطباعة الضوئية الليثوغرافية)	لا	

٢-٤ موجز المعلومات عن آثار تنفيذ تدابير الرقابة الممكنة على المجتمع

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

١٨٥ - ينتشر حمض البنتاديكافلوروكتانويك وعدد من المركبات المرتبطة على نطاق واسع في مكونات البيئة وفي الكائنات الحية والإنسان. ومن المرجح أن يؤدي حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به التي تتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك، نتيجة انتقالها البيئي البعيد المدى، إلى آثار صحية كبيرة ضارة بصحة الإنسان و/أو البيئة، مما يتطلب اتخاذ إجراء عالمي بشأنها (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2). ولذلك فإن حظر أو تقييد الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به سيكون له أثر إيجابي على صحة الإنسان والبيئة من خلال خفض الانبعاثات، ومن ثم خفض مستوى تعرض البشر والبيئة (انظر على سبيل المثال، Norway, 2016; ECHA, 2015a, 2015c).

١٨٦ - وعند تقييم الآثار على صحة الإنسان والبيئة الناتجة عن تقييد الحمض والمواد المرتبطة به فإن من الأهمية بمكان مراعاة الشواغل المحددة بشأن هذه المواد بوصفها مواد مقاومة للتحلل وتتراكم بيولوجياً وسامة. وتتعلق هذه الشواغل على وجه الخصوص بقدرة الحمض على مقاومة التحلل في البيئة، الأمر الذي يعني أنه لا يزول من البيئة (أو يزول بشكل محدود). وحتى إذا كانت انبعاثات الحمض والمواد المرتبطة به ستتوقف فإن ذلك لن يؤدي إلى خفض فوري للتركيزات البيئية. وإضافةً إلى مقاومة الحمض للتحلل فإنه يتميز بالحركة في البيئة وله القدرة على الانتشار عبر مسافات شاسعة، وذلك مثلا من خلال الانتقال الجوي البعيد المدى. ونتيجة لذلك يوجد الحمض في البيئة على النطاق العالمي، وكذلك في المناطق النائية حيث توجد انبعاثات ضئيلة منه. ومن شأن استمرار الاستخدام والانبعاثات أن يؤدي إلى تزايد تركيزات الحمض في البيئة وحدوث تعرض بيئي وبشري طويلة الأمد وواسع النطاق. وإضافةً إلى قدرة الحمض على التراكم في الكائنات الحية وخواصه السمية فإن استمرار استخدام وانبعاثات الحمض والمواد المرتبطة به يمكن أن يؤدي إلى حدوث آثار ضارة بصحة الإنسان والبيئة نتيجةً للتعرض الطويل الأجل. وهذه الآثار سيكون من الصعب جدا عكس اتجاهها بعد حدوثها. ولا يزال حجم ونطاق مخاطر الحمض والمواد المرتبطة به بوصفها ملوثات عضوية ثابتة غير مؤكدين. ولذلك فإن إدارة مخاطر هذه المواد تعتمد على البيانات العلمية والإجراءات الاحترازية لتفادي الآثار الحادة والدائمة المحتملة الناجمة عن الانبعاثات المستمرة. وهذا الأمر واضح وجلي على الرغم من أن الآثار المادية الكاملة على الصحة البشرية والبيئة من تخفيض انبعاثات الحمض والمواد المرتبطة به لا يمكن قياسها كمياً (ECHA, 2015a).

١٨٧ - وسيلزم تقييد الاتحاد الأوروبي للحمض والمواد المرتبطة به قطاع الصناعة بالتخلص التدريجي من مركبات ذات صلة في جل التطبيقات والقطاعات، الأمر الذي سيؤدي للقضاء على جميع مصادر الانبعاثات المهمة (باستثناء الإطلاقات الناشئة عن مخزونات الحمض والمواد المرتبطة به الحالية واستخداماته المعفاة) (ECHA, 2015a). وفي وثيقة المعلومات الأساسية لاقتراح الاتحاد الأوروبي بفرض تقييد أشير إلى أن البيانات المتاحة عن الخواص السمية لأكثر البدائل ملاءمةً أقل بكثير من البيانات المتاحة عن الحمض. بيد أن من المتوقع استناداً إلى تحليل البدائل أن تنطوي على مخاطر صحية أقل مقارنةً بالحمض والمواد المرتبطة به. ولذلك فإن من المتوقع أن تنتج عن التقييد فوائد صافية للمجتمع من حيث الآثار على صحة الإنسان (ECHA, 2015a).

١٨٨ - وتحظر كندا الحمض والأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة مع بعض الاستثناءات للسماح باستخدامات جارية ومحدودة زمنيا لهذه المواد عندما لا تتوفر بدائل مجدية من الناحية التقنية أو الاقتصادية أو لإتاحة الوقت الكافي للانتقال إلى بدائل. وعلى الرغم من عدم إجراء تحليل كمي للفوائد فإن التعديلات من شأنها أن تحمي البيئة من خلال حظر تصنيع حمض البنتاديكافلوروكتانويك والأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية الطويلة السلسلة أو استعمالها أو بيعها أو عرضها للبيع أو استيرادها. ومن المتوقع أن تتحسن نوعية البيئة من خلال فرض رقابة على هذه المواد (انظر Canada, 2016c).

١٨٩ - وتتوقع أستراليا حدوث آثار إيجابية من تدابير الرقابة المتعلقة بتفادي تلوث المياه السطحية والمياه الجوفية ومياه الشرب، مما يسمح بالتقليل من احتمال تعرض البشر لذلك التلوث (Australia, 2016).

١٩٠ - وفيما يتعلق بالمنسوجات المهنية والتقنية والمنسوجات الواقية التي يجب أن تستوفي معايير الأداء المتعلقة بعدم النفاذية الدائمة أشار ممثلون عن صناعة المنسوجات إلى أنه بالنظر إلى التقدم الذي أحرز بالفعل على صعيد تجنب الانبعاثات فإن فرض المزيد من القيود يمكن أن يهدد بشكل خطير الصحة العامة وصحة البيئة والصحة المهنية عن طريق فرض حظر على المنسوجات المهنية والتقنية والمنسوجات الواقية (انظر VTB SWT, 2016 and TM, 2016).

١٩١ - ووفقاً لممثلي صناعة التصوير الفوتوغرافي الأوروبية فإن تدابير الرقابة التي نفذتها صناعة التصوير، بما في ذلك إعادة صياغة المنتجات ووقفها، قد أدت إلى خفض استخدام المركبات المرتبطة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك في جميع أنحاء العالم بنسبة تزيد عن ٩٥ في المائة. وقد قَيَّم الانبعاثات الناجمة عن العدد الصغير من الاستخدامات الجارية في صناعة التصوير عددٌ من الهيئات المختصة في الاتحاد الأوروبي، بما في ذلك الوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، وَوُجد أنها لا تشكل خطراً كبيراً على البيئة أو صحة الإنسان (I&P Europe, 2016a). ويبدو أن انبعاثات حمض البنتاديكافلوروكتانويك من التطبيقات الفوتوغرافية ومن صناعة أشباه الموصلات أقل من ١٠٠ كغم/سنة لكامل الاتحاد الأوروبي (ومن ثم فإن المخاطر أقل نسبياً) (ECHA 2015c).

١٩٢ - ووفقاً لما أفادت بها رابطة صناعة أشباه الموصلات، فإن الكمية الكلية المباعة في أمريكا الشمالية من حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد المرتبطة به المستخدمة في المستحضرات الخاصة بعمليات الطباعة بصفائح مُعدة فوتوغرافياً لأشباه الموصلات، في عام ٢٠١٥ بلغت ٧٢٠ كغ. ووفقاً للمعلومات التي قدمتها رابطة صناعة أشباه الموصلات فإن البوليمرات الفلورية التي أدخلت في جميع معدات تصنيع أشباه الموصلات المنتجة على مدى السنوات الخمس الماضية (بيانات الفترة ٢٠١١-٢٠١٥) على الصعيد العالمي تظل تشكل مصدراً هامشياً للحمض، وتشير التقديرات إلى أنها لا تزيد على ١٢٠ كغم/سنة. كذلك تشكل مواد البوليمرات الفلورية التي أدخلت في نظم مراقبة وتوزيع المواد الكيميائية والغاز والهواء ذات الصلة بمرافق تصنيع أشباه الموصلات (الهياكل الأساسية ذات الصلة) مصدراً هامشياً للحمض، وتشير التقديرات إلى أنها لا تزيد عن ٢٥ كغم/السنة (انظر تعليقات رابطة صناعة أشباه الموصلات على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

٢-٤-٢ *الزراعة وتربية الأحياء المائية والغابات*

١٩٣ - يوجد حمض البنتاديكافلوروكتاونيك في حمأة مياه المجارير التي تستخدم في الأراضي الزراعية في بعض البلدان تبعا للتشريعات الوطنية. وأظهرت العديد من أنواع المحاصيل الزراعية آثاراً سلبية تعتمد على الأنواع (مثل النمو الجذري والتنكرز) يحفزها وجود الحمض (انظر UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2 التي تشير إلى الدراستين Li, 2009 and Stahl et al., 2009). وتمتص المحاصيل التي تزرع في تربة معدلة بمواد صلبة من محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي بدائل الحمض مثل حمض البيرفلوروبيوتانويك وحمض البنتافلوروبيوتانويك (Blaine et al., 2013). وينتقل حمض البيرفلوروبيوتانويك وحمض البيرفلوروهكسانويك وحمض البيرفلوروهبتانويك وحمض البنتاديكافلوروكتانويك وحمض البيرفلورونونانويك إلى داخل النباتات (Bizkarguenaga et al., 2016; Krippner et al., 2014)؛ ويوجد حمض البنتاديكافلوروكتانويك وحمض البيرفلوروبيوتانويك أيضاً في إبر الصنوبر على مسارات التزلج (Chropenova et al., 2016). وفي أستراليا أثر الاستخدام السابق للرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة المحتوية على حمض البنتاديكافلوروكتانويك على بعض الأنشطة الزراعية (انظر الفرع ٢-٢-٣). ويؤدي استخدام الحمأة من أية محطة لمعالجة المياه العادمة إلى تلويث الحقول الزراعية بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية، ومن بينها حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد ذات الصلة (تعليقات ألمانيا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول). وفي ألمانيا أدى التخلص (غير القانوني) من النفايات/الحمأة في الحقول الزراعية إلى تلويث التربة والأرض والماء الصالح للشرب والمحاصيل الزراعية وإلى التعرض البشري، وكانت العواقب وخيمة شملت فقدان المزارعين لدخلهم (انظر الفرع ٢-٢-٢). ولذلك فإن تقييد حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به سيكون له فوائد للزراعة.

٢-٤-٣ الكائنات الحية (التنوع البيولوجي)

١٩٤ - ينتشر حمض البنتاديكافلوروكتانويك وعدد من المركبات المرتبطة به على نطاق واسع في مكونات البيئة وفي الكائنات الحية والإنسان. ومن المرجح أن يؤدي حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به التي تتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك، نتيجة انتقالها البيئي البعيد المدى، إلى آثار صحية كبيرة ضارة بصحة الإنسان و/أو البيئة (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2). وسيؤثر تقييد الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة بشكل إيجابي على الكائنات الحية من خلال خفض الانبعاثات، ومن ثم خفض تعرض الكائنات الحية. ومن شأن ذلك أن يكون له سيل من الفوائد التي تعود على مجتمعات الشعوب الأصلية التي تعتمد اعتماداً كبيراً على الأنواع الأصلية في غذائها (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

٢-٤-٤ الجوانب الاقتصادية

١٩٥ - نفذت بالفعل في العديد من البلدان بدائل تنافسية الكلفة لحمض البنتاديكافلوروكتانويك ولا تُظهر خصائص الملوثات العضوية الثابتة، مثل البدائل الخالية من الفلور المستخدمة في رغاوى مكافحة الحرائق أو الورق وتغليف الأغذية. وهذا يشير إلى الجدوى الاقتصادية للعديد من البدائل. وتشمل الجوانب الاقتصادية للبدائل التي تحل محل الحمض الوفورات التي تتحقق على صعيد التكاليف الصحية والبيئية الناجمة عن التعرض للحمض (IPEN, 2016).

١٩٦ - وفي الاتحاد الأوروبي أسهم استخدام الحمض والمواد المرتبطة به في تلويث مياه (الشرب) والتربة مع ما يقابل ذلك من تكاليف المعالجة العالية. ونتج معظم التلوث عن استخدام المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (بما في ذلك الحمض والمواد المرتبطة به) في رغاوى مكافحة الحرائق في حوادث الحرائق والتمارين التدريبية. وتتعلق تكاليف الاستصلاح بصورة رئيسية بمعالجة الأرض/ماء الشرب والحفر والتخلص من التربة الملوثة. وتختلف حدة الأضرار الناتجة وحجمها والتكاليف المترتبة ذات الصلة بين الحالات المبلغ عنها. وفي بعض الحالات لا تعرف تكاليف الاستصلاح الكلية أو لم يبلغ عنها. وفي الحالات التي أبلغ فيها عن تكاليف فإن هذه التكاليف تكون خاصة إلى حد كبير بالحالة المعنية وتغطي في الغالب مواد بيرفلوروألكيلية أخرى مما يجعل من الصعب للغاية اشتقاق تقديرات عامة فعالة لتكاليف الاستصلاح لكل كيلوغرام من الحمض والمواد المرتبطة به. بيد أن البيانات المتاحة تشير إلى أن هناك قدراً كبيراً من التكاليف المتصلة بمعالجة المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بما فيها الحمض والمواد المرتبطة به (ECHA, 2015a؛ للاطلاع على أرقام محددة للتكاليف انظر الجدول A.F.1-1 في التقرير (ECHA, 2015a).

١٩٧ - ويرتبط التلوث البيئي بالحمض والمركبات المرتبطة به أيضاً بالأنشطة الصناعية استناداً إلى أمثلة من الولايات المتحدة وهولندا (تعليقات النرويج على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول). وتشير النرويج إلى عمليات المعالجة المستمرة للترب التي تلوثت بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية نتيجةً لاستخدام الرغاوى المائية التي تشكل طبقةً رقيقة (AFFFs) في المطارات ومناطق التدريب على مكافحة الحرائق (Norway, 2016). وفي أستراليا أدت وصمة العيش في بيئة ملوثة نتيجةً للاستخدام السابق للرغاوى المائية التي تشكل طبقةً رقيقة المحتوية على الحمض إلى انخفاض قيم الممتلكات والأعمال التجارية وفقدان الدخل من جانب بعض أصحاب الأراضي والأعمال التجارية (انظر الفرع ٢-٢-٢). وتوجد مركبات المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية في المياه الجوفية الدانمركية في عدة مواقع في الدانمرك. وتوجد هذه المواد بالقرب من صناعات أو أنشطة محددة، ولا سيما مواقع

التدريب على مكافحة الحرائق. وفي بعض مواقع التدريب على مكافحة الحرائق يتجاوز تركيز الحمض القيمة الحدية الألمانية لمياه الشرب فيما يخص الحمض بعامل قدره ١٠ تقريباً وأدى ذلك إلى الشروع في العمل الرامي لتحديد القيمة الحدية لمياه الشرب للمعيار الكلي الدنماركي فيما يخص ١٢ مادةً من المواد البيرفلورية. وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن هناك مركبات مواد بيرفلوروألكيلية وبوليفلوروألكيلية أخرى وجدت أيضاً في هذه المواقع (Danish EPA, 2014). ووجدت مستويات عالية من المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (بما في ذلك حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وحمض البنتاديكافلوروكتانويك) في المياه الجوفية في السويد، ولا سيما فيما يتصل بمواقع التدريب على مكافحة الحرائق وفي المناطق التي جرى فيها إطفاء حرائق. وفي بعض الحالات كانت تركيزات المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية تتجاوز المستوى المستوجِب لاتخاذ إجراء من جانب الوكالة الوطنية للأغذية في السويد. ونتيجة لذلك تعين على الآبار ومرافق المياه استحداث تدابير معالجة جديدة أو التحول إلى مصادر مياه غير ملوثة (Swedish Chemicals Agency, 2016a). ويمكن أن يؤدي تحديد المواقع والمياه الجوفية الملوثة وإدارتها إلى تكبد تكاليف كبيرة، وهي تكاليف يمكن الحد منها في المستقبل في حال جرى تقييد الحمض والمركبات المرتبطة به. وأخيرا، ينبغي الإشارة أيضاً إلى أن جميع هذه الأمثلة تأتي من البلدان المتقدمة النمو ذات القدرة العالية على الوقاية والمعالجة، أما في البلدان النامية أو البلدان التي تمر بمرحلة انتقالية فإن هذه الإجراءات إما أن تُنفذ بتمويل خارجي وخبرات خارجية أو لا تُنفذ على الإطلاق، مما يؤدي إلى إلحاق أضرار غير مقبولة بالصحة والبيئة (تعليقات الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

١٩٨ - ونظرت دراسة مرجعية، تستخدم تحليل فعالية الكلفة لتقييم مدى ملاءمة تدابير الرقابة على الحمض (ومواد أخرى)، في تقديرات فعالية الكلفة للتدابير التنظيمية التي طبقت أو يجري النظر في تطبيقها فيما يخص الحمض. وعلى الرغم من أن نطاق البحث والتقييم الوارد في الدراسة هو نطاق عالمي بشكل واضح وأن جميع الدراسات والتقارير والمنشورات المتاحة التي يمكن الاطلاع عليها على الإنترنت أُدرِجت ضمن هذا النطاق إلا أنه قد يكون هناك ''تحيز'' أوروبي طفيف فيما يتعلق بأخذ عينات فرعية زائدة ناتج عن موطن مؤلفي الدراسة والتغطية اللغوية. وتشير الأدلة المتاحة إلى أن التدابير التي تكلف أقل من ١٠٠٠ يورو/كغم من المادة المستخدمة أو تؤدي إلى خفض الانبعاثات لا تُرفض في العادة لأسباب تتعلق بالتكاليف الباهظة، أما فيما يخص التدابير التي تكلف أكثر من ٥٠ ٠٠٠ يورو/كغم من المادة فإن الرفض وارد. ويبلغ المتوسط المقدر لتكاليف الوحدة فيما يتعلق بتكاليف الاستبدال ومراقبة الانبعاثات والمعالجة الخاصة بحمض البنتاديكافلوروكتانويك ١,٥٨٠ يورو/كغم (المدى من ٢٨ إلى ٣,٢٨١) (انظر Oosterhuis et al., 2017).

١٩٩ - ومن غير المتوقع أن تؤدي النُهج التنظيمية لإدارة مخاطر حمض البنتاديكافلوروكتانويك في كندا والاتحاد الأوروبي والنرويج إلى آثار اقتصادية أوسع نطاقاً نظراً لأن السوق يعمل بالفعل على استبدال الحمض والمواد المرتبطة به. ويتضح هذا الأمر من خلال تكاليف الامتثال التقديرية المعتدلة (ECHA, 2015a; Canada 2016c).

٢٠٠ - ولم يُجر تقييم تقني واقتصادي لتحديد ما إذا كانت بلدان من قبيل البلدان في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي أو في أفريقيا تمتلك القدرة على الوفاء بالالتزامات الناشئة عن إدراج الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به في أي من مرفقات الاتفاقية، فضلاً عن تحديد الموارد المالية لوضع قوائم جرد، والقيام بأعمال رصد، والقضاء على المواد أو النفايات المحتوية على المواد المدرجة.

٢٠١ - ويستخدم الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به في بعض عمليات إنتاج أشباه الموصلات. وعلى الرغم من أن استبدال هذه المادة الكيميائية ببدائل هو قيد التنفيذ إلا أن وظائف البدائل لا تزال غير كافية ومن غير المؤكد ما إذا كان سيتم الانتهاء من عملية الاستبدال بنهاية عام ٢٠١٩. وإذا فشلت عملية الاستبدال فإن

إمدادات أشباه الموصلات ستنخفض، وهذا قد يؤدي إلى حدوث تأثير سلبي كبير على تطوير تكنولوجيا المعلومات في العالم (Japan, 2016). ووفقاً لممثلي صناعة أشباه الموصلات، دون استثناء، فإن فعالية كلفة التقييد ستكون باهظة فيما يخص صناعة معدات تصنيع أشباه الموصلات (انظر تعليقات رابطة سيمي في عام ٢٠١٧ على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

٢٠٢ - وتشير النرويج إلى أن استمرار استخدام الحمض والمركبات المرتبطة به في المنسوجات يؤدي إلى تكبد تكاليف اجتماعية واقتصادية كبيرة بسبب خواص مقاومة التحلل والتراكم البيولوجي والسمية التي تتميز بها هذه المواد. ومن واقع تجربة النرويج فإن عدداً أقل من المنسوجات للمستهلكين تحتوي على الحمض، أما في بقية المنسوجات فقد انخفض تركيز الحمض (تعليقات النرويج على مشروع تقييم إدارة المخاطر الأول).

٢٠٣ - وقد حققت صناعة التصوير نجاحاً كبيراً في تطوير بدائل لمعظم استخدامات المركبات المرتبطة بالحمض، مما أدى إلى القضاء على أكثر من ٩٥ في المائة من الاستخدام العالمي منذ عام ٢٠٠٠. بيد أن قطاع الصناعة يزعم أن خواص خفض التوتر السطحي وخواص التحكم الساكن التي تتميز بها المركبات المرتبطة بالحمض مهمة لاستخدام طبقات الطلاء أثناء تصنيع بعض منتجات الأفلام التقليدية المتبقية (أي المنتجات التي يعتمد فيها تكوُّن الصورة على تكنولوجيا هاليد الفضة). ولا يمكن لقطاع الصناعة أن يقدر تكاليف استبدال هذا الاستخدام للمركبات المرتبطة بالحمض، لكنه أشار إلى أن هذه المنتجات هي منتجات متخصصة في الأسواق وأن حجمها سينخفض (I&P Europe, 2016a). ومن الواضح أن التصوير الرقمي سيغني عن الحاجة إلى استخدام الحمض في هذا المجال وأن عملية الانتقال تحدث بسرعة.

٢٠٤ - واستثمرت الشركات الأعضاء في مجلس التكنولوجيا الفلورية بشكل كبير في تطوير مواد مساعدة بديلة في عملية البلمرة ومنتجات قصيرة السلسلة وتكنولوجيات للتحكم في الانبعاثات. وثمة تكاليف أخرى يتعين أخذها في الاعتبار وهي التكاليف الاقتصادية وتكاليف الصحة البشرية الناتجة عن الوقف الكامل لإنتاج بعض المواد الكيميائية المستخدمة المرتبطة بالحمض والمستخدمة في المستحضرات الصيدلانية وغيرها من التطبيقات العالية التخصص. وتجدر الإشارة إلى أن الإطلاقات البيئية من هذه التطبيقات يمكن إخضاعها للرقابة بشكل جيد (FluoroCouncil, 2016a).

٢-٤-٥ التحرك صوب التنمية المستدامة

٢٠٥ - يتسق التخلص من حمض البنتاديكافلوروكتانويك مع خطط التنمية المستدامة التي تسعى إلى الحد من انبعاثات المواد الكيميائية السامة ومع عدد من أهداف التنمية المستدامة التي اعتُمدت على الصعيد العالمي. ويقيم النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية الرابطة الجوهرية بين السلامة الكيميائية والتنمية المستدامة. وتهدف الاستراتيجية السياساتية الشاملة لهذا النهج إلى أن تعزز وقف إنتاج أو استخدام المواد الكيميائية أو الاستخدامات الكيميائية التي تشكل خطراً غير معقول، أو لا يمكن إدارته، على صحة البشر والبيئة استناداً إلى تقييم للمخاطر قائم على العِلم ومع مراعاة تكاليف البدائل الأكثر أماناً وفوائدها وتوفرها وفعاليتها، فيما يخص هذه الاستخدامات[٢٨]. وتتضمن خطة العمل العالمية للنهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية توجيهات بشأن تدابير لدعم الحد من المخاطر تتضمن إعطاء الأولوية للبدائل الآمنة والفعالة للمواد المقاومة للتحلل التي تتراكم بيولوجيا والسامة. وقد جرى إنشاء فريق عالمي معني بالمواد الكيميائية البيرفلورية والبوليفلورية إضافةً إلى

(٢٨) انظر http://www.saicm.org/Home/tabid/5410/language/en-US/Default.aspx.

بوابة على شبكة الإنترنت ضمن النهج الاستراتيجي بهدف التعاون على الصعيد العالمي في جمع وتبادل المعلومات بشأن المواد الكيميائية البيرفلورية ودعم الانتقال إلى بدائل أكثر أماناً[٢٩].

٢٠٦ - ويدعو ممثلو الصناعة في قطاع المنسوجات المهنية والتقنية والمنسوجات الواقية الأطراف الأخرى إلى الانضمام لمشاريع البحث والتطوير في قطاع صناعة المنسوجات التقنية المتعلقة بالبدائل المناسبة (للمزيد من التفاصيل انظر VTB SWT, 2016 and TM, 2016).

٢-٤-٦ *التكاليف الاجتماعية*

٢٠٧ - ترى الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة أن المنافع الصحية والبيئية تفوق بكثير التكاليف الاجتماعية المرتبطة بالقضاء على حمض البنتاديكافلوروكتانويك (IPEN, 2016).

٢٠٨ - ومن غير المتوقع أن تكون للقيود المفروضة في الاتحاد الأوروبي آثاراً كبيرة على العمالة نظراً لأنه، فيما يخص الأغلبية العظمى من الاستخدامات، فإن البدائل القابلة للتنفيذ بتكلفة معقولة متاحة. إضافةً إلى ذلك، ونظراً لأن التقييد سيشمل أيضاً الأصناف والخلائط المستوردة فإن من غير المحتمل أن يستجيب قطاع الصناعة المعني بنقل مرافق الإنتاج إلى خارج الاتحاد الأوروبي. ومن ثم، فمن غير المتوقع أن تكون هناك خسائر كبيرة (أو مكاسب) في سوق العمل في الاتحاد الأوروبي بسبب إغلاق و/أو نقل الأنشطة التجارية (ECHA, 2015a).

٢٠٩ - وفيما يخص قطاع صناعة المنسوجات المهنية والتقنية والمنسوجات الواقية فإن الدوائر الصناعية ترى أن فرض حظر شامل على الإنتاج من خلال إدراج المادة في المرفق ألف من شأنه أن يؤدي إلى آثار سلبية على العمالة في قطاع صناعة المنسوجات المهنية والتقنية والمنسوجات الواقية في أوروبا (انظر VTB SWT, 2016 and EURATEX, 2016).

٢-٥ الاعتبارات الأخرى

٢-٥-١ *إمكانية الوصول إلى المعلومات وتثقيف الجمهور*

٢١٠ - قدم العديد من الأطراف والجهات المراقبة معلومات عن إمكانية الوصول إلى المعلومات وتثقيف الجمهور:

(أ) شبكة الرصد في منطقة جبال الألب للملوثات العضوية الثابتة وغيرها من الملوثات العضوية: http://www.monarpop.at/؛

(ب) وكالة البيئة في النمسا: http://www.umweltbundesamt.at/ummuki_symposium/؛

(ج) المعلومات المتعلقة بالمبادرات في إطار القانون الكندي لحماية البيئة لعام ١٩٩٩: http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=1FE509F3-1؛

(د) معلومات عن تقييم المواد وإدارتها في كندا http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/default.asp?lang=En&n=97324D33-1؛

(هـ) معلومات إضافية عن حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه وسلائفه منشورة في الموقع الشبكي لإدارة البيئة وتغير المناخ في كندا: http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=en&n=F68CBFF1-1 ومعلومات تتعلق بالضوابط التنظيمية http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=3E603995-1.

---

(٢٩) انظر http://www.oecd.org/ehs/pfc/.

(و) وكالة البيئة النرويجية: http://www.environment.no/؛

(ز) الاطلاع على البيانات التي يقدمها الأعضاء في مجلس التكنولوجيا الفلورية: https://fluorocouncil.com/Resources/Research؛

(ح) وكالة البيئة الألمانية: https://www.umweltbundesamt.de/. ونشرت وكالة البيئة الألمانية منشورا بشأن الاستخدام المسؤول بيئياً لرغاوى مكافحة الحرائق المفلورة (German Environment Agency, 2013)؛

(ط) المعهد الاتحادي للسلامة والصحة المهنية: http://www.baua.de/de/Startseite.html؛

(ي) الوكالة السويدية للمواد الكيميائية (www.kemi.se): نظراً لأن التلوث بالمواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية يهم العديد من أصحاب المصلحة في المجتمع، كما أن العديد من الهيئات تشارك في اتخاذ ووضع تدابير عديدة، فقد جرى وضع دليل على الإنترنت. (باللغة السويدية)

٢-٥-٢ حالة الرقابة والقدرة على الرصد

٢١١ - جرى قياس حمض البنتاديكافلوروكتانويك في العديد من الأوساط مثل دم الإنسان وحليب الأم البشرية وفي المياه والتربة والرواسب والكائنات الحية بما في ذلك الأسماك. وجرى تقديم بيانات رصد من قاعدة بيانات وكالة البيئة في النمسا (لمزيد من التفاصيل انظر Austria, 2016a).

٢١٢ - وفي كندا يستخدم الرصد في الوسائط البيئية والكائنات الحية لتقييم فعالية ضوابط إدارة المخاطر وقياس التقدم المحرز صوب القضاء على حمض البنتاديكافلوروكتانويك من البيئة الكندية. إضافةً إلى ذلك، يجري رصد الحمض كجزء من برنامج الملوثات للمناطق الشمالية الذي أنشئ في عام ١٩٩١ استجابةً للشواغل إزاء وصول مستويات التعرض البشري لمستويات مرتفعة من الملوثات في الأنواع البرية المهمة للغذاء التقليدي للسكان الأصليين في المناطق الشمالية (NCP 2013)[٣٠]. خلال الفترة ٢٠٠٧-٢٠١٥ كان متوسط تركيزات المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية (وزن رطب) في الكبد يتكون باستمرار وبشكل أساسي من حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني ومجموع الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية (مستويات منخفضة من حمض البنتاديكافلوروكتانويك لكن الغالبية أحماض كربوكسيلية بيرفلورية تتكون من ٩ و١٠ و١١ ذرة كربون). وكانت مستويات حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني أعلى باستمرار من مستويات مجموع الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية، وكانت باستمرار عند مستويات تقاس بالجزء من المليون، لكن مستوياته كانت أعلى في الدببة في جنوب خليج هدسون مقارنةً بالدببة في غرب خليج هدسون. ولم تكن هناك اتجاهات تصاعدية أو تنازلية واضحة لمجموع الأحماض الكربوكسيلية البيرفلورية وحمض السلفونيك البيرفلوروكتاني[٣١].

٢١٣ - وتشكل المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بما في ذلك حمض البنتاديكافلوروكتانويك جزءاً من عملية الرصد الدانمركية للبيئة المائية. وفي الفترة من عام ٢٠٠٨ إلى عام ٢٠١٣ أدرجت المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية في عملية رصد المصادر الثابتة والجداول والبحيرات والمناطق البحرية. وكان حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني وحمض البنتاديكافلوروكتانويك هي أكثر المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية التي اكتشفت بشكل متواتر في الجداول وواحدة من أكثر المركبات التي تُكتشف في النفايات الصناعية السائلة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي. واكتشفت هذه المواد بأعلى التركيزات في الجداول وفي النفايات السائلة معاً (Denmark, 2016).

---

(٣٠) تنشر موجزات للتقارير سنوياً، ويتاح أحدث هذه التقارير على الرابط: http://pubs.aina.ucalgary.ca/ncp/Synopsis20152016.pdf.

(٣١) يمكن الاطلاع على معلومات إضافية عن البرنامج على الرابط: http://www.science.gc.ca/ncp.

٢١٤ - وأدرجت المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية، بما في ذلك حمض البنتاديكافلوروكتانويك، في برنامج مراقبة البيئة السويدي[٣٢] وبرنامج الرصد السويدي المتصل بالصحة[٣٣] (تعليقات السويد على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني). وجرى أيضاً رصد حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمركبات البيرفلوروية الأخرى لدى البشر في كندا، مثلاً في إطار برنامج الملوثات في المناطق الشمالية، والدراسة الاستقصائية لقياسات الصحة في كندا، وبرنامج البحوث المعني بأثر المواد الكيميائية في البيئة على الأمهات والأطفال.

٢١٥ - وجرى رصد المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بما في ذلك حمض البنتاديكافلوروكتانويك في عينات دم بشرية وفي بول الأطفال والشباب البالغين. وفي الدراسة الاستقصائية البيئية الألمانية (GerES V) جرى توليد بيانات للفترة ٢٠١٤-٢٠١٧، وتشكل هذه المواد جزءاً واحداً فقط من الدراسة. وتبحث الدراسة أيضاً في مصادر الملوثات من قبيل الهواء داخل المباني المغلقة وماء الشرب[٣٤].

٢١٦ - ولا تمتلك العديد من البلدان القدرة على تحديد المنتجات والنفايات المحتوية على الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به، فضلاً عن تحديد وجودها في المكونات البيئية المختلفة. ويتعين النظر في هذا الأمر فيما يتعلق بالامتثال للالتزامات التي تنص عليها الاتفاقية لأن انعدام القدرات هذا يحول دون إنشاء قوائم جرد وتحديد النفايات ذات الصلة والقيام بأعمال الرصد المعنية. ولهذا السبب يوصى بأن تنفَّذ مشاريع تجريبية تتيح بيان التدابير التي ينبغي اتخاذها من أجل تحقيق الامتثال الفعال (تعليقات كولومبيا على مشروع تقييم إدارة المخاطر الثاني).

٢١٧ - ووفقاً لإفادة الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة بموجب المرفق واو فإن العديد من البلدان لا تتوفر لديها الهياكل الأساسية المطلوبة للرصد الملائم لإنتاج الحمض واستخدامه (IPEN, 2016).

٣- تجميع للمعلومات

٣-١ تلخيص لمعلومات موجز المخاطر

٢١٨ - حمض البنتاديكافلوروكتانويك هو حمض مقاوم للتحلل ويتراكم بيولوجياً وسام للحيوانات، بما في ذلك البشر. وينتشر حمض البنتاديكافلوروكتانويك وعدد من المركبات المرتبطة به على نطاق واسع في مكونات البيئة وفي الكائنات الحية والإنسان. وبالتالي فقد خُلِص إلى أن من المرجح أن يؤدي حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به التي تتحلل إلى حمض البنتاديكافلوروكتانويك، نتيجة انتقالها البيئي البعيد المدى، إلى آثار كبيرة ضارة بصحة الإنسان و/أو البيئة، مما يتطلب اتخاذ إجراء عالمي بشأنها (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

٢١٩ - ومن الصعب التنبؤ بشكل دقيق بالاستخدامات المحددة والإطلاقات ذات الصلة التي تساهم أكثر من غيرها في المخاطر، لا سيما وأن هناك مجموعة متنوعة من المصادر المحتملة التي لا تتوفر عن معظمها معلومات مفصلة. واعتُبِر أن المصادر المحتملة المهمة للحمض هي استخدام البوليمرات المفلورة الجانبية السلسلة بشكل عام، وعلى وجه التحديد استخدامها في قطاع النسيج وفي تصنيع البوليمرات الفلورية. أما المصادر الأخرى المهمة فهي على ما يبدو الطلاءات ورغوة مكافحة الحرائق. واستناداً إلى المعلومات المتاحة فإن من غير الممكن بشكل حاسم تحديد استخدامات محددة للمواد المرتبطة بالحمض لا تسهم في انبعاثات الحمض.

---

(٣٢) http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Miljoovervakning/Miljoovervakning/Miljogiftssamordning/.

(٣٣) http://ki.se/en/imm/health-related-environmental-monitoring-hami.

(٣٤) https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-rsks/german-environmental-surveys/german-environmental-survey-2014-2017-geres-v#textpart-1.

٢٢٠ - وقد جُمعت الإفادات ذات الصلة المقدمة بموجب المرفق هاء في وثيقة معلومات أساسية تابعة لتقييم إدارة المخاطر (انظر UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6). أما المعلومات الأخرى المتاحة عن الإنتاج والاستخدامات والإطلاقات فقد جُمعت في موجز المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2).

٣-٢ موجز معلومات تقييم إدارة المخاطر

٢٢١ - سيؤثر تقييد أو حظر الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به بشكل إيجابي على صحة الإنسان والبيئة من خلال خفض الانبعاثات، ومن ثم خفض مستوى تعرض البشر والبيئة.

موجز لنجاعة البدائل المناسبة وكفاءتها وتوفرها

٢٢٢ - أدرجت عدة إعفاءات في نهج إدارة المخاطر في الاتحاد الأوروبي. وأدرَجت كذلك كندا والنرويج عدة إعفاءات في نُهجها لإدارة المخاطر، وانتهى أجل بعض الإعفاءات في نهاية عام ٢٠١٦ (انظر الجدول ٣).

٢٢٣ - ووفقاً للمعلومات المتاحة فيما يخص تحليل البدائل فإنه لا تتوفر في الوقت الراهن بدائل مجدية من الناحية التقنية و/أو الاقتصادية لبعض الاستخدامات المحددة في صناعة أشباه الموصلات، بيد أن الصناعة تشير إلى أن البدائل سوف تصبح متاحة في السنوات المقبلة. ونظراً لانخفاض الكميات المستخدمة وحقيقة أن من المتوقع أن تكون الانبعاثات منخفضة فقد مُنِح في الاتحاد الأوروبي إعفاء محدد المدة (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٢) للمعدات المستخدمة في تصنيع أشباه الموصلات. وعلاوةً على ذلك مُنِح، في الاتحاد الأوروبي، إعفاء غير محدد زمنياً لعمليات الطباعة بصفائح مُعدة فوتوغرافياً لأشباه الموصلات أو لعمليات النقش لأشباه الموصلات المركبة. وفي كندا أعفيت أشباه الموصلات في الأصناف المصنعة. وفي النرويج انتهى أجل إعفاء المواد اللاصقة أو الرقائق المعدنية أو الأشرطة في أشباه الموصلات بنهاية عام ٢٠١٦. واستناداً إلى المعلومات الواردة من الصناعة (انظر SEMI 2017) فإنه يتعين النظر في منح إعفاءات محددة المدة أو غير محددة المدة لما يلي (١) المعدات المحتوية على بقايا حمض البنتاديكافلوروكتانويك ضمن البوليمرات الفلورية و الإلاستومرات الفلورية المستخدمة في تصنيع أشباه الموصلات، وبدائلها وقطع غيارها والهياكل الأساسية ذات الصلة (أي المواد الكيميائية والغازات وتوزيع الهواء ونظم التحكم ونظم حاويات المواد الكيميائية لتخزين وحمل ونقل المواد أو الخلائط) وكذلك لـ : (٢) عمليات الطباعة بصفائح مُعدة فوتوغرافياً لأشباه الموصلات أو لعمليات النقش لأشباه الموصلات المركبة.

٢٢٤ - ووفقاً للمعلومات المتاحة لتحليل البدائل فيما يخص المنسوجات، التي تستخدم على سبيل المثال في الهواء الطلق، فإن البدائل متاحة ولكن لا توجد بدائل مجدية تقنياً و/أو اقتصاديا للمنسوجات التقنية ذات متطلبات الأداء العالي. ويتعلق ذلك بالاستخدام في المنسوجات المصممة لحماية العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم وسلامتهم الذي مُنِح إعفاءً محدداً زمنياً (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٣) في الاتحاد الأوروبي. وينطبق نفس الشيء على الأغشية المزمع استخدامها في المنسوجات الطبية، وعملية الترشيح عند معالجة المياه، وعمليات الإنتاج، ومعالجة النفايات السائلة. وفي النرويج يقتصر التقييد على المنسوجات الاستهلاكية أما المنسوجات المهنية فهي غير مشمولة بالتقييد. ولا ينطبق النهج الكندي على الأصناف المصنعة. ومن ثم فإن استيراد منسوجات تحتوي على حمض البنتاديكافلوروكتانويك أو أملاحه أو المركبات المرتبطة به واستخدامها وبيعها وعرضها للبيع لا يخضع لأي قيود في كندا. وينبغي النظر في الإعفاءات المحددة المدة في إطار اتفاقية استكهولم فيما يخص المنسوجات التقنية ذات متطلبات الأداء العالية وبخاصة فيما يتعلق بـ: (١) المنسوجات الطاردة للزيت والماء أو الواقية من السوائل الخطرة المصممة لحماية العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم وسلامتهم، وكذلك يمكن النظر في استخدامها لأغراض: (٢) الأغشية المعدة للاستخدام في المنسوجات الطبية، وعملية الترشيح عند معالجة المياه،

وعمليات الإنتاج، ومعالجة النفايات السائلة. وبالنسبة للاستخدام الأخير، تدعو الحاجة إلى توافر معلومات إضافية لإيضاح نطاق التطبيقات والكميات المستخدمة وتوافر البدائل والجوانب الاجتماعية-الاقتصادية، من أجل السماح بإعفاء.

٢٢٥ - وأعلن قطاع صناعة أحبار الطباعة عن الحاجة إلى استخدام هذه المواد حتى عام ٢٠٢٠ نظراً لأن هذه الأحبار مصممة خصيصا لطابعات مهنية معينة. واستمر هذا الاستخدام فقط في الطابعات التي لم تعد تصنع، وبالتالي فإن التخلص التدريجي يجري تنفيذه بالفعل. وفيما يخص أحبار الطباعة اللاتكسية فقد منح إعفاء محدد المدة (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٢) في الاتحاد الأوروبي. وتمنح كندا إعفاءً للأحبار القائمة على المياه حتى عام ٢٠١٦. ولا ينطبق نهج إدارة المخاطر النرويجي إلا على المنتجات الاستهلاكية ولكنه لا يقيد استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك في الأحبار المخصصة للطابعات المهنية. واعتماداً على دخول الالتزامات بموجب اتفاقية استكهولم فيما يخص الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به المحتمل حيز النفاذ فإنه قد لا تكون هناك حاجة لمنح إعفاء لأحبار الطباعة اللاتكسية.

٢٢٦ - وينطوي إنتاج بدائل مفلورة قصيرة السلسلة على إنتاج نواتج تقطير حتمية من الحمض والمواد المرتبطة به يمكن معالجتها عن طريق تحديد حدود تركيز مناسبة في الصناعات التحويلية. وتستند العتبات المحددة في تقييد الاتحاد الأوروبي إلى معلومات من الدوائر الصناعية وهي تأخذ في الاعتبار الناتج الحتمي الحالي من حمض البنتاديكافلوروكتانويك والمواد المرتبطة به أثناء إنتاج بدائل ذات سلاسل سداسية الكربون. ويتمثل أحد الخيارات في إعادة معالجة هذه المواد باعتبارها مواد وسيطة معزولة محددة الموقع ضمن نظام مغلق في إنتاج مواد مفلورة قصيرة السلسلة. وتنص اتفاقية استكهولم على أنه ''بما أنه لا ينتظر أن تصل كميات كبيرة من المادة الكيميائية إلى البشر والبيئة أثناء إنتاج واستخدام وسيط في نظام مغلق محدد الموقع، للطرف، لدى إخطار الأمانة، أن يسمح بإنتاج واستخدام كميات من مادة كيميائية مدرجة في هذا المرفق كوسيط في نظام مغلق محدد الموقع يتحول كيميائيًا في تصنيع مواد كيميائية أخرى، وهي مواد لا تُظهر، مع أخذ المعايير الواردة في الفقرة ١ من المرفق دال في الاعتبار، خصائص الملوثات العضوية الثابتة''[٣٥]. ولا تطبق النرويج أو كندا أو الاتحاد الأوروبي إعفاءات محددة بشأن إنتاج بدائل مفلورة قصيرة السلسلة. ولذلك فإن منح إعفاء مواد وسيطة محددة الموقع ضمن نظام مغلق غير ضروري للمواد المدرجة في المرفق ألف أو باء لاتفاقية استكهولم للسماح بعملية إعادة المعالجة المشار إليها. ومن المتوقع منح إعفاء للمواد الوسيطة المعزولة المنقولة دون حد زمني في تقييد الاتحاد الأوروبي وفقاً للفقرة ٤ (ج) منه شريطة استيفاء شروط معينة (المفوضية الأوروبية، ٢٠١٧). ويمكن النظر في منح إعفاء بموجب اتفاقية استكهولم للمواد الوسيطة المعزولة المنقولة ليتسنى إعادة المعالجة في موقع آخر بخلاف موقع الإنتاج. ويمكن أن تكون الشروط مماثلة للشروط المحددة في تقييد الاتحاد الأوروبي (انظر الفقرة ٨٤). وتدعو الحاجة إلى توافر معلومات إضافية لإيضاح الكميات ومدى النقل ومخاطره والاستخدام، من أجل السماح بإعفاء.

٢٢٧ - ولم يُعثر على أية بدائل لبروميد البيرفلوروكتيل كمادة معالجة مساعدة في تصنيع المستحضرات الصيدلانية. ويُنتج بروميد البيرفلوروكتيل من يوديد البيرفلوروكتيل الناجم عن إنتاج المواد القائمة على الفلوروتيلومرات ٦:٢. ويتم إنتاج يوديد البيرفلوروكتيل في موقع واحد في اليابان، ثُم يُنقل إلى موقع آخر في اليابان لاستخدامه كمادة وسيطة في إنتاج بروميد البيرفلوروكتيل. وعقب ذلك يُنقل بروميد البيرفلوروكتيل إلى موقعين في الولايات المتحدة والسويد لإنتاج منتجات صيدلانية ذات صلة. ولا توجد اقتراحات بمنح إعفاءات ذات صلة في الاتحاد الأوروبي أو النرويج

(٣٥) الملاحظة '٣' في الجزء الأول من المرفقين ألف وباء لاتفاقية استكهولم.

أو كندا في الوقت الحاضر. وفي سياق النهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية اعتُمدت الملوثات الصيدلانية المقاومة للتحلل في البيئة بوصفها مسألةً سياساتيةً ناشئة، مع التسليم بأن المستحضرات الصيدلانية لها فوائد كبيرة لصحة الإنسان ورعاية الحيوان[٣٦]. واستناداً إلى المعلومات المقدمة فإن عملية الإنتاج الحالية التي تبدأ باستخدام يوديد البيرفلوروكتيل تعتبر الطريقة الوحيدة المعقولة لإنتاج بروميد البيرفلوروكتيل. وإضافة إلى ذلك، فإذا وُجد بديل لبروميد البيرفلوروكتيل، فإن عملية التطوير المفضية إلى إدماجه في المنتجات الصيدلانية ستستغرق في الظروف العادية عشر سنوات من أجل إكمال المراحل الثلاث للتجارب على البشر وعملية الاستعراض التنظيمي.

٢٢٨ - وسيغني التصوير الرقمي عن الحاجة إلى استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك في التصوير الضوئي وتحدث عملية الانتقال بسرعة. وقد انخفض استخدام الحمض في التصوير الضوئي بنسبة تزيد عن ٩٥ في المائة في جميع أنحاء العالم منذ عام ٢٠٠٠ (I&P Europe). ومن المتوقع حدوث المزيد من الانخفاض في استخدام هذه المواد مع تواصل عملية الانتقال نحو التصوير الرقمي. واستناداً إلى تحليل البدائل فإن هناك عدداً صغيراً من الاستخدامات ذات الصلة لا يزال قائماً في قطاع التصوير الضوئي. وينص تقييد الاتحاد الأوروبي على منح إعفاء للطلاءات الفوتوغرافية المستخدمة على الأفلام أو الورق أو ألواح الطباعة بدون قيد زمني. وانتهي الأجل النهائي للإعفاءات المحددة لهذا الاستخدام في النرويج وكندا في عام ٢٠١٦. بيد أنه نهج إدارة المخاطر النرويجي لا ينطبق إلا على المنتجات الاستهلاكية، وفي كندا لا يخضع استيراد طلاءات وسائط التصوير المستخدمة على الأفلام أو الورق أو ألواح الطباعة المحتوية على الحمض أو أملاحه أو المركبات المرتبطة به واستخدام هذه الطلاءات وبيعها عرضها للبيع، لأي قيود. وينبغي النظر في منح إعفاء محدد زمنياً بموجب اتفاقية استكهولم للطلاءات الفوتوغرافية المستخدمة على الأفلام. وقد قدم ممثلو الصناعة خلال الاجتماع الثالث عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة معلومات تفيد بأنه لم تعد هنالك حاجة إلى إعفاء محدد زمنياً للورق والطباعة. وأشير أيضاً إلى نقص هذه المعلومات بالنسبة للبلدان النامية.

٢٢٩ - وطلبت شركة توفِّر الطلاءات لمصنعي الهواتف الذكية، أثناء مشاورات الاتحاد الأوروبي العامة، منح إعفاء مدته ٣ سنوات للطلاءات النانوية البلازمية النبضية من أجل الانتقال إلى مادة كيميائية بديلة سداسية الكربون. وفي الاتحاد الأوروبي يمنح إعفاء محدد زمنياً للطلاء النانوي البلازمي (حتى ٤ تموز/يوليه ٢٠٢٣). ولا تطبق النرويج وكندا إعفاءات محددة بشأن الطلاءات النانوية. وفي كندا لا يوجد تقييد على استيراد الطلاءات المستخدمة على الهواتف الذكية (أو المعدات الإلكترونية) المحتوية على الحمض أو أملاحه أو المركبات المرتبطة به واستخدامها وبيعها وعرضها للبيع. وقد طلبت شركة واحدة فقط إعفاءً لفترة قصيرة.

٢٣٠ - ويثير استخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك في رغاوى مكافحة الحرائق شواغل لأنه يحدث إطلاقات تشتتية مباشرة إلى البيئة. وتتوافر بدائل لجميع استخدامات الحمض في رغاوى مكافحة الحرائق وهي تشمل المحاليل الخالية من الفلور والمواد الفلورية الخافضة للتوتر السطحي السداسية الكربون. ويمنح تقييد الاتحاد الأوروبي إعفاءً محدوداً بغية توفير إعفاء للرغاوى المعروضة في السوق بالفعل. إضافةً إلى ذلك تقدم كندا إعفاءات للرغاوى المائية التي تشكل طبقة رقيقة المحتوية على الحمض والمستخدمة في تطبيقات مكافحة الحرائق. أما نهج إدارة المخاطر في النرويج فلا ينطبق، لأنه يغطي المنتجات الاستهلاكية أما الرغاوى المائية فهي للاستخدام المهني فقط. وتغطي الملاحظة '٢' إعفاءً محدد المدة للرغاوى التي تم بالفعل تجهيزها أو طرحها في السوق (كما هو الحال فيما يخص حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني في لائحة الاتحاد الأوروبي التنظيمية بشأن الملوثات العضوية الثابتة)، ويمكن

(٣٦) http://old.saicm.org/index.php?option=com_content&view=article&id=566&Itemid=775.

الاستمرار في استخدام هذا الإعفاء وفقا لذلك البند. وينبغي تجنب استخدام الرغاوى الموجودة والاستعاضة عنها ببدائل مستدامة خلال إطار زمني قصير، للحيلولة دون تفاقم التلوث. ويجب عدم استخدام الرغاوى المحتوية على المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية، بما في ذلك بدائلها المفلورة. وتوجد بدائل مناسبة لأغراض التدريب.

٢٣١ - وتمنح النرويج إعفاءً للأجهزة الطبية (غير محدد زمنياً). وينص تقييد الاتحاد الأوروبي على منح إعفاء محدد زمنيا (حتى ٧ تموز/يوليه ٢٠٣٢) للأجهزة الطبية بخلاف بعض الأجهزة المصممة للاستزراع داخل الجسم ضمن نطاق التوجيه 93/42/EEC. ومُنح إعفاء غير محدد المدة لإنتاج الأجهزة الطبية المصممة للاستزراع داخل الجسم. ولا يخضع استيراد الأجهزة الطبية التي تحتوي على حمض البنتاديكافلوروكتانويك أو أملاحه أو المركبات المرتبطة به واستخدامها وبيعها وعرضها للبيع لأي قيود في كندا. ووفقاً للمعلومات التي قدمتها الشبكة الدولية للتخلص من الملوثات العضوية الثابتة فإنه يمكن النظر في منح إعفاءات محتملة لهذه الاستخدامات بيد أنه يتعين النظر في إجراء مشاورات مع الموظفين المهنيين الصحيين الذين يستخدمون هذه الأجهزة. ولذلك فإنه يتعين النظر في منح إعفاء (محدد أو غير محدد زمنياً) لـ: (١) استخدام الأجهزة الطبية؛ و(٢) إنتاج الأجهزة الطبية المصممة للاستزراع داخل الجسم في إطار اتفاقية استكهولم.

٢٣٢ - وتشير المعلومات عن بدائل معالجة الورق والكرتون المستخدم في تغليف الأغذية إلى أن هناك بدائل مناسبة متاحة. وفي نهج إدارة المخاطر النرويجي يوجد إعفاء لمواد تغليف الأغذية والمواد الملامسة للمواد الغذائية. ولا يخضع استيراد مواد تغليف الأغذية التي تحتوي على حمض البنتاديكافلوروكتانويك أو أملاحه أو المركبات المرتبطة به واستخدامها وبيعها وعرضها للبيع لأي قيود في كندا. ولا يمنح تقييد الاتحاد الأوروبي إعفاءات لمواد تغليف الأغذية. وبما أن هناك بدائل مناسبة متاحة فإن منح إعفاء بمقتضى اتفاقية استكهولم لا يعتبر ضرورياً.

٢٣٣ - ووفقاً للمعلومات من صناعة السيارات الكندية فإن قطع غيار خدمة السيارات وقطع الغيار البديلة قد لا تزال تحتوي على الحمض. هذه القطع ضرورية لضمان توفير المعدات وقطع الغيار الأصلية من أجل تلبية الطلب من جانب العملاء. بناءً على ذلك تقترح هذه الصناعة منح إعفاءات محددة لقطع غيار خدمة السيارات وقطع الغيار البديلة. وتشكل هذه القطع نسبةً ضئيلةً من استخدام الحمض، وهي نسبة ستنخفض بشكل طبيعي بمرور الوقت مع تبدل أسطول المركبات. وفي كندا لا تؤثر تدابير إدارة المخاطر المتعلقة بالحمض على استخدام قطع غيار خدمة السيارات وقطع الغيار البديلة نظراً لأن جميع الأصناف المصنعة المحتوية على الحمض موجهة حالياً لهذا القطاع (انظر CVMA 2017). ولا تمنح إعفاءات ذات صلة في الاتحاد الأوروبي. وفي النرويج لا يسري الحظر على قطع الغيار اللازمة للمنتجات الاستهلاكية التي عرضت للبيع قبل ١ حزيران/يونيه ٢٠١٤. ويمكن النظر في منح إعفاء لقطع غيار خدمة السيارات وقطع الغيار البديلة بموجب اتفاقية استكهولم؛ بيد أنه سيتعين تحديد مواصفات قطع غيار خدمة السيارات وقطع الغيار البديلة وتقديم مبررات سليمة لمنح الإعفاء على الرغم من أن نُهج إدارة المخاطر القائمة لا تعتبر مثل هذا الإعفاء ضرورياً.

٢٣٤ - ونظراً للشواغل المتزايدة بشأن المخاطر ذات الصلة بالبدائل المفلورة القصيرة السلسلة (انظر الفقرات ١٧٩-١٨١) فإنه لا يزال من غير الواضح ما إذا كان استبدال الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به بمواد مفلورة قصيرة السلسلة سيخلف آثارا ضارة قد تضاهي آثار المواد التي جرى استبدالها. وبالتالي فإنه لا يزال من غير الواضح ما إذا كان استبدال حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به بمواد فلورية قصيرة السلسلة لن يكون استبدالاً يمكن وصفه بأنه مؤسف. وقد حذر العلماء من الاستعاضة ببدائل مفلورة أخرى بغية تجنب الأضرار الطويلة الأجل على صحة الإنسان والبيئة (توجيهات بشأن بدائل الملوثات العضوية الثابتة، Blum et al., 2015).

موجز المعلومات المتعلقة بالآثار على المجتمع

٢٣٥ - سيؤثر تقييد أو حظر الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به بشكل إيجابي على صحة الإنسان والبيئة بما في ذلك الكائنات الحية من خلال خفض الانبعاثات، ومن ثم خفض مستوى تعرض البشر والبيئة. وعلاوةً على ذلك فإن التقييد أو الحظر من شأنه أن يتيح منافع للزراعة من خلال خفض الانبعاثات، ومن ثم خفض الآثار السلبية على المحاصيل الزراعية.

٢٣٦ - وعند تقييم الآثار على صحة الإنسان والبيئة الناتجة عن تقييد الحمض والمركبات المرتبطة به فإن من الأهمية بمكان مراعاة الشواغل المحددة بشأن الحمض بوصفه ملوثاً عضوياً ثابتاً. ومن غير الممكن تحديد نطاق وحجم مخاطر الحمض والمركبات المرتبطة به كميا، غير أن من الضروري اتخاذ إجراء عالمي. ولذلك فإن إدارة مخاطر هذه المواد تعتمد على البيانات العلمية والإجراءات الاحترازية لتفادي المزيد من الآثار الحادة والدائمة المحتملة الناجمة عن الانبعاثات المستمرة.

٢٣٧ - واستناداً إلى تحليل خصائص البدائل فإن من المتوقع أن تنطوي بعض البدائل المتاحة على مخاطر صحية أقل مقارنةً بالحمض والمركبات المرتبطة به. ومن المتوقع أن تنتج عن تقييد الاتحاد الأوروبي فوائد صافية للمجتمع من حيث الآثار على صحة الإنسان. وعلى الرغم من عدم إجراء تحليل كمي للفوائد في إطار العملية التنظيمية الكندية لإدارة المخاطر فإن من المتوقع حدوث تحسن في نوعية البيئة بعد فرض رقابة على هذه المواد. وتُعد نُهج إدارة المخاطر في الاتحاد الأوروبي وكندا من النهج التي تنطوي على تأثيرات معتدلة من حيث التكلفة نظراً لأن السوق يعمل بالفعل على استبدال الحمض والمواد المرتبطة به، ولأن نهج إدارة المخاطر هذه تتيح إعفاءات محددة زمنيا مع استمرار السماح بتطبيقات معينة عندما يكون تطوير البدائل قيد التنفيذ أو عندما لا توجد أي بدائل معروفة في الوقت الراهن. ويمكن توقع نفس الشيء فيما يخص نهج إدارة المخاطر النرويجي. ولذلك فإن من المتوقع أن يسفر فرض تقييد أو حظر عالمي بموجب اتفاقية استكهولم عن فوائد صافية للمجتمع من حيث الآثار على صحة الإنسان.

٢٣٨ - وقد نفذت العديد من البلدان بالفعل بدائل تنافسية الكلفة للحمض لا تظهر خصائص الملوثات العضوية الثابتة. ويدل هذا على الجدوى الاقتصادية والتقنية للبدائل. وتشمل الجوانب الاقتصادية للبدائل التي تحل محل الحمض الوفورات (التي لا يمكن تحديدها كمياً) التي تتحقق على صعيد التكاليف الصحية والبيئية والتي تنجم عن انخفاض التعرض.

٢٣٩ - إن تقييد أو حظر الحمض وأملاحه والمركبات المرتبطة به من شأنه أن يقلل التكاليف من خلال خفض تلويث المياه السطحية والمياه الجوفية والتربة، ومن ثم خفض تكاليف تحديد المواقع الملوثة ومعالجتها. وتتعلق تكاليف الاستصلاح بصورة رئيسية بمعالجة الأرض/ماء الشرب وحفر التربة الملوثة والتخلص منها. وتشير البيانات المتاحة إلى أن هناك قدرا كبيرا من التكاليف المتصلة بمعالجة المواد البيرفلوروألكيلية والبوليفلوروألكيلية بما فيها الحمض والمركبات المرتبطة به.

٢٤٠ - ويحدد المقرر ل ا ث-٢/٦ بشأن حمض السلفونيك البيرفلوروكتاني سلسلةً من تدابير خفض المخاطر في إطار المدى القصير والمتوسط والطويل. وتؤكد لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة من جديد على حاجة اتفاقية استكهولم إلى استخدام أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية فيما يخص تكنولوجيات تدمير النفايات. وفي الحالات التي تكون فيها تكنولوجيات التدمير غير متاحة فإنه ينبغي كفالة التخزين المأمون.

٣-٣ التدابير المقترحة لإدارة المخاطر

٢٤١ - توصي اللجنة بمنح إعفاءات محددة زمنياً لاستخدامات حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به، في المجالات التي قُدمت عنها معلومات كافية على النحو المبين في الفرع المتضمن للبيان الختامي.

٤ - البيان الختامي

٢٤٢ - تقرر اللجنة، وفقاً للفقرة ٩ من المادة ٨ من الاتفاقية، أن توصي مؤتمر الأطراف بالنظر في إدراج حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به، في المرفق ألف أو باء للاتفاقية، مع منح إعفاءات محددة للأغراض التالية:

(أ) لمدة خمس سنوات اعتباراً من دخول التعديل حيز النفاذ، وفقاً للمادة ٤:

'١' صناعة أشباه الموصلات أو الأجهزة الإلكترونية ذات الصلة:

أ- الهياكل الأساسية المتصلة بالمعدات أو مصانع الإنتاج التي تتضمن البوليمرات الفلورية و/أو الإلاستومرات الفلورية المحتوية على بقايا حمض البنتاديكافلوروكتانويك؛

ب- الهياكل الأساسية المتعلقة بالمعدات العتيقة أو مصانع الإنتاج العتيقة وصيانتها؛

ج- عمليات الطباعة أو النقش بصفائح مُعدة فوتوغرافياً؛

'٢' الطلاءات الفوتوغرافية المستخدمة على الأفلام؛

'٣' المنسوجات الطاردة للماء أو الزيت المخصصة للحماية من السوائل الخطرة التي تُستخدم لحماية العمال من المخاطر التي تهدد صحتهم أو سلامتهم؛

(ب) لمدة عشر سنوات اعتباراً من تاريخ بدء نفاذ التعديل، لصناعة أشباه الموصلات أو الأجهزة الإلكترونية ذات الصلة: تجديد القطع التي تتضمن البوليمرات الفلورية أو الإلاستومرات الفلورية المحتوية على بقايا حمض البنتاديكافلوروكتانويك، لأغراض المعدات العتيقة أو قطع التجديد العتيقة؛

(ج) استخدام يوديد البيرفلوروكتان لإنتاج بروميد البيرفلوروكتان بغرض إنتاج المستحضرات الصيدلانية، مع استعراض مدى استمرار الحاجة إلى الإعفاءات. وينبغي أن تنتهي مدة الإعفاء المحدد في موعد لا يتجاوز عام ٢٠٣٦.

٢٤٣ - وتدعى الأطراف والجهات المراقبة، بما في ذلك الصناعات المعنية، إلى تقديم معلومات من شأنها أن تساعد اللجنة على التعيين المحتمل للإعفاءات المحددة لإنتاج واستخدام حمض البنتاديكافلوروكتانويك وأملاحه والمركبات المرتبطة به، لاسيما في التطبيقات التالية:

(أ) الأغشية المخصصة للاستخدام في المنسوجات الطبية وتنقية المياه وعمليات الإنتاج ومعالجة النفايات السائلة: معلومات عن نطاق التطبيقات والكميات المستخدمة وتوافر البدائل والجوانب الاجتماعية-الاقتصادية؛

(ب) المواد الوسيطة المعزولة المنقولة للسماح بإعادة معالجتها في موقع آخر بخلاف موقع الإنتاج: معلومات عن الكميات المستخدمة ومدى النقل ومخاطره والاستخدام؛

(ج) الأجهزة الطبية: معلومات عن التطبيقات/الاستخدامات المحددة والمواعيد الزمنية المتوقعة للإعفاءات المحتملة ذات الصلة؛

(د) الأجهزة الطبية القابلة للزرع: معلومات عن الكميات المستخدمة ومدى النقل ومخاطره والاستخدام؛

(هـ) قطاع التصوير الفوتوغرافي: معلومات عن الورق والطباعة ومعلومات مفيدة للبلدان النامية؛

(و) صناعة السيارات: معلومات عن قطع الغيار؛

(ز) رغاوى مكافحة الحرائق: معلومات عن التركيب الكيميائي للخلائط والكميات المجهزة مسبقاً من خلائط رغاوى مكافحة الحرائق؛

وبالنسبة للتطبيقات المذكورة أعلاه، يُرحب بتقديم المعلومات عن الجوانب الاقتصادية، وسائر المعلومات الأخرى ذات الصلة.

٢٤٤ - وفضلاً عن ذلك، تُدعى الأطراف والجهات المراقبة إلى تقديم معلومات تساعد اللجنة على مواصلة تقييم حمض البنتاديكافلوروكتانويك (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية ١-٦٧-٣٣٥، حمض البيرفلوروكتانويك) وأملاحه والمركبات المرتبطة به، من حيث تكوينه وإطلاقه العرَضيين، لاسيما نتيجة الإنتاج الأولي للألومينيوم، ونتيجة الحرق غير الكامل.

المراجع

Please note: Information request submission and comments related to the risk management evaluation are available at the Stockholm Convention website at http://chm.pops.int/tabid/5339/Default.aspx.

[Ackermann and Massey, 2006] The Economics of Phasing Out PVC.Global Development and Environment Institute (GDAE) Tufts University. Available from: http://www.ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Economics_of_PVC_revised.pdf

[Air Services Australia, 2016] Gold Coast Airport Preliminary Site Investigation.GHD. Available at: http://www.airservicesaustralia.com/wp-content/uploads/251713_Final_PSI-Report.pdf

[AMR, 2015] Archroma Media Release. 25 February 2015. Available from: http://www.archroma.com/wp-content/uploads/2015/02/ARCHPR034EN0215-Cartaguard-KST.pdf.

[ATSDR, 2015] Draft toxicological profile for perfluoroalkyls. August 2015. Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf.

[AU Health Dep, 2017] Australian Government, Department of Health. Fact sheet: Health Based Guidance Values for PFAS for use in site investigations in Australia. 2017. Available from: http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/$File/
fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf

[Australia, 2016] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/
tabid/5453/Default.aspx.

[Austria, 2016a] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/
tabid/5453/Default.aspx.

[Australia Gov. 2017] Australian Government, Department of Health.2017. Health Based Guidance Values for PFAS; For use in site investigations in Australia. Available from: http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/2200FE086D480353CA2580C900817CDC/$File/
fs-Health-Based-Guidance-Values.pdf

[Beilstein, 2005] Handbook of Organic Chemistry (online). Request January 12.

[Bizkarguenaga et al. 2016] Bizkarguenaga E, Zabaleta I, Prieto A, Fernandez LA, Zuloaga O (2016) Uptake of 8:2 perfluoroalkyl phosphate diester and its degradation products by carrot and lettuce from compost-amended soil, Chemosphere 152:309-317

[Blaine et al., 2013] Blaine AC, Rich CD, Hundal LS, Lau C, Mills MA, Harris KM, Higgins CP (2013) Uptake of perfluoroalkyl acids into edible crops via land applied biosolids: field and greenhouse studies, Environ SciTechnol 47:14062-14069

[Blaine et al., 2014] Perfluoroalkyl Acid Uptake in Lettuce (Lactucasativa) and Strawberry (Fragariaananassa) Irrigated with Reclaimed Water. Environ SciTechnol 48: 14361−14368

[Blum et al., 2015] The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Environ Health Perspect 123(5): 107-11.

[Bohlin-Nizzetto et al., 2015] PFASs in house dust. NILU. Available from: http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M430/M430.pdf.

[Buck et al., 2011] Buck RC, Franklin J, Berger U, Conder JM, Cousins IT, de Voogt P, Jensen AA, Kannan K, Mabury SA, van Leeuwen SPJ (2011) Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins, Integr Environ Assess Manag 7:513-514

[Britto et al., 2016].Use of alternatives to PFOS, its salts and PFOSF for the control of leaf-cutting ants Atta and Acromyrmex.International Journal of Research in Environmental Studies (2016).3(2).

[Canada, 2012a] Government of Canada.Proposed risk management approach for Perfluorooctanoic Acid (PFOA), its Salts, and its Precursors and Long-Chain (C_9-C_{20}) Perfluorocarboxylic Acids (PFCAs), their Salts, and their Precursors. Available from: http://www.ec.gc.ca/ese-ees/
451C95ED-6236-430C-BE5A-22F91B36773F/PFOA%20%26%20PFCAs_RMA_EN.pdf.

[Canada 2015]Government of Canada.Long-Chain (C_9-C_{20}) Perfluorocarboxylic Acids (LC-PFCAs), their Salts, and their Precursors and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) Its Salts, and Its Precursors - Response to Comments on Consultation Document. Available from: http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/default.asp?lang=En&n=E68CF568-1

[Canada 2016a] Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Canada 2016c] Government of Canada.Canada Gazette, Part II.Vol. 150, No. 20. Regulations Amending the Prohibition of Certain Toxic Substances Regulations, 2012More recent versions available from: http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2016/2016-10-05/html/sor-dors252-eng.php.

[Chemical Watch, 2017] Norway proposes adding second PFC to UN POPs Convention. Available at: https://chemicalwatch.com/56634/norway-proposes-adding-second-pfc-to-un-pops-convention

[Chropenova et al., 2016] Chropenova M, Karaskova P, Kallenborn R, Greguskova EK, Cupr P (2016) Pine Needles for the Screening of Perfluorinated Alkylated Substances (PFASs) along Ski Tracks, Environ SciTechnol 50:9487-9496

[Chemours, 2017] https://www.chemours.com/Teflon_Fabric_Protector/en_US/products/teflon_ecoelite.html (Online access: 2 March 2017).

[Conder et al., 2008] Are PFCAs bioaccumulative? A critical review and comparison with regulatory criteria and persistent lipophilic compounds. Environ SciTechnol 42: 995-1003.

[CRCCARE 2017] CRC for Contamination Assessment and Remediation of the Environment.Technical Report no. 38e.Assessment, management and remediation guidance for perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA), Part 5 – management and remediation of PFOS and PFOA. March 2017. Available at http://www.crccare.com/files/dmfile/CRCCARETechReport38Part5_Assessmentmanagementandremediationforpfosandpfoa_ManagementandAssessment2.pdf

[D'eon et al., 2006] D'eon JC, Hurley MD, Wallington TJ, Mabury SA. 2006. Atmospheric chemistry of N-methyl perfluorobutanesulfonamidoethanol, $C_4F_9SO_2N(CH_3)CH_2CH_2OH$: kinetics and mechanism of reaction with OH. Environ Sci Technol. 40, 1862-1868.

[Danish EPA, 2014] Danish Environmental Protection Agency.Screeningsundersogelse af udvalgte PFAS-forbindelser som jord- og grundvandsforurening iforbindelse med punktkilder.Available from: http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/10/978-87-93178-96-0.pdf.

[Danish EPA, 2015b] Danish Environmental Protection Agency.Alternatives to perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in textiles. Available from: http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/05/978-87-93352-16-2.pdf.

[Davies, 2014] Davies, Alice. DURABLE WATER REPELLENCY - STUDY PHASE I. De Montfort University, Leicester, November 2014. Available at http://www.europeanoutdoorgroup.com/files/DWR-Study_Alice_Davies__digital_.pdf

[Decision POPRC-11/4] The Persistent Organic Pollutants Review Committee.Pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/ReportsandDecisions/tabid/3309/Default.aspx.

[Decision POPRC-12/3] The Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016) Short-chain chlorinated paraffins. Available from: http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=5171

[Defoort et al., 2012] RAPPORT: PFOS Tullingegrundvattentäkt- NulägesanalysSlutrapport. Uppdragsnr: 10158302.

[Denmark, 2016] Danish EPA. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/
tabid/5453/Default.aspx.

[Dow Corning, 2007] DAIKIN and Dow Corning introduce Unidyne TG-5521 for fabric repellency and softness. Available from: http://www.dowcorning.com/content/news/dowcorning_daikin.asp.

[Drivon et al., 1996] Synthesis of n-perfluorooctyl bromide. United States Patent 5,545,776. Available at: http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=5545776&OS=5545776&RS=5545776 JP3387099B2 or EP0673906

[DuPont, 2010] DuPontTMGenX processing aid for making fluoropolymer resin. Available from: https://www.chemours.com/Industrial_Bakery_Solutions/en_GB/assets/downloads/Chemours_GenX_Brochure_Final_07July2010.pdf

[ECHA, 2013a] Support Document for the identification of pentadecafluorooctanoic acid (PFOA) as a substance of very high concern because of its CMR and PBT properties. Adopted on 14 June 2013. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/8059e342-1092-410f-bd85-80118a5526f5.

[ECHA, 2013b] Support Document for identification of Ammonium pentadecafluorooctanoate (APFO) as a substance of very high concern because of its CMR and PBT properties. Adopted 14 June 2013. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/5e2c1e53-be98-4104-8b96-9cd88655a92a

[ECHA, 2014a] Annex XV Restriction Report. Proposal for a Restriction. Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 17 October 2014. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/e9cddee6-3164-473d-b590-8fcf9caa50e7.

[ECHA, 2014b] Registered substances. Available from: https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/registered-substances. Cited by Wang et al., 2015.

[ECHA, 2015a] Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 4 December 2015. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/61e81035-e0c5-44f5-94c5-2f53554255a8.

[ECHA, 2015b] Committee for Risk Assessment (RAC) – Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. 8 September 2015. Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/3d13de3a-de0d-49ae-bfbd-749aea884966.

[ECHA, 2015c] Committee for Risk Assessment (RAC) Committee for Socio-economic Analysis (SEAC) – Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), PFOA salts and PFOA-related substances. Compiled version prepared by the ECHA Secretariat of RAC's opinion (adopted 8 September 2015) and SEAC's opinion (adopted 4 December 2015). Available from: https://echa.europa.eu/documents/10162/2f0dfce0-3dcf-4398-8d6b-2e59c86446be.

[ECHA, 2015d] Decision on Substance Evaluation pursuant to Article 46(1) of Regulation (EC) No 1907/2006 for reaction mass of mixed (3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctyl)phosphates, ammonium salt, CAS No not available (EC No 700-161-3.

[ECHA, 2017a] Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter R.11: PBT/vPvB assessment. Version 3.0. Available at: https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r11_en.pdf

[ECHA, 2017b] MSC unanimously agrees that Bisphenol A is an endocrine disruptor. Available at: https://echa.europa.eu/sv/-/msc-unanimously-agrees-that-bisphenol-a-is-an-endocrine-disruptor

[Ellis et al., 2004] Degradation of fluorotelomer alcohols: a likely atmospheric source of perfluorinated carboxylic acids. Environ SciTechnol 38: 3316-21.

[European Commission, 2017] COMMISSION REGULATION (EU) 2017/1000 of 13 June 2017 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related substances, OJ L 150/14, 14.6.2017. Available at: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1000&from=EN

[EFSA, 2008] European Food Safety Authority. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. The EFSA Journal. 653: 1-131.

[EFSA, 2011a]European Food Safety Authority. EFSA Panel on food contact materials. Scientific opinion on the safety evaluation of the substance, perfluoro[(2-ethyloxy-ethoxy)acetic acid],

ammonium salt, CAS No: 908020-52-0, for use in food contact materials. EFSA J 9(6):2183. Available from: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2011.2183/abstract.

[EFSA, 2011b] European Food Safety Authority. EFSA panel on food contact materials. Scientific opinion on the safety evaluation of the substance , 3H-perfluoro-3-[(3-methoxy-propoxy)propanoic acid] ammoniumsalt, CAS No: 958445-44-8, for use in food contact materials. EFSA J. 9 (6), 1–11.

[EFSA, 2017] European Food Safety Authority.Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain.Minutes of meeting 10b of the Working Group on perfluoroalkylated substances in food. Available from: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/contamwgpfasfood.pdf

[Eggen et al., 2010] Municipal landfill leachates: A significant source for new and emerging pollutants. Sci Total Environ 408: 5147–57.

[Ellis et al, 2001] Thermolysis of fluoropolymers as a potential source of halogenated organic acids in the environment. Nature 412, 321–4.

[Ellis et al, 2003] The use of 19F NMR and mass spectrometry for the elucidation of novel fluorinated acids and atmospheric fluoroacid precursors evolved in the thermolysis of fluoropolymers. Analyst 128, 756–764. Doi: 10.1039/b212658c.

[Environment Canada Health Canada, 2008] Screening Assessment for the Challenge Octamethylcyclotetrasiloxane (D4) Chemical Abstracts Service Registry Number 556-67-2 Environment Canada Health Canada, November 2008, available at http://www.ec.gc.ca/ ese-ees/default.asp?lang=En&n=2481B508-1

[EP 2008] European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy (2008). Impact assessment on priority substances in water.

[Eschauzier et al., 2013] Perfluorinated alkylated acids in groundwater and drinking water: identification, origin and mobility. Sci Total Environ 458-460: 477-485.

[Euratex, 2016] European Apparel and Textile Confederation. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/ POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[European Commission, 2006] European Commission. 2006. Reference document on the best available techniques for waste incineration. Brussels. http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/

[EWG 2017] Mapping a Contamination Crisis - PFCs Pollute Tap Water for 15 Million People, Dozens of Industrial Sites. Bill Walker and Soren Rundquist; Environmental Working Group. Available at http://www.ewg.org/research/mapping-contamination-crisis#* (accessed on 29.6.2017)

[Exotextile News, 2015] DWR textile finish is renewably sourced. Available from: https://www.ecotextile.com/2015042921444/dyes-chemicals-news/dwr-textile-finish-is-renewably-sourced.html. (Online access: 07 March 2017)

[Feng et al. 2015] Characterization of the thermolysis products of Nafion membrane: a potential source of perfluorinated compounds in the environment. Sci Rep. 5, 9859. doi: 10.1038/srep09859

[FFFC, 2017] Fire Fighting Foam Coalition. Re: Additional information on firefighting foams in response to questions raised at the June 14 meeting on the PFHxA RMOA consultation. February 9, 2017.

[FFFC.Unknown] Best Practice Guidance for Use of Class B Firefighting Foams. Available from: http://www.fffc.org/images/bestpracticeguidance2.pdf

[FFFP, 2017] Technical information from the websites of several firefighting foam marketors, accessed on 16.5.2017:
http://www.solbergfoam.com/Technical-Documentation/Foam-Concentrate-Data-Sheets/ ReHealing-Foam/ICAO-Concentrates/RE-HEALING-RF6-F-2011007-3.aspx
http://www.zerofiresystems.nl/en/products-and-services/repression/ecopol-100-fluorine-free-foam.html
http://www.bio-ex.com/products/product/biofilm-fluorosynthetic-afff-foam-concentrate-effective-on-hydrocarbon-fires-9

[Filipovic et al., 2015] Historical usage of aqueous film forming foam: A case study of the widespread distribution of perfluoroalkyl acids from a military airport to groundwater, lakes, soils and fish. Chemosphere 129:39-45

[FluoroCouncil, 2014a] Assessment of POP Criteria for Specific Short-Chain Perfluorinated Alkyl Substances.January.

[FluoroCouncil, 2014b] Guidance for Best Environmental Practices (BEP) for the Global Apparel Industry – including focus on fluorinated repellent products. Available from: https://fluorocouncil.com/PDFs/Guidance-for-Best-Environmental-Practices-BEP-for-the-Global-Apparel-Industry.pdf

[FlouroCouncil, 2016a]FluoroCouncil. Annex F form. Submitted 8 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[FluoroCouncil, 2016b] Assessment of POP Criteria for Specific Short-Chain Perfluorinated Alkyl Substances. Companion Report to FluoroCouncil's January 2014.

[FOEN, 2017] Additional Information in Relation to the Risk Management Evaluation of PFOA, its Salts, and Related Compounds. Prepared by ETH Zurich on behalf of the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).
Available at
http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAComments/tabid/5950/Default.aspx

[FR 2010 01-27] Federal Register /Vol. 75, No. 17 /Wednesday, January 27, 2010 /Rules and Regulations. Environmental Protection Agency, 40 CFR Part 723, Premanufacture Notification Exemption for Polymers; Amendment of Polymer Exemption Rule to Exclude Certain Perfluorinated Polymers. Available at https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2010-01-27/pdf/2010-1477.pdf

[FR 2016 05-25] Federal Register / Vol. 81, No. 101 / Wednesday, May 25, 2016 / Notices. Environmental Protection Agency, Lifetime Health Advisories and Health Effects Support Documents for Perfluorooctanoic Acid and Perfluorooctane Sulfonate. Available at https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/2016-12361.pdf

[Furutaka et al., 1997] Process for preparing perfluoroalkyl bromides. United States Patent 5,688,379. Available at:
https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?FT=D&date=19971118&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=US&NR=5688379A&KC=A&ND=5#

[Garcia et al. 2007] García A. N, Viciano N, Font R. 2007. Products obtained in the fuel-rich combustion of PTFE at high temperature. J Anal Appl Pyrolysis 80, 85–91.

[German Environment Agency, 2017] „Mobile" Chemikalien - wenn Filter nichts mehr nützen. Pressemitteilung Nr. 18 vom 4. Mai 2017. Available at
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2743/dokumente/2017_05_04_mobile_chemikalien_-_wenn_filter_nichts_mehr_nuetzen_fuer_versand.pdf

[German Environment Agency, 2016] HBM I values for Perfluorooctanoic acid (PFOA) and Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in blood plasma. Statement of the German Human Biomonitoring Commission (HBM Commission).Announcement of the German Environment Agency (UBA). Available from:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm_i_values_for_pfoa_and_pfos.pdf

[German Environment Agency, 2016b] International workshop for authorities on the assessment of risks of short-chain per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs), Workshop Proceedings. December 2016

[German Environment Agency, 2013] Environmentally responsible use of fluorinated firefighting foams. May 2013. Available from
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/fluorinated_firefighting_foams_schaumloeschmittel_engl._version_25.6.2013.pdf

[Gellrich et al., 2012] Behavior of perfluorinated compounds in soils during leaching experiments. Chemosphere 87: 1052-56.

[Gordon, 2011] Toxicological evaluation of ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoate, a new emulsifier to replace ammonium perfluorooctanoate in fluoropolymer manufacturing. RegulToxicolPharmacol 59(1): 64-80.

[HELCOM 2013] Palette of measures on cost-effective management options to reduce discharges, emissions, and losses of hazardous substances. Part of the 2013 HELCOM Ministerial Declaration endorsed by the 2013 HELCOM Ministerial Meeting in October 2013. Available at http://helcom.fi/Documents/Ministerial2013/Ministerial%20declaration/ Adopted_endorsed%20documents/Palette%20of%20cost-effective%20management%20options%20to%20reduce%20pollution%20by%20hazardous%20substances.pdf

[Hill et al., 2017] Substitution of PFAS chemistry in outdoor apparel and the impact on repellency performance. Chemosphere 181: 500-07.

[Hölzer J. et al., 2008] Biomonitoring of Perfluorinated Compounds in Children and Adults Exposed to Perfluorooctanoate-Contaminated Drinking Water. Environ Health Perspect 116(5):651-7. doi: 10.1289/ehp.11064.

[Hölzer J. et al., 2009] One-year follow-up of perfluorinated compounds in plasma of German residents from Arnsberg formerly exposed to PFOA-contaminated drinking water. Int J Hyg Environ Health. 212(5):499-504. doi: 10.1016/j.ijheh.2009.04.003.

[Holmquist et al., 2016] Properties, performance and associated hazards of state-of-the-art durable water repellent (DWR) chemistry for textile finishing, Environment International, Volume 91, 2016, Pages 251-264, ISSN 0160-4120. doi: 10.1016/j.envint.2016.02.035

[Houtz et al., 2016] Poly- and perfluoroalkyl substances in wastewater: Significance of unknown precursors, manufacturing shifts, and likely AFFF impacts, Water Res 95:142-149

[IPEN, 2016] International POPs Eliminiation Network. Annex F information. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[I&P Europe, 2016a] Imaging & Printing Association Europe. Annex F form. Submitted 24 November 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[I&P Europe 2016b] Imaging & Printing Association Europe.Cover letter.Submitted 24 November 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Ishibashi et al., 2007] Estrogenic effects of fluorotelomer alcohols for human estrogen receptor isoforms alpha and beta in vitro.Biol Pharm Bull 30: 1358-59.

[ISO 2009] International Organization for Standardization.ISO 25101:2009 Water quality -- Determination of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) -- Method for unfiltered samples using solid phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry. See: https://www.iso.org/standard/42742.html

[Iwai, 2011] Toxicokinetics of ammonium perfluorohexanoate. Drug ChemToxicol 34(4): 341-6.

[Japan, 2016] Global Environment Division, Ministry of Foreign Affairs. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Jiang et al., 2015] Perfluoroalkyl acids (PFAAs) with isomer analysis in the commercial PFOS and PFOA products in China. Chemosphere 127: 180-7.

[Johansson et al. 2017] Water-to-air transfer of branched and linear PFOA: Influence of pH, concentration and water type. Jana H. Johansson, Hong Yan, Urs Berger, Ian T. Cousins. Article in press.Emerging Contaminants xxx (2017) 1-8. http://dx.doi.org/10.1016/j.emcon.2017.03.001

[Kaiser et al., 2005] Vapor pressures of perfluorooctanoic, -nonanoic, -decanoic, -undecanoic, and-dodecanoic acids. J ChemEng Data 50: 1841-3.

[Kauck and Diesslin, 1951] Some properties of perfluorocarboxylic acids.IndEnfChem 43, 2332-4.

[KEMI, 2017] PFAS-nätverk. 2017. Available from http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/ verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas/pfas-natverk (in Swedish)

[Keutel and Koch, 2016] Untersuchung fluortensidfreier Löschmittel und geeigneter Löschverfahren zur Bekämpfung von Bränden häufig verwendeter polarer (d. h. schaumzerstörender) Flüssigkeiten. Brandschutzforschung der Bundesländer. Forschungsbericht 187 von Karola Keutel und Mario Koch. Available at https://idf.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MI/IDF/IBK/Dokumente/Forschung/Fo_Publikationen/imk_ber/bericht_187.pdf

[Kirk, 1995] Encyclopedia of Chemical Technology. 14 th ed. Volume 1: New York, NY. John Wiley and Sons.1991-Present., p. V11 551.

[Kissa, 2001] Fluorinated Surfactants and Repellents. Marcel Dekker. New York.

[Klein, 2012] Comments on the draft technical paper on the identification and assessment on alternatives to the use of perfluorooctane sulfonic (PFOS) acid in open applications.POPRC7 Follow-up.Published by the Stockholm Convention Secretariat.

[Klein 2013] Fire Fighting Foam – Disposal, Remediation and Lifetime Costs.By Roger A. Klein. Industrial Fire Journal, Winter 2013. Available at http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/1961/Foam:_the_cost__96_and_still_counting!.html

[Kleiner and Jho, 2009] Recent developments in 6:2 fluorotelomer surfactants and foam stabilizers.4th Reebok Foam Seminar. 6-7 July 2009. Bolton, UK..[Krippner et al., 2014] Krippner J, Brunn H, Falk S, Georgii S, Schubert S, Stahl T (2014) Effects of chain length and pH on the uptake and distribution of perfluoroalkyl substances in maize (Zea mays), Chemosphere 94:85-90

[Krippner et al., 2015] Accumulation Potentials of Perfluoroalkyl Carboxylic Acids (PFCAs) and Perfluoroalkyl Sulfonic Acids (PFSAs) in Maize (Zea mays). J Agric Food Chem 63: 3646−3653

[LaSalle, 2016] Defence per- and poly-fluoroalkyl Substances (PFAS) environmental Management Preliminary Sampling Program. Final Report September 2016. GHD, Available at http://www.defence.gov.au/ID/PFOSPFOA/_master/docs/PSPReports/PreliminarySamplingProgramReportMainReportLessAppendices.pdf

[Li, 2009] Toxicity of perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoic acid to plants and aquatic invertebrates. Environ Toxicol 24:95–101.

[Lide, 2003] CRC Handbook of Chemistry and Physics.CRC Press.

[Liu et al., 2010a] Aerobic biodegradation of [14C] 6:2 fluorotelomer alcohol in a flow-through soil incubation system. Chemosphere 80: 716-23.

[Liu et al., 2010b] 6-2 Fluorotelomer alcohol aerobic biodegradation in soil and mixed bacterial culture. Chemosphere 78: 437-44.

[Lindemann et al., 2012] Effects of per- and polyfluorinated compounds on adult rat testicular cells following in vitro exposure.ReprodToxicol 33: 531-7.

[Liu et al. 2017] Liu Z, Lu Y, Wang P, Wang T, Liu S, Johnson AC, Sweetman AJ, Baninla Y (2017) Pollution pathways and release estimation of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA) in central and eastern China Sci Total Environ. 2017 Feb 15;580:1247-1256. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.085.

[Loi et al., 2013] Detection of commercial fluorosurfactants in Hong Kong marine environment and human blood: a pilot study. Environ Sci Tech 47(9): 4677-85.

[Loos et al., 2007] Polar herbicides, pharmaceutical products, perfluorooctanesulfonate (PFOS), perfluorooctanoate (PFOA), and nonylphenol and its carboxylates and ethoxylates in surface and tap waters around Lake Maggiore in Northern Italy. Anal BioanalChem 387: 1469-78.

[Madrid Statement, 2015] The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Environmental Health Perspectives, Volume 123, Number 5, May 2015. Available at https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/123/5/ehp.1509934.alt.pdf

[Maras et al., 2006] Estrogen-like properties of fluorotelomer alcohols as revealed by mcf-7 breast cancer cell proliferation. Environ Health Perspect 114:100-105.

[Marchionni et al., 2010] Patent: method for manufacturing fluoropolymers in the presence of cyclic fluorosurfactants with low bioaccumulation/biopersistence. WO 2010003929.

[Martin et al., 2009] Bioactivation of fluorotelomer alcohols in isolated rat hepatocytes.Chem-Biol Interact 177: 196-203.

[Martin et al., 2006]Martin, J.W., Ellis, D.A., Mabury, S.A., Hurley, M.,Wallington, T., 2006. Atmospheric chemistry of perfluoroalkanesulfonamides: kinetic and product studies of the OH radical and Cl atom initiated oxidation of N-ethyl perfluorobutanesulfonamide. Environ.Sci. Technol. 40 (3), 864–872.

[Mitchell et al., 2011] Toxicity of fluorotelomer carboxylic acids to the algae Pseudokirchneriellasubcapitata and Chlorella vulgaris, and the amphipod Hyalellaazteca. Ecotoxicology and Environmental Safety 74: 2260-2267. [Naturvårderverket, 2016] Högfluoreradeämnen (PFAS) ochbekämpningsmedel.Rapport 6709. ISBN 978-91-620-6709-0.

[NFA, 2017] National Food Agency, 2017, Riskhantering - PFAS i dricksvatten och fisk. Available from: https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/PFAS-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/riskhantering-pfaa-i-dricksvatten/ (in Swedish)

[NICNAS 2017] Environment Tier II Assessment for Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and its Direct Precursors. Last update 14 February 2017. Available from https://www.nicnas.gov.au/chemical-information/imap-assessments/imap-assessments/tier-ii-environment-assessments/perfluorooctanoic-acid-and-its-direct-precursors#_ENREF_2 (accessed on 2.3.2017)

[Norway, 2016] Norwegian Environment Agency. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[NTP, 2016] NTP Monograph on immunotoxicity associated with exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) or perfluorooctane sulfonate (PFOS). National Toxicology Program.U.S. Department of Health and Human Services.https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/pfoa_pfos/pfoa_pfosmonograph_508.pdf

[NRL, 2016] Evaluating the Difference in Foam Degradation between Fluorinated and Fluorine-free Foams for Improved Pool Fire Suppression. Katherine Hinnant, RamagopalAnanth, Michael Conroy, Bradley Williams. Naval Research Laboratory. Presented at the 2016 ACS Symposium.[Oda et al., 2007] Negative results of umu genotoxicity test of fluorotelomer alcohols and perfluorinated alkyl acids. Environ Health Perspect 12:217-9.

[Obermeier and Stefaniak, 1997] Patent: Process for the recuperation of fluorinated carboxylic acids. Patent No. EP 0632009 B1.

[OECD 2010] OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Emission Scenario Documents No. 9,EMISSION SCENARIO DOCUMENT ON PHOTORESIST USE IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING(as revised in 2010). Available from http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2004)14/rev1&doclanguage=en

[OECD, 2013] OECD/UNEP Global PFC Group.Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCs).Environmental, Health and Safety, Environmental Directorate.OECD.

[OECD, 2015] Risk Reduction Approaches for PFASs – A Cross-Country Analysis. OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Risk Management.No. 29. Available from: http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/Risk_Reduction_Approaches%20for%20PFASS.pdf.

[OECD, 2017] Organisation for Economic Co-operation and Development.OECD portal on perfluorinated chemicals. Available from: https://www.oecd.org/ehs/pfc/#Definitions

[Oosterhuis et al, 2017] Frans Oosterhuis, Roy Brouwer, Martien Janssen, Julia Verhoeven, Cees Luttikhuizen. Towards a Proportionality Assessment of Risk Reduction Measures Aimed at Restricting the Use of Persistent and Bioaccumulative Substances. Integr Environ Assess Manag 2017:1–13, DOI: 10.1002/ieam.1949. Available at http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.1949/epdf

[OSPAR, 2006] Perfluorooctane Sulphonate PFOS. OSPAR Commission 2005 (2006 update).OSPAR Background Document on Perfluorooctane Sulphonate.Hazard substance series, 269/2006.

[P05, 2012] Durable Water and Soil repellent chemistry in the textile industry – a research report.P05 Water Repellency Project.Version 1.0. November 2012. Available at https://outdoorindustry.org/pdf/FINAL_ZDHC_P05_DWR%20Research_Nov2012.pdf

[Pieri et al., 2011] Patent: Method for manufacturing fluoropolymers by polymerization using fluorinated surfactants. WO 2011073337.

[Plumlee et al. 2009] Plumlee, M.H., McNeill, K., Reinhard, M., 2009. Indirect photolysis of perfluorochemicals: hydroxyl radical-initiated oxidation of N-ethyl perfluorooctane sulfonamido acetate (N-EtFOSAA) and other perfluoroalkanesulfonamides. Environ. Sci. Technol. 43 (10), 3662–3668.[Poulsen et al., 2005] Danish Ministry of Environment.More environmentally friendly alternatives to PFOS-compounds and PFOA. Available from: http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?http://www2.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-668-5/html/default_eng.htm.

[Prevedouros et al., 2006] Sources, Fate and Transport of Perfluorocarboxylates. Environ Sci Technol. 40(1) 32-44.

[Prokop et al., 1989] Analysis of the products from the electrochemical fluorination of octanoyl chloride. Journal of Fluorine Chemistry 43: 277-90.

[Pyua, 2017] http://www.pyua.de/index.php/news/climaloop. (Online access: 26 January 2017).

[Queensland Gov., 2016a] Environmental Management of Firefighting Foam Policy. 7 July 2016

[Queensland Gov., 2016b] Environmental Management of Firefighting Foam Policy. Explanatory Notes, Revision 2. State of Queensland. Revision 2.2 – July 2016. Available at http://www.ehp.qld.gov.au/assets/documents/regulation/firefighting-foam-policy-notes.pdf

[Renner, 2006] The long and the short of perfluorinated replacements. Environ SciTechnol 40(1): 12-3.

[Ritter, 2010] Fluorochemicals go short. ChemEng News 88(5): 12-7.

[RPA, 2004] Perfluorooctane Sulphonate - Risk reduction strategy and analysis of advantages and drawbacks. Risk & Policy Analysts Limited (RPA) in association with BRE Environment. Final Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency for England and Wales.

Russell, M.H., Berti, W.R., Szostek, B., Buck, R.C., 2008. Investigation of the biodegradation potential of a fluoroacrylate polymer product in aerobic soils. Environ SciTechnol 42, 800-807.

[Schlummer et al., 2015] Emission of perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCA) from heated surfaces made of polytetrafluoroethylene (PTFE) applied in food contact materials and consumer products. Chemosphere 129, 46-53.

[Serbia, 2016] Republic of Serbia. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[SIA, 2016] Semiconductor Industry Association. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Simon and Kaminsky, 1998] Simon CM, Kaminsky W. 1998. Chemical recycling of polytetrafluoroethylene by pyrolysis. Poly Degrad Stabil 62, 1–7.

[Skutlarek D. et al., 2006] Perfluorinated surfactants in surface and drinking waters. Environ SciPollut Res Int. 13(5):299-307.

[Spada and Kent, 2011] Patent: Process for manufacturing a dispersion of a vinylidene fluoride polymer. WO 2011073254.

[Stahl et al., 2009] Carryover of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perflurooctane sulfonate (PFOS) from soil to plants. Arch Environ ContamToxicol 57:289-98.

[State of New Jersey, 2017] Perfluorooctanoic Acid (PFOA) in Drinking Water. Devision of Water Supply and Geoscience.http://www.nj.gov/dep/watersupply/dwc_quality_pfoa.html

[StatensForureningstilsyn, 2004] Norwegian Pollution Control Authority.BrukenafPerFluorAlkylStoffer (PFAS) i produkter i Norge – Materialstromsanalyse. English title: Use of perfluoralkyl substances (PFAS) in products in Norway – Mass Flow analysis.

[Stockholm Convention, 2014] Publication.POPs in Articles and Phasing-Out Opportunities. Available from: http://poppub.bcrc.cn/col/1408693347502/index.html. (Online access: 07 March 2017).

[Sulzbach et al., 1999] Sulzbach RA, Kowatsch W, Steidl D. 1999. Patent: Recovery of highly fluorinated carboxylic acids from the gas phase. Patent No. US 5990330 A

[Sulzbach et al., 2001] Sulzbach RA, Grasberger R, Brandenburg RA. 2001. Patent: Recovery of highly fluorinated carboxylic acids from the gaseous phase. Patent No. US 6245923 B1

[Swedish Chemicals Agency, 2013] Brandskumsommöjligförorenareavdricksvattentäkter. PM 5/2013. Available from: https://www.kemi.se/global/pm/2013/pm-5-13.pdf.

[Swedish Chemicals Agency, 2015] Occurrence and use of highly fluorinated substances and alternatives. 2015.

[Swedish Chemicals Agency] PFAS-nätverk. Available from: http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas/pfas-natverk.

[Swedish Chemicals Agency, 2016a] Förslag till nationella regler för högfluorerade ämnen i brandsläckningsskum. KemI Rapport 1/16. ISSN 0284-1185.

[Swedish Chemicals Agency, 2016b] Strategy for reducing the use of highly fluorinated substances, PFASs.Report 11/16. ISSN 0284-1185.

[Swedish Chemicals Agency, 2016c] Rekommendationer för minskad användning av brandsläckningsskum. Available from: http://www.kemi.se/global/broschyrer/rekommendationer-for-brandskum.pdf

[Taylor 2009] Taylor PH. 2009. ECA incineration testing program: laboratory-scale incineration testing of fluoropolymers; University of Dayton Research Institute. Pp. 1–84.

[Taylor 2014]Investigation of waste incineration of fluorotelomer-based polymers as a potential source of PFOA in the environment.Chemosphere. 2014 Sep;110:17-22. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.02.037. Epub 2014 Apr 5.

[The Intercept, 2016] Available from: https://theintercept.com/2016/03/03/how-dupont-concealed-the-dangers-of-the-new-teflon-toxin/. (Online access: 2 March 2017).

[The Senate Foreign Affairs, Defence and Trade, 2016] Firefighting foam contamination Part B – Army Aviation Centre Oakey and other Commonwealth, state and territory sites. Available at: http://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/Senate/Foreign_Affairs_Defence_and_Trade/ADF_facilities/Report_part_B.

[TM, 2016] Confederation of the German Textile and Fashion Industry. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup/PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[UBA, 2016] HBM I values for Perfluorooctanoic acid (PFOA) and Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in blood plasma. Statement of the German Human Biomonitoring Commission (HBM Commission).Announcement of the German Environment Agency (UBA). Available at: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/355/dokumente/hbm_i_values_for_pfoa_and_pfos.pdf

[UNEP, 2017] Guidance on best available techniques and best environmental practices for the use of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Available from: http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortheuseofPFOS/tabid/3170/Default.aspx.

[UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2009). Addendum- General guidance on considerations related to alternatives and substitutes for listed persistent organic pollutants and candidate chemicals. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC5/POPRC5ReportandDecisions/tabid/719/Default.aspx.

[UNEP/POPS/POPRC.11/5] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2015). Proposal to list pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Available from: http://chm.pops.int/poprc11.

[UNEP/POPS/POPRC.12/11] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016).Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its twelfth meeting. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Addendum- Risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and
PFOA-related compounds. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.3] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016) Addendum- Risk management evaluation on short-chain chlorinated paraffins. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016).Consolidated guidance on alternatives to perfluorooctane sulfonic acid and its related chemicals. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.12/INF/5] Persistent Organic Pollutants Review Committee (2016). Additional information related to the draft risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds. Available from: http://chm.pops.int/poprc12.

[UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6] PFOA, its salts and PFOA-related compounds, Background document to therisk management evaluation, 2017. Available from: http://chm.pops.int/poprc13.

[UNEP/POPS/POPRC.13/INF/6/Add.1] PFOA, its salts and PFOA-related compounds, Background document to the risk management evaluation, Non-exhaustive list of substances covered or not covered by the risk management evaluation, 2017. Available from: http://chm.pops.int/poprc13.

[USEPA, 2012] US Environmental Protection Agency.New Chemical Review of Alternatives for PFOA and Related Chemicals. 2012. Available from: http://www.epa.gov/oppt/pfoa/pubs/altnewchems.html.

[USEPA, 2015] United States Environmental Protection Agency, PFOA Stewardship Program. Available from: http://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/ 20102015-pfoa-stewardship-program.

[USEPA 2016] United States Environmental Protection Agency. Fact Sheet PFOA & PFOS Drinking Water Health Advisories. 2016. Available from: https://www.epa.gov/sites/production/files/ 2016-06/documents/drinkingwaterhealthadvisories_pfoa_pfos_updated_5.31.16.pdf

[van der Putte et al., 2010] Analysis of the risk arisng from the industrial use of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Ammonium Perfluorooctanoate (AFPO) and from their use in consumer articles. Evaluation of the risk reduction measures for potential restrictions on the manufacture, placing on the market and use of PFOA and APFO. European Commission.DG Enterprise and Industry. Report TOX08.7049.FR03.

[Vanparys et al., 2006] Flow cytometric cell cycle analysis allows for rapid screening of estrogenicity in MCF-7 breast cancer cells. Toxicol.in vitro 20: 1238-48.

[Vermont Department of Health, 2017] PFOA in Drinking Water 2016. In: Public Health Response; Environmental Contaminations. http://www.healthvermont.gov/response/environmental/pfoa-drinking-water-2016

[Vierke et al., 2013] Estimation of the acid dissociation constant of perfluoroalkyl carboxylic acids through an experimental investigation of their water-to-air transport. Environ SciTechnol 47: 11032-9.

[VTB SWT, 2016] VTB- Bavarian Textile and apparel association in cooperation with SWT- South-western textile association. Annex F form. Submitted 9 December 2016. Available from: http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC12/POPRC12Followup /PFOAInfo/tabid/5453/Default.aspx.

[Wang et al., 2013] Fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs), perfluoroalkane sulfonic acids (PFSAs) and their potential precursors. Environ Int 60: 242-8.

[Wang et al., 2014a] Global Emission Inventories for C4-C14 Perfluoroalkyl Carboxylic Acid (PFCA) Homologues from 1951 to 2030, Part I: Production and Emission from Quantifiable Sources. Environ Int 70: 62-75.

[Wang et al., 2014b] Global emission inventories for C4-C14 Perfluoroalkyl Carboxylic Acid (PFCA) Homologues from 1951 to 2013, Part II: The remaining pieces of the puzzle. Environ Int 69: 166-76.

[Wang et al., 2015] Hazard assessment of fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl acids (PFAAs) and their precursors: Status quo, ongoing challenges and possible solutions. Environ Int 75: 172-79.

[Wang et al., 2017] A Never-Ending Story of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)? Environ. Sci. Technol. 2017, 51, 2508−2518

[Washburn et al., 2005] Exposure assessment and risk characterization for perfluorooctanoate in selected consumer articles. Environ SciTechnol 39: 3904-10.

[Wilhelm M. et al, 2009] Preliminary observations on perfluorinated compounds in plasma samples (1977–2004) of young German adults from an area with perfluorooctanoate-contaminated drinking water.Int J Hyg Environ Health. 212(2):142-5. doi: 10.1016/j.ijheh.2008.04.008

[Wilhelm M. et al., 2010] Occurrence of perfluorinated compounds (PFCs) in drinking water of North Rhine-Westphalia, Germany and new approach to assess drinking water contamination by shorter-chained C_4–C_7 PFCs.Int J Hyg Environ Health. 213(3):224-32.

[Williams et al., 2011] Extinguishment and Burnback Tests of Fluorinated and Fluorine-free

Firefighting Foams with and without Film Formation. In Suppression, Detection and Signalling

Research and Applications- A Technical Working Conference, Orlando, Florida USA, 2011, pp. 1-

15 available at http://www.nfpa.org/news-and-research/fire-statistics-and-reports/research-reports/proceedings/2011-proceedings/supdet-2011.

[Wilson, 2016] Can F3 agents take the fire security heat?. Mike Wilson. International Airport Review 20(6).

[WSP, 2014] WSP Canada Inc. Effectiveness of Conventional and Advanced In Situ Leachate Treatment. Report prepared for Environment Canada (Call for Tender K2AA0-13-9013).

[Xu et al., 2011] A novel fluorocarbon surfactant: synthesis and application in emulsion polymerization of perfluoroalkyl methacrylates. Paint Coat Ind 41: 17-21.

[Xu et al., 2013] Determination of PFOS and PFOA in food matrix of animal origin using UHPLC hyphenated triple quadrupole tandem mass spectrometry. Application Note. Agilent Technologies. Availablefrom: https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-1948EN.pdf.

[Yamada et al., 2005] Yamada T, Taylor PH, Buck RC, Kaiser MA, Giraud RJ. 2005. Thermal degradation of fluorotelomer treated articles and related materials. Chemosphere 61, 974–84.

[Yu et al., 2008] Yu K, Song X, Cui L, Han S. 2008. Patent: 分散法聚四氟乙烯树脂生产中全氟辛酸铵的回收处理方法。[Method for recovering and treating perfluoro ammonium caprylate for PTFE resin production by dispersion method.] Patent No. CN 100376537 C. [in Chinese]

[Zhao et al., 2012] Distribution and long-range transport of polyfluoroalkyl substances in the Arctic,Atlantic Ocean and Antarctic coast. Environmental Pollution 170 (2012) 71-77.

[Zhao et al., 2013a] 6:2 fluorotelomer alcohol biotransformation in an aerobic river sediment system. Chemosphere 90: 203-9.

[Zhao et al., 2013b] 6:2 Fluorotelomer alcohol aerobic biotransformation in activated sludge from two domestic wastewater treatment plants. Chemosphere 92: 646-70.