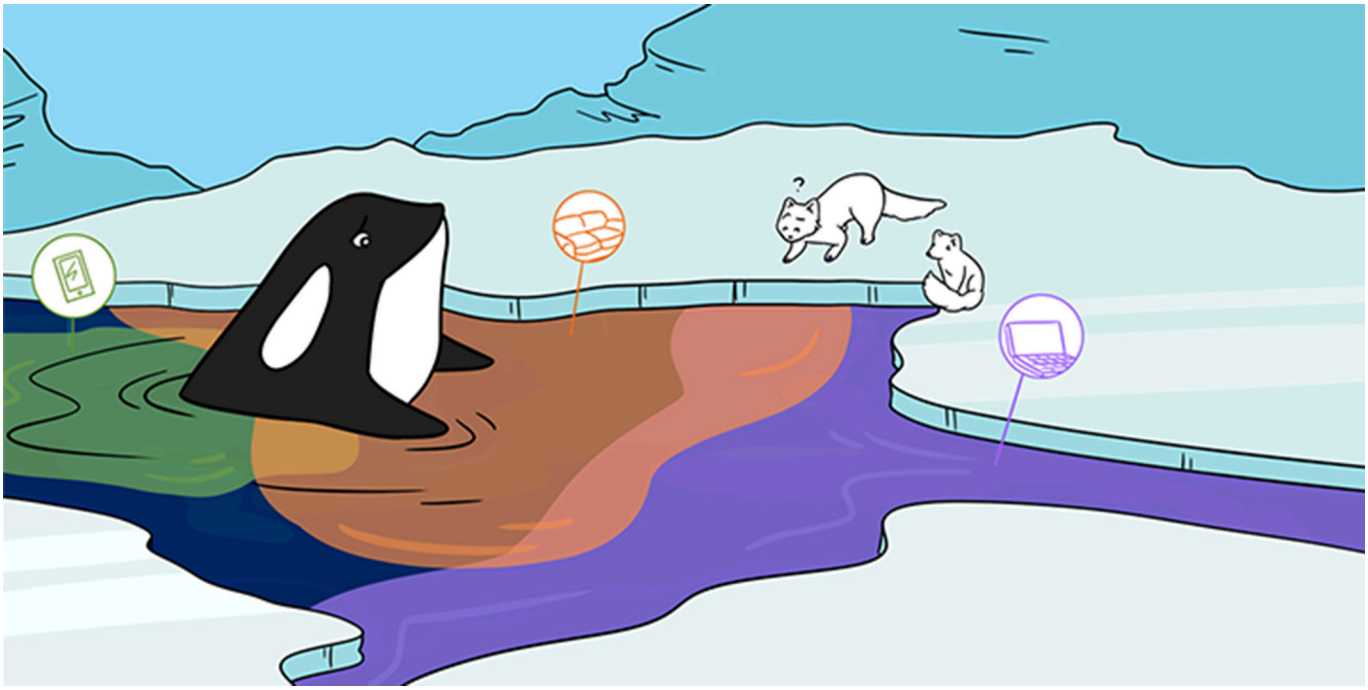
الأرض ومواردها
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2020.00002-ar



بعيدًا عن موطنها – المواد الكيميائية الصناعية تحل ضيفة على المنطقة القطبية الشمالية

Roxana Sühring[1*], Miriam L. Diamond[2], Martin Scheringer[3] and Liisa M. Jantunen[2,4]

[1]Department of Environmental Science, Stockholm University, Stockholm, Sweden
[2]Department of Earth Sciences, University of Toronto, Toronto, ON, Canada
[3]RECETOX, Masaryk University, Brno, Czechia
[4]Air Quality Processes Research Section, Environment and Climate Change Canada, Egbert, ON, Canada

قد يكون من الصعب تصديق ذلك، ولكن يمكن لبعض المواد الكيميائية الموجودة في الأرائك وأجهزة الكمبيوتر في منازلنا وحتى الهواتف الانتقال إلى المنطقة القطبية الشمالية. كيف يمكن حدوث ذلك؟ هذا ما كنا نتساءل بشأنه عندما وجدنا مواد كيميائية تُستخدم في الأغراض اليومية - مثل أجهزة الكمبيوتر والهواتف والأرائك - في المنطقة القطبية الشمالية الكندية. سنخبرك، في هذا المقال، عن بحثنا المتعلق بهذه المواد الكيميائية الموجودة في المنطقة القطبية الشمالية الكندية وما اكتشفناه عن قدراتها على "التحليق" و"السباحة" شمالًا وصولًا إلى المنطقة القطبية الشمالية. كما سنشارك أفكارنا حول كيفية الحفاظ على سلامة الحيوانات والأشخاص في المنطقة القطبية الشمالية، وفي كل أنحاء العالم، من بعض هذه المواد الكيميائية.

المراجعون الصغار:

OLI
العمر:13

ماذا يحدث عندما لا تبقى المواد الكيميائية في المكان الذي يُفترض أن تتواجد فيه؟

يمكن أن تتمتع المواد الكيميائية التي يصنعها البشر بخصائص رائعة! فيمكننا صنع مواد كيميائية تنتج أي رائحة أو مذاق أو لون نريده، فضلًا عن أن المواد الكيميائية هي التي تسهل المهام الطبية التي من شأنها مساعدة البشر وتيسرها، وهي التي تجعل السيارات قادرة على السير والطائرات قادرة على التحليق.

يعكف العلماء الذين يُطلق عليهم اسم "الكيميائيون" على إنتاج العديد من الأنواع الجديدة من المواد الكيميائية طوال الوقت، وتتميز العديد من هذه المواد الكيميائية الجديدة بفوائدها الكبرى، ولكن البعض الآخر منها قد يمثل مشكلة. تشكل المواد الكيميائية مشكلة خاصةً إذا لم تبق في المكان الذي يُفترض أن تكون فيه حيث إنها تتسرب من المنتجات التي تمت إضافتها إليها.

فلنتخيل مثلًا قميصًا أحمر فاقع اللون، فاللون الأحمر يمنح للقميص جمالًا مثاليًا، ولكن بعد غسله مع قميص أبيض، قد تجد أن لديك قميصًا أحمر وقميصًا ورديًا بدلا من القميص الأبيض (لا تحاول تجربة ذلك في المنزل، فقد يشعر ذلك والديك بالغضب). والسؤال هنا ماذا حدث؟ بعض المواد الكيميائية الخاصة باللون الأحمر لم تبق حيث كان من المفترض أن تكون في القميص الأحمر، ولكن بدلًا من ذلك ارتشحت وخرجت إلى الماء ولوّنت القميص الأبيض.

في حالة القمصان ذات الألوان المختلفة، يعد ارتشاح المواد الكيميائية أمرًا مزعجًا. ولكن فلنتخيل الآن تسرب أحد الأدوية أو إحدى المواد الكيميائية إلى الماء وتركها للمكان الذي يُفترض أن تكون فيه، فقد تتسبب هذه المادة الكيميائية في إصابة الحيوانات التي تعيش في هذه المياه أو تلك التي تشرب منها بالأمراض.

التحلل
(DEGRADATION)

تحلل المواد الكيميائية في البيئة، ويمكن أن يحدث التحلل بسبب البكتيريا أو المياه أو حتى الضوء.

ونحن نعلم أن الأمر قد يكون كارثيًا في حال انسكاب كميات كبيرة من المواد الكيميائية الخطيرة ووصولها إلى البيئة، ولكن من المؤسف أن الأمر لا يقتصر فقط على الكميات الكبيرة، فالكميات الصغيرة من المواد الكيميائية قد تتسبب أيضًا في إصابة الحيوانات والبشر بالأمراض.

ولحماية البشر والحيوانات من المواد الكيميائية التي قد تلحق بهم الضرر، فقد اتفقت الحكومات في مختلف أنحاء العالم على وضع معايير وطرق لتقييم مدى خطورة المادة الكيميائية من حيث الاستخدام أو إمكانية استخدامها بطرق محددة [1]. ويتمثل أحد المعايير المهمة المستخدمة لتقييم مدى خطورة المادة الكيميائية في الوقت الذي تستغرقه هذه المادة الكيميائية للانحلال (التحلل) ثم الاختفاء في نهاية المطاف في البيئة.

المادة الكيميائية الثابتة
(PERSISTENT CHEMICALS)

مادة كيميائية لا تتحلل بسهولة في البيئة، ويمكن لبعض المواد الكيميائية الثابتة البقاء في البيئة لعشرات بل مئات السنين.

تُسمى المواد الكيميائية التي يحدث لها **تحلل** ببطء شديد **المواد الكيميائية الثابتة**، حيث يمكن لبعض هذه المواد البقاء في البيئة لمئات السنين، وهذا يعني أنه في حال تسبب إحدى المواد الكيميائية الثابتة في إصابة نوع معين من الحيوانات بأحد الأمراض، قد يستمر هذا الأمر لفترات زمنية طويلة للغاية، قد تمتد لعدة أجيال.

لماذا يعترينا القلق من وجود المواد الكيميائية في المنطقة القطبية الشمالية ؟

المنطقة القطبية الشمالية هي المنطقة الشمالية العليا من الأرض، وهي موطن للدببة القطبية والفقمات وحيوانات الكاريبو (الرَنّة) والثعالب القطبية والطيور والأسماك والبشر. ولكن لا يعيش الكثير من البشر هناك بسبب الطقس القارس ولصعوبة الوصول إلى المنطقة، فضلًا عن عدم توافر طرق أو محال تجارية إلا بأعداد محدودة للغاية وبالتأكيد لا توجد مصانع تنتج مواد كيميائية.

وعلى الرغم من عدم صنع أي مواد كيميائية في المنطقة القطبية الشمالية، فقد وجد العلماء أن هناك العديد من المواد الكيميائية الصناعية في مياه المنطقة القطبية الشمالية وجليدها وهوائها، بل وحتى في الحيوانات والأشخاص الذين يعيشون هناك [2]. وبالرغم من أن بعض هذه المواد الكيميائية قد تم استخدامها من قبل شركات **قطاع صناعة** النفط والغاز أو القواعد العسكرية الكائنة في المنطقة القطبية الشمالية، فإن العديد من المواد الكيميائية التي عثر عليها العلماء لم تكن تُستخدم في المنطقة القطبية الشمالية.

لذا فالسؤال الذي دار في أذهاننا كان: "كيف تصل هذه المواد الكيميائية إلى المنطقة القطبية الشمالية؟" توصل العلماء إلى أن المواد الكيميائية الثابتة يمكن أن تصل إلى المنطقة القطبية الشمالية من المكان الذي صُنعت أو تُستخدم فيه من خلال الانتقال عبر الماء والهواء.

سنوضح في هذه الفقرة كيفية وصول هذه المواد الكيميائية الثابتة إلى المنطقة القطبية الشمالية. تتحرك المواد الكيميائية الثابتة بسرعة وسهولة أكبر في الأماكن الدافئة، مغادرة إياها، وهي الأماكن التي يعيش فيها أغلب البشر وتضم المصانع، ولكنها "تعلّق" في المناطق التي تكون أكثر برودة. لذا، فإن المواد الكيميائية الثابتة التي يمكنها الانتقال عبر الماء والهواء تتحرك شمالا من المكان الذي صُنعت فيه حتى تصل إلى المنطقة القطبية الشمالية، ثم تستقر هناك [3].

هذا يعني أن الحيوانات والأشخاص الموجودين في المنطقة القطبية الشمالية، الذين لا يستخدمون هذه المواد الكيميائية تقريبًا، على اتصال بالمواد الكيميائية التي قد تصيبهم بالأمراض. فضلًا عن ذلك، فإنهم لا يتمتعون بالفوائد الناتجة عن استخدام المواد الكيميائية، وليس بأيديهم خيار التعامل مع هذه المواد من حولهم أم لا.

المنطقة القطبية الشمالية (ARCTIC)

المنطقة الشمالية العليا من الأرض، والمحيطة بالقطب الشمالي، ولا تعتبر المنطقة القطبية الشمالية دولة واحدة، حيث تعتبر العديد من البلدان جزءًا منها: كندا والدنمارك (جرينلاند) وفنلندا وآيسلندا والنرويج والسويد وروسيا والولايات المتحدة الأمريكية. والجدير بالذكر أن الجزء الأكبر من المنطقة القطبية الشمالية غير موجود على اليابسة ولكنه مغطى بالمياه – ويُسمى المحيط المتجمد الشمالي.

قطاع الصناعة (INDUSTRY)

جميع الشركات مجتمعة معًا.

أراد البشر تحسين الأمور ...

نحن نهتم ببعض المواد الكيميائية التي يُطلق عليها اسم **مثبطات اللهب**. تُستخدم مثبطات اللهب في أنواع عديدة من البلاستيك لضمان عدم احتراقها بسهولة، وتدخل في صناعة، على سبيل المثال، أجهزة الكمبيوتر والهواتف والسجاد والإسفنج الموجود ببعض الأرائك والأسرَّة.

ولكن من المؤسف أن العديد من مثبطات اللهب التي تم استخدامها في الماضي، وحتى قبل 10 سنوات، لم تبق في المكان الذي كان من المفترض أن تظل فيه، حيث خرجت بعض مثبطات اللهب من الأرائك والهواتف وجميع الأشياء الأخرى التي أُستخدمت فيها، وانتشرت في هواء منازل وغبارها، ثم في الهواء الخارجي والماء [4] (الشكل 1). ويُعد أسوأ جزء هو أن مثبطات اللهب هذه من المواد الثابتة التي يمكن أن تصل إلى المنطقة القطبية الشمالية، وهي أيضًا من المواد الضارة - لذا يمكن أن تتسبب في إصابة البشر والحيوانات بالأمراض [5].

مثبطات اللهب (FLAME RETARDANTS)

المواد الكيميائية المستخدمة في الكثير من منتجات البلاستيك لضمان عدم احتراق البلاستيك بسهولة.

شكل 1

شكل 1

يمكن للغبار المُحمل بمثبطات اللهب المنبعث من جهاز الكمبيوتر أن يتسرب إلى البيئة من خلال الهواء ومياه الأمطار (في هذه الحالة من خلال شبكات الصرف الصحي).

وبسبب هذه الخصائص الخطيرة، مُنع استخدام بعض مثبطات اللهب، ولكن في الوقت نفسه كان لا يزال البشر يشعرون بالقلق إزاء احتمالات احتراق أجهزة الكمبيوتر والأرائك وغيرها من الأشياء المصنوعة من البلاستيك. لذا بدأ قطاع الصناعات الكيميائية باستخدام أنواع أخرى من مثبطات اللهب، يُطلق عليها اسم **إسترات الفوسفات العضوي** (يرمز لها اختصارًا بـ OPEs). ولم يكن من المفترض أن تكون إسترات الفوسفات العضوي من المواد الثابتة أو القادرة على الوصول إلى المنطقة القطبية الشمالية.

إسترات الفوسفات العضوي (OPES)

نوع جديد من مثبطات اللهب كان يُفترض أن يكون بديلاً صديقًا للبيئة لمثبطات اللهب القديمة التي حظرت الحكومة استخدامها.

ولأنه من المفترض أن تكون هذه المواد بديلًا صديقًا للبيئة عن مثبطات اللهب القديمة، فقد بدأ قطاع الصناعة في استخدام هذه المواد بكثافة. ولكن على الرغم من أنه كان يُعتقد أنها صديقة للبيئة مقارنةً بالمثبطات الأخرى، فإنه يمكنها التسبب في إصابة البشر والحيوانات بالأمراض، حتى أن بعض هذه المواد يشتبه في تسببها في الإصابة بالسرطان [6].

علاوة على ذلك، عندما قمنا بتحليل الهواء في المنطقة القطبية الشمالية الكندية، وجدنا إسترات الفوسفات العضوي. بل والأسوأ من ذلك: لقد وجدنا كمية أكبر من إسترات الفوسفات العضوي مقارنة بمثبطات اللهب القديمة التي تم استبدالها بإسترات الفوسفات العضوي [7].

كيف تصل إسترات الفوسفات العضوي إلى المنطقة القطبية الشمالية؟

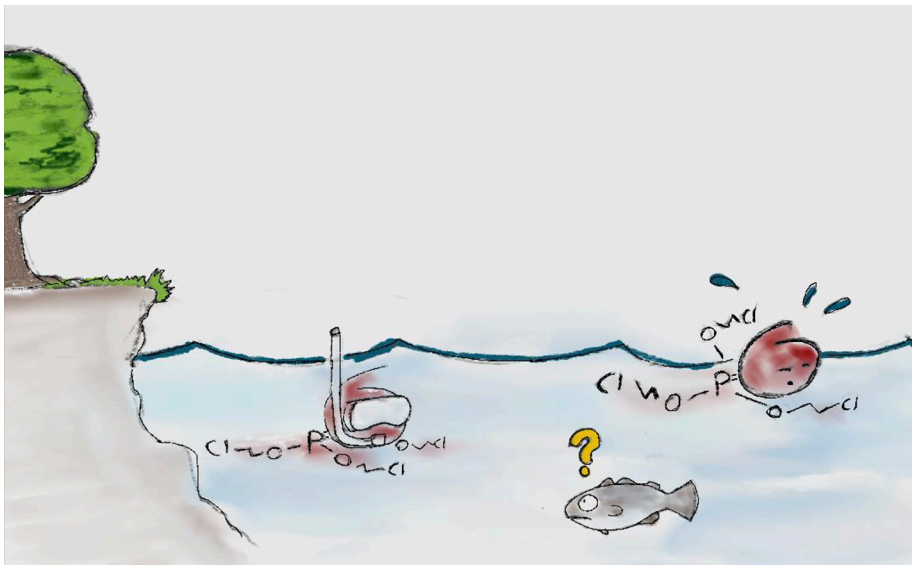
لقد تساءلنا عن كيفية وصول إسترات الفوسفات العضوي إلى المنطقة القطبية الشمالية، وقد أظهرت الاختبارات أن معظم إسترات الفوسفات العضوي ليست من المواد الثابتة مثل مثبطات اللهب القديمة. أيضًا توقعت النماذج الحاسوبية عدم وصول إسترات الفوسفات العضوي إلى المنطقة القطبية الشمالية [8].

ولكن جاءت القياسات واضحة للغاية: إسترات الفوسفات العضوي موجودة في المنطقة القطبية الشمالية الكندية.

لذا عدنا إلى المنطقة القطبية الشمالية لأخذ المزيد من العينات لمحاولة حل لغز وصول إسترات الفوسفات العضوي إلى هناك.

شكل 2

"تسبح" إسترات الفوسفات العضوي (التي تحملها تيارات المياه) من مكان ما في الجنوب (حيث تم صنعها) باتجاه المنطقة القطبية الشمالية. وفي الواقع، تتميز إسترات الفوسفات العضوي بصغرها المتناهي وعددها الكثير، لكننا واجهنا صعوبة في رسم ذلك.



شكل 2

أخذنا سفينة تبحر عبر المنطقة القطبية الشمالية الكندية كل صيف، واستخدمنا مضخة من السفينة لجمع عينات من الهواء والمياه، ثم قمنا بجمع عينات عدة مرات على مدار 7 سنوات للتأكد من أننا لم نفوت أي شيء، ولمعرفة ما إذا كانت إسترات الفوسفات العضوي دائمًا ما كانت موجودة في المنطقة القطبية الشمالية الكندية أم كانت موجودة في بعض الفترات فقط [7].

وجاءت النتائج كالتالي:

- عُثر على إسترات الفوسفات العضوي في المنطقة القطبية الشمالية الكندية في كل مرة أُخذت فيها عينات.
- ثمة كمية كبيرة من إسترات الفوسفات العضوي في المنطقة القطبية الشمالية الكندية مقارنةً بمثبطات اللهب القديمة.
- يبدو أن إسترات الفوسفات العضوي تنتقل إلى المنطقة القطبية الشمالية عبر الهواء وكذلك الماء [7] (الشكل 2).

كانت فكرة وصول إسترات الفوسفات العضوي إلى المنطقة القطبية الشمالية الكندية عبر الماء نتيجة جديدة لم يفكر فيها أحد من قبل، وقد تفسر هذه النتيجة سبب وجود كمية كبيرة من الفوسفات العضوي في المنطقة القطبية الشمالية، حيث تتحلل إسترات الفوسفات العضوي بسرعة أكبر في الهواء مقارنةً بالماء، لذا إذا كانت إسترات الفوسفات العضوي موجودة في الماء، فيمكنها البقاء فيها لفترة كافية للوصول إلى المنطقة القطبية الشمالية [7].

تعني هذه النتائج أن إسترات الفوسفات العضوي ليست بديلًا جيدًا لمثبطات اللهب القديمة حيث يمكنها المقاومة والبقاء في الماء لفترة كافية للوصول إلى المنطقة القطبية الشمالية تمامًا مثل مثبطات اللهب القديمة (الشكل 3).

شكل 3

إسترات الفوسفات العضوي في المنطقة القطبية الشمالية عالقة في الماء والجليد والهواء.

شكل 3

وفي بعض النواحي، تعتبر إسترات الفوسفات العضوي أسوأ من مثبطات اللهب القديمة، لأننا نجد الكثير منها في المنطقة القطبية الشمالية [7].

هل بمقدورنا فعل شيء حيال المواد الكيميائية الموجودة في المنطقة القطبية الشمالية؟

نعم، بالتأكيد هناك تدابير يمكن اتخاذها.

تتمثل الخطوة الأولى في تحقق العلماء والجهات التنظيمية والعاملين بقطاع الصناعة مما إذا كنا نحتاج حقًا إلى جميع مثبطات اللهب هذه في المقام الأول، أم لا.

بالطبع لا أحد يريد أن يكون جهاز الكمبيوتر الخاص به، أو الأريكة التي يجلس عليها عرضة للاحتراق بسهولة، ولكن استخدام بعض مثبطات اللهب قد يكون في الواقع أسوأ من عدم استخدامها، لأنها تنتج الكثير من الدخان السام إذا احترقت. علاوةً على ذلك، ثمة طرق أخرى للحماية من الحرائق، مثل رشاشات الماء، وأجهزة كشف الدخان، وهي أفضل بكثير في منع الحرائق مقارنةً بمثبطات اللهب، [5]. فلماذا لا نعتمد بشكل أكبر على رشاشات الماء وأجهزة كشف الدخان بدلًا من مثبطات اللهب التي يمكن أن تتسبب في إصابة الحيوانات والبشر بالأمراض؟

وإذا كانت هناك حالات بعينها نحتاج فيها بالفعل إلى استخدام مثبطات اللهب، فيجب على المصانع التي تنتجها أن تثبت أن مثبطات اللهب المراد استخدامها أقل خطورة من تلك القديمة التي تم حظرها.

والأهم من ذلك أنه ثمة بعض الأمور التي يمكن لكل واحد منا القيام بها:

يمكن للأشخاص البالغين الذين لديهم الحق في التصويت أن يستخدموا هذا الحق، فلدى الحكومات العديد من القرارات الواجب اتخاذها، وقد لا يكون على رأس قائمة تلك القرارات تحديد

مثبطات اللهب الأكثر أمنًا، ولكن يجب علينا جميعًا دعم الحكومات التي تهتم بالبيئة وصحة الناس. فهذا هو مكمن قوتنا في أي مناخ ديمقراطي.

بالإضافة إلى ذلك، بغض النظر عن أعمارنا، يمكننا أن نسأل البائعين في المتاجر التي نشتري منها الألعاب البلاستيكية أو الهواتف أو الأجهزة اللوحية أو الأرائك أو السجاد ما إذا كانت هذه المنتجات تحتوي على مثبطات اللهب القديمة أو إسترات الفوسفات العضوي، وفي حال وجود أي منها في المنتج الذي نود شراؤه، علينا أن نسأل عن مدى أهمية وجود تلك المثبطات في المنتجات وعلينا أن نسأل أنفسنا ما إذا كنا في حاجة إلى شراء هذا المنتج أم لا؟ ويمكننا أن نطلب من المسؤولين في مجال صناعة مثبطات اللهب توضيح ما إذا كانت المنتجات تحتوي على مثبطات لهب أم لا، ونوع المثبط المستخدم، فهذا الأمر ضروري للغاية لأنه في الوقت الحالي عندما تقرر أنت ووالديك شراء هاتف أو أريكة جديدة، لا يمكنكم التحقق من وجود مثبطات لهب في المنتجات التي تريدون شرائها من عدمه. وإذا طلب المزيد والمزيد من الأشخاص منتجات خالية من مثبطات لهب، فستبدأ المحال التجارية والمصانع والحكومة في التفكير أكثر حول ما إذا كانت هناك ضرورة ملحة لاستخدام مثبطات اللهب في العديد من المنتجات، أم لا.

يمكننا أن نتخذ خطوات أبعد من ذلك وأن نسأل أنفسنا عما إذا كنا حقًّا بحاجة إلى شراء العديد من الأشياء الجديدة طوال الوقت، فعلى سبيل المثال، أليس من الممكن أن يستمر استخدامنا لنفس الهاتف لمدة تزيد عن عامين؟

ونخلص إلى قول إنه يمكننا العمل معًا على الحد من استخدام المواد الكيميائية الخطرة مثل مثبطات اللهب لحماية البيئة وصون صحة الإنسان.

شكر وتقدير

نود أن نشكر Sebastien Samson على الرسوم التوضيحية.

مقال المصدر الأصلي

Sühring, R., Diamond, M. L., Scheringer, M., Wong, F., Pucko, M., Stern, G., et al. 2016. Organophosphate esters in Canadian Arctic air: occurrence, levels and trends. Environ. Sci. Technol. 50:7409–15. doi: 10.1021/acs.est.6b00365

المراجع

1. Stockholm Convention. 2008. *The New POPs Under the Stockholm Convention.* Chatelaine: Secretariat of the Stockholm Convention. Available online at: http://chm.pops.int/Implementation/NewPOPs/TheNewPOPs/tabid/672/Default.aspx
2. AMAP. 1998. *AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues.* Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).
3. Scheringer, M. 2009. Long-range transport of organic chemicals in the environment. *Environ. Toxicol. Chem.* 28:677–90. doi: 10.1897/08-324R.1
4. Rodgers, T. F. M., Truong, J. W., Jantunen, L. M., Helm, P. A., and Diamond, M. L. 2018. Organophosphate ester transport, fate, and emissions in Toronto, Canada, estimated using an updated multimedia urban model. *Environ. Sci. Technol.* 52:12465–74. doi: 10.1021/acs.est.8b02576

5. Shaw, S. D., Blum, A., Weber, R., Kannan, K., Rich, D., Lucas, D., et al. 2010. Halongenated flame retardants: do the fire safety benefits justify the risks? *Rev. Environ. Health* 25:261–305. doi: 10.1515/reveh.2010.25.4.261
6. Greaves, A. K., and Letcher, R. J. 2017. A review of organophosphate esters in the environment from biological effects to distribution and fate. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*. 98:2–7. doi: 10.1007/s00128-016-1898-0
7. Sühring, R., Diamond, M. L., Scheringer, M., Wong, F., Pucko, M., Stern, G., et al. 2016. Organophosphate esters in Canadian Arctic air: occurrence, levels and trends. *Environ. Sci. Technol*. 50:7409–15. doi: 10.1021/acs.est.6b00365
8. Zhang, X., Sühring, R., Serodio, D., Bonnell, M., Sundin, N., and Diamond, M. L. 2016. Novel flame retardants: estimating the physical-chemical properties and environmental fate of 94 halogenated and organophosphate PBDE replacements. *Chemosphere* 144:2401–7. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.11.017

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Penelope Kate Lindeque, Plymouth Marine Laboratory, United Kingdom

الاقتباس: Sühring R, Diamond ML, Scheringer M and Jantunen LM (2021) بعيدًا عن موطنها - المواد الكيميائية الصناعية تحل ضيفة على المنطقة القطبية الشمالية. Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.00002-ar

مُترجَم ومقتبس من: Sühring R, Diamond ML, Scheringer M and Jantunen LM (2020) A Long Way From Home—Industrial Chemicals in the Arctic That Really Should Not Be There. Front. Young Minds 8:2. doi: 10.3389/frym.2020.00002

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 © 2021 Sühring, Diamond, Scheringer and Jantunen. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

OLI، العمر: **13**

Oli هو عازف جيتار ويستمتع بتحدث لغة الماندراين (الصينية) ولعب ألعاب الكمبيوتر.

المؤلفون

ROXANA SÜHRING

أنا باحثة في مرحلة ما بعد الدكتوراة في Stockholm University، ويتعلق بحثي بكيفية تسرب المواد الكيميائية المستخدمة في المنتجات اليومية إلى البيئة والنتائج المترتبة على ذلك، وعلى سبيل المثال، أتقصى ما إذا كانت المواد الكيميائية المستخدمة كعطور في الصابون يمكن أن تنتقل إلى الأسماك، وما إذا كان ذلك يلحق الضرر بالأسماك أم لا. وفي الأوقات التي لا أجري بها أبحاثي، أستمتع بالرقص والسفر والتنزه أو الجلوس مع زوجي وابني وقراءة كتاب ممتع. roxana.samson@aces.su.se*.

MIRIAM L. DIAMOND

أنا أستاذة في University of Toronto حيث أدرس أيضًا كيفية تسرب المواد الكيميائية السامة من المنتجات وانتقالها في جميع أنحاء البيئة وانتقالها لنا نحن والحيوانات، وتقوم مجموعتي البحثية بأخذ عينات من المنازل والمدن والمناطق المحيطة بالمدن والمنطقة القطبية الشمالية. وأنا أم لطفلين راشدين وأدير مختبرًا مع ثمانية أشخاص وأحب الرقص والتنزه والتزلج والسباحة أيضًا.

MARTIN SCHERINGER

أنا أستاذ في الكيمياء البيئية في Masaryk University في برنو في جمهورية التشيك، وعالم أبحاث أول في ETHETH Zürich في زيورخ بسويسرا، ويتعلق المجال البحثي ومجال التدريس الخاص بي بمعرفة مدى خطورة المواد الكيميائية الجديدة على الناس والبيئة وكيفية انتقال المواد الكيميائية في البيئة، كما أعمل محررًا مشاركًا في مجلة دولية في مجال الكيمياء البيئية تُسمى "العلوم البيئية والتكنولوجيا" (Environmental Science and Technology).

LIISA M. JANTUNEN

أنا باحثة في Environment and Climate Change Canada وأستاذة في University of Toronto في تورنتو بكندا، ويركز بحثي على المواد السامة والجسيمات البلاستيكية الدقيقة الموجودة في المنطقة القطبية الشمالية الكندية وكيفية وصول هذه المواد والجسيمات إلى هذه المنطقة وماذا يحدث لها أثناء تواجدها هناك وكيفية دخولها في السلسلة الغذائية.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology