

Distr.: General
23 February 2022

Arabic
Original: English

اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة



لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة
الاجتماع السابع عشر
جنيف، 24-28 كانون الثاني/يناير 2022

تقرير لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة عن عمل اجتماعها السابع عشر

ضميمة

مشروع موجز المخاطر للمادة UV-328

اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها السابع عشر، بموجب مقررها ل.ا.ث-3/17، موجز مخاطر للمادة UV-328 على أساس المشروع الوارد في مذكرة الأمانة (UNEP/POPS/POPRC.17/4)، بالصيغة المنقحة خلال الاجتماع. ويرد نص موجز المخاطر بصيغته المعتمدة في مرفق هذه الضميمة. ولم يُحرر رسمياً.

مادة UV-328

موجز المخاطر

كانون الثاني/يناير 2022

* لا تعكس الدراسات والمعلومات الأخرى المشار إليها في موجز المخاطر هذا بالضرورة آراء الأمانة أو برنامج الأمم المتحدة للبيئة أو الأمم المتحدة. ولا تتطوي التسميات المستخدمة ولا طريقة عرض المواد في مثل هذه الدراسات والمراجع لا تعني التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمانة أو برنامج الأمم المتحدة للبيئة أو الأمم المتحدة بشأن الأوضاع الجغرافية-السياسية أو المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو منطقة أو مدينة أو سلطاتها. وهذا المرفق لم يُحرر رسمياً.

جدول المحتويات

4	موجز تنفيذي
6	1- مقدمة
6	1-1 الهوية الكيميائية
8	2-1 استنتاج لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة فيما يتعلق بمعلومات المرفق دال
8	3-1 مصادر البيانات
9	4-1 حالة المادة الكيميائية بموجب اللوائح الوطنية والمنتديات الدولية
9	2- معلومات موجزة ذات صلة بملف بيانات المخاطر
9	1-2 المصادر
9	1-1-2 الإنتاج والتجارة
10	2-1-2 الاستخدامات
12	3-1-2 الإطلاقات في البيئة
14	2-2 المصير البيئي
14	1-2-2 الثبات
16	2-2-2 التراكم البيولوجي
19	3-2-2 القدرة على الانتقال البيئي بعيد المدى
26	3-2 مستويات التعرض
26	1-3-2 بيانات الرصد البيئي
34	2-3-2 التعرض عند البشر
34	4-2 تقييم المخاطر للنقاط الطرفية المثيرة للقلق
35	1-4-2 السمية في الثدييات
35	2-4-2 السمية الإيكولوجية
43	3-4-2 التفاعلات السمية التي تتطوي على مواد كيميائية متعددة
44	4-4-2 استنتاج بشأن السمية
44	3- تجميع للمعلومات
46	4- البيان الختامي
47	المراجع

موجز تنفيذي

- 1- خلصت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها السادس عشر إلى أن المادة UV-328 تفي بمعايير الفرز المحددة في المرفق دال للاتفاقية (المقرر ل.ا.ث-3/16). واستناداً إلى هذا المقرر، أُعد مشروع موجز المخاطر الحالي للمادة UV-328 وفقاً للمرفق هاء للاتفاقية.
- 2- والمادة UV-328 (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 1-55-25973) هي بنزوتريازول فينولي يُستخدم كمادة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية لحماية الأسطح من تغير اللون والتحلل تحت الأشعة فوق البنفسجية/ضوء الشمس. وتُستخدم المادة UV-328 في مجموعة واسعة من التطبيقات، ولكنها تُستخدم أساساً في الدهانات والطلاءات، وكمادة مضافة في مجموعة متنوعة من المواد البلاستيكية، بما في ذلك في الطبقة غير الملامسة للأغذية لتغليف المواد الغذائية. وفي قطاع السيارات، تُستخدم المادة UV-328 في الدهانات والطلاءات والمواد المانعة للتسرب، وكذلك في الألواح الكريستالية السائلة والعدادات المركبة في المركبات، وكراتنج للأجزاء الداخلية والخارجية من المركبات. وفي تغليف المواد الغذائية، تُستخدم كمادة مضافة في المواد البلاستيكية وحبب الطباخة والمواد اللاصقة.
- 3- وبدأ أقدم إنتاج معروف للمادة UV-328 في عام 1970، واعتباراً من عام 2021، تُصنف المادة UV-328 على أنها مادة كيميائية ذات حجم إنتاج كبير (أكثر من 1 000 طن سنوياً) وفقاً لقاعدة بيانات المواد الكيميائية الموجودة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.
- 4- ولم يجر تحديد كمية إطلاقات المادة UV-328 في البيئة. وبناءً على بيانات الرصد، يُتوقع إطلاق المادة UV-328 في البيئة أثناء إنتاج واستخدام المادة لأغراض صناعية، وأثناء استخدامها في المنتجات، وعند التخلص من المنتجات المحتوية على المادة UV-328 أو معالجتها في نهاية عمرها. ويمكن أن تشمل مصادر المادة UV-328 في البيئة على المرافق الصناعية التي تنتج أو تستخدم هذه المادة، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، ومياه العواصف، ومدافن القمامة، والقمامة البلاستيكية/الحطام البلاستيكي.
- 5- واكتُشفت المادة UV-328 في وسائط بيئية مختلفة، بما في ذلك الهواء المحيط (مرحلة الجسيمات)، والمياه (الجدول والأنهار ومياه البحر والحطام البلاستيكي البحري ومياه الصرف ومياه العواصف) والتربة والرواسب والكائنات الحية والبشر (الأنسجة الدهنية ولبن الثدي) في العديد من مناطق العالم.
- 6- وتتسم المادة UV-328 بالثبات في الرواسب والتربة والمياه حيث إن الأعمار النصفية للمادة UV-328 في هذه المصفوفات تتجاوز العتبات الواردة في المرفق دال ذات الصلة. وتؤكد بيانات رصد عينات الرواسب الجوفية الأسطوانية المأخوذة بالقرب من مرفق تاريخي لإنتاج المادة UV-328 في خليج ناراغانسيت بالولايات المتحدة الأمريكية، أن المادة UV-328 ثابتة في الرواسب، واكتُشفت مستويات عالية من المادة UV-328 حتى بعد عقود من توقف المرفق عن إنتاج المادة UV-328.
- 7- وتعتبر المادة UV-328 متراكمة بيولوجياً، ولها عوامل تركيز بيولوجي محددة تجريبياً في الأسماك تزيد عن 5 000. ويدعم ذلك الأدلة الميدانية التي تفيد بأن المادة UV-328 تزيد في الكائنات المفترسة العليا. وبالإضافة إلى ذلك، تشير الحركية البيئية والاستقلاب المنخفض للمادة UV-328 في البشر، وقدرة المادة UV-328 على الارتباط ببروتينات الدم، إلى إمكانية التراكم البيولوجي للمادة UV-328 في البشر.
- 8- واكتُشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في الكائنات الحية في القطب الشمالي (العيدر الشائع، والغاقّة الأوروبية، ونورس الرُمج، والنورس الغلوكي، والنورس الشائع، وفولمار القطب الشمالي، والمنك) وفي الطيور البحرية المهاجرة في الجزر النائية (جلم البحر الكبير في جزيرة غوف، وطائر النوء الأزرق في جزيرة ماريون)، مما يشير إلى إمكانية انتقال المادة UV-328 لمسافات طويلة من المصدر إلى المناطق النائية. واكتُشفت المادة UV-328 أيضاً في جزئيات البلاستيك الموجودة في معدة الطيور البحرية التي تتغذى حصرياً في المحيط المفتوح (القطرس

أسود القدمين، وفولمار القطب الشمالي). وأظهرت نتائج النمذجة أن القدرة على الانتقال البيئي بعيد المدى للمادة UV-328 في الغلاف الجوي عبر الهباء الجوي تقع ضمن نطاق الملوثات العضوية الثابتة المعترف بها. ولذلك، يعتبر أن للمادة UV-328 القدرة على الانتقال بيئي بعيد المدى عبر الهواء (الهباء الجوي)، والماء (الحطام البلاستيكي البحري)، والأنواع المهاجرة (الطيور البحرية).

9- واكتُشفت المادة UV-328 في لبن ثدي الأم والأنسجة الدهنية في أجزاء مختلفة من العالم. ويمكن أن يتعرض عامة السكان للمادة UV-328 عن طريق استهلاك المواد الغذائية الملوثة (الأسماك والمأكولات البحرية)، وكذلك ابتلاع أو استنشاق الغبار الملوث. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون استهلاك لبن الثدي ذا صلة بالتعرض عند الرضاعة الطبيعية. وتفيد التقارير بأن التعرض للمادة UV-328 عن طريق ابتلاع الغبار يكون أعلى بين الأطفال الصغار مقارنة بالبالغين. ومستويات التعرض لدى البشر حالياً أقل من مستويات التأثير الضار.

10- واستناداً إلى دراسات السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت على الجرذان والكلاب، خلص إلى أن المادة UV-328 مرتبطة بآثار صحية ضارة في الثدييات، وكان التأثير الصحي الأولي على تسمم الكبد. وترتبط المادة UV-328 أيضاً بتأثيرات ضارة على الكلى وفقاً للدراسة التي أجريت على الجرذان. وبالإضافة إلى ذلك، تم تحديد أدلة محدودة على وجود آثار ضارة على الأعضاء التناسلية في الجرذان والكلاب (تغيرات كبيرة في وزن الخصية لدى الجرذان، وانخفاض تكوين الحيوانات المنوية لدى الكلاب). وهناك أيضاً مؤشرات على التأثيرات المضادة للأندروجين للمادة UV-328، بناءً على دراسة في المختبر. وفي الأسماك، قد يؤدي التعرض الطويل الأمد للمادة UV-328 إلى تأثيرات ضارة على الكبد.

11- وفي حين أن مستويات المادة UV-328 في البيئة والبشر أقل عموماً من مستويات التأثير الضار، فإن بعض المستويات المرتفعة التي تم قياسها عند المصدر والمناطق النائية تشير إلى احتمال حدوث تأثيرات ضارة. ومن المحتمل أن تؤدي المستويات المرتفعة من المادة UV-328 الموجودة في الطيور البحرية المهاجرة في الجزر النائية إلى حدوث تأثيرات ضارة على مفترساتها من الثدييات، بالإضافة إلى عواقب غير معروفة للطيور.

12- ولا تتواجد المادة UV-328 بشكل طبيعي في البيئة، ولكنها اكتُشفت في مختلف الأماكن البيئية والكائنات الحية والبشر في جميع أنحاء العالم. واستناداً إلى الأدلة التي تفيد بأن المادة UV-328 ثابتة وتتراكم بيولوجياً وسامة للثدييات وتنتقل إلى أماكن بعيدة عن مكان إنتاجها أو استخدامها، يُخلص إلى أنه من المرجح أن تؤدي المادة UV-328، نتيجة لانتقالها البيئي بعيد المدى، إلى تأثيرات ضارة كبيرة على صحة الإنسان و/أو البيئة، وبالتالي هناك ما يبرر اتخاذ إجراء عالمي.

1- مقدمة

13- قدمت سويسرا، في أيار/مايو 2020، مقترحاً بإدراج المادة UV-328 في المرفق ألف للاتفاقية. وقُدِّم المقترح وفقاً للمادة 8 من الاتفاقية، واستعرضته لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها السادس عشر الذي عقد في كانون الثاني/يناير 2021.

1-1 الهوية الكيميائية

14- إن المادة UV-328 هي بنزوتريازول فينولي يتم استبداله بمجموعتين ثلاثي-بنتيل في الموضعين الرابع والسادس من سقته الفينولي. وتمتص المادة UV-328 كامل طيف ضوء الأشعة فوق البنفسجية في عملية قابلة للعكس تماماً وغير مدمرة (ECHA, 2014). ولذلك فهي تُستخدم كمادة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية لحماية مختلف الأسطح من تغير اللون والعوامل الجوية تحت الأشعة فوق البنفسجية/ضوء الشمس. ويبين الجدول 1 المعارف الكيميائية المختلفة وأرقام التسجيل للمادة UV-328. ويوضح الجدول 2 الخواص الجزيئية للمادة UV-328.

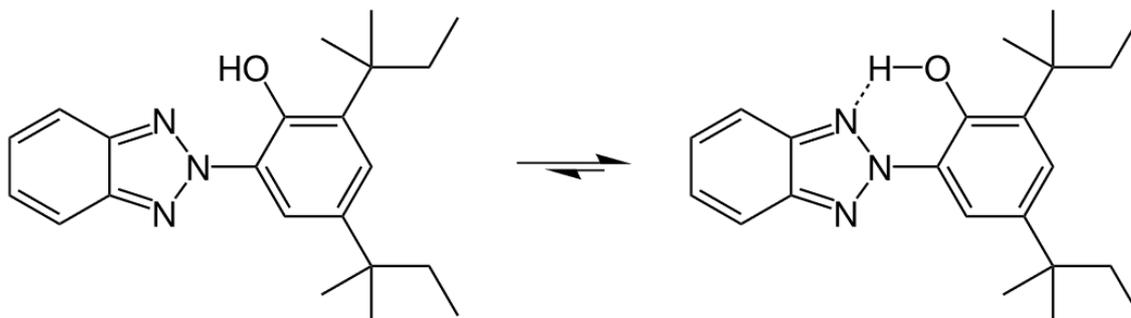
الجدول 1- أسماء وأرقام تسجيل المادة UV-328.

الأسماء الشائعة	UV-328
تسمية الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية	2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(2-methylbutan-2-yl)phenol
تسمية دائرة المستخلصات الكيميائية	Phenol, 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1,1-dimethylpropyl)-
الأسماء المرادفة	2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-di-tert-pentylphenol (BDTP), 2-(2'-Hydroxy-3',5'-di-t-amylphenyl) benzotriazole
الأسماء التجارية	BLS 1328, Chiguard 328, Chisorb 328, Cyasorb UV 2337, Eversorb 74, GSTAB 328, Hostavin 3310 P, Kemisorb 74, Lowilite 28, Milestab 328, Seesorb 704, Songsorb 3280, Sumisorb 350, Thasorb UV328, Tin 328, Tinuvin 328, UV 2337, UV 74, Uvinul 3028, Viosorb 591
الرقم في دائرة المستخلصات الكيميائية	25973-55-1
رقم المفوضية الأوروبية	247-384-8

الجدول 2- الخواص الجزيئية للمادة UV-328

C22H29N3O	الصيغة الجزيئية
351.5 g/mol	الوزن الجزيئي
CCC(C)(C)c1cc(c(c(c1)n2nc3ccccc3n2)O)C(C)(C)CC	رمز مواصفات الإدخال النصي المبسط للجزيئات (المتعارف عليه)
Organic	فئة المواد الكيميائية
Benzotriazole, phenol	الفئة الكيميائية الفرعية
Mono-constituent	نوع المادة
≥ 80–100% (w/w)	درجة النقاء

15- ويمكن أن توجد المادة UV-328 في شكلين - مفتوح ومغلق (الشكل 1). ففي الشكل المفتوح، لا توجد رابطة هيدروجينية داخل الجزيئات. ولذلك، تكون المادة UV-328 قادرة على تكوين روابط هيدروجينية بين الجزيئات، على سبيل المثال، مع جزيئات الماء. وفي شكلها المغلق، تحتوي المادة UV-328 على رابطة هيدروجينية داخل الجزيئات تتكون بين ذرة نيتروجين في شق البنزوتريازول ومجموعة الهيدروكسي في الشق الفينولي. ومن ثم، فإن هذه المجموعات الوظيفية لا تستطيع تكوين روابط هيدروجينية بين الجزيئات. ولهذا السبب، فإن قابلية ذوبان المادة UV-328 في الماء في الشكل المغلق أقل بمقدار 3-4 مرات من الشكل المفتوح.



الشكل 1- التركيب الكيميائي للمادة UV-328 في شكلها المفتوح (يسار) وشكلها المغلق (يمين). ولا يحتوي الشكل المفتوح للمادة UV-328 على رابطة هيدروجينية داخل الجزيئات، في حين يحتوي الشكل المغلق للمادة UV-328 عليها.

16- وأفادت العديد من الدراسات بأن مثبتات الأشعة فوق البنفسجية لفئة 2-بنزوتريازول (هيدروكسيفينيل)، بما في ذلك المادة UV-328، تمتلك روابط هيدروجينية داخل الجزيئات محمية ضد الفتح بواسطة المذيبات القطبية بسبب البدائل في الموضعين الرابع والسادس من الشق الفينولي (ملاحظة: أشارت الدراسات المذكورة إلى بدائل في الموضعين 3 و5؛ وينشأ اختلاف ترقيم المواضع عن استخدام تسميات كيميائية مختلفة لنفس المادة (Chang et al., 2013؛ وFluegge et al., 2007؛ وRieker et al., 1992)).

17- وتتنبأ COSMOtherm أيضاً بأن المادة UV-328 موجودة في الشكل المغلق فقط، مما يعني أنها تمتلك رابطة هيدروجينية داخل الجزيئات (COSMOtherm, 2020). غير أن طقم برمجيات واجهة برنامج التقدير (EPI) يتنبأ بالشكل المفتوح للمادة UV-328 فقط (باستخدام رمز مواصفات الإدخال النصي المبسط للجزيئات الوارد في الجدول 2 كمدخل) وبالتالي يحسب الخواص الفيزيائية والكيميائية للشكل المفتوح للمادة UV-328 فقط. ولذلك، عند توفرها، سيُنظر هنا في الخواص الفيزيائية والكيميائية المحسوبة بواسطة COSMOtherm، لأنها أكثر اتساقاً ودقة مقارنة بقيم طقم برمجيات واجهة برنامج التقدير على وجه التحديد لحالة المادة UV-328 وشكلها المغلق. وترد الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة UV-328 في الجدول 3. وتجدر الإشارة إلى أن تقييم خواص المصير البيئي للمادة UV-328 (انظر الفرع 2-2) يستند أساساً إلى النتائج التجريبية، التي تأخذ في الحسبان الشكل المناسب من المادة UV-328 في البيئة. ولذلك، فإن وجود أشكال مختلفة من المادة UV-328 لن يؤثر بشكل كبير على الاستنتاج بشأن خواص مصيرها البيئي.

الجدول 3- الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة UV-328.

الخاصية	القيمة	المرجع (المراجع)
الحالة الفيزيائية	مسحوق أصفر (20 درجة مئوية، 101 كيلوباسكال)	ECHA (2020a)
درجة الانصهار	81.2 درجة مئوية 88-80 درجة مئوية	تحليل حراري، ECHA (2020a) Bolgar et al. (2016)
نقطة الغليان	التحلل < 180 درجة قبل الغليان < 230 درجة مئوية 461 درجة مئوية	تجريبية، القياس الحراري بالمسح التفاضلي (DSC, 2013); ECHA (2020a) تقديرات، التحليل الوزني الحراري (2012)، ECHA (2020a) COSMOtherm
ضغط البخار	5.0×10^{-6} باسكال (20 درجة مئوية)، 0.1 باسكال (100 درجة مئوية) 6.5×10^{-6} باسكال (20 درجة مئوية) 1.4×10^{-5} باسكال (25 درجة مئوية)	تجريبية، ECHA (2020a), DSC (1976) COSMOtherm COSMOtherm
ثابت قانون هنري	4.2 ذرة م. ³ /مول	COSMOtherm
ثابت تفكك الحمض (pKa)	0.5 ± 8.9 (حمض)، 0.3 ± 0.7 (قاعدي) 0.8 ± 10.3 (حمض)، -1.0 ± 1.5 (قاعدي)	ACD/Labs، تقرير الوحدة التجريبي ACD/Labs، تقرير غلايس للوحدة
قابلية الذوبان في الماء	> 0.001 ملغم/لتر (20 درجة مئوية، درجة الحموضة 6,3-6,4) 0.02 ملغم/لتر	تجريبية، طريقة الاتحاد الأوروبي A.6، طريقة عمود الشطف (2001)، ECHA (2020a) تجريبية، العمود الدينامي المقترن (Lopez-Avila & Hites, 1980) COSMOtherm
الكثافة	2.7×10^{-4} ملغم/لتر (25 درجة مئوية) 1.7 ± 0.7 - 10^{-4} ملغم/لتر (25 درجة مئوية) 1.2 غرام/سم ³ (20 درجة مئوية)	Ngoc Do et al. (2021) تجريبية، IA 79/1 (بيكنومتر مقارنة الهواء، 1976)، ECHA (2020a)
معامل التفرق في الهواء/الماء، رقم لوغاريتمي (log K _{AW})	-2.8	COSMOtherm
معامل التفرق في الأوكتانول/الماء، رقم لوغاريتمي (log K _{OW})	< 6.5 (23 درجة مئوية) درجة الحموضة 6.4 8.5 (أوكتانول رطب) 8.8 (أوكتانول جاف)	تجريبية، المبادئ التوجيهية للاختبار رقم 117 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ECHA (2020a) COSMOtherm COSMOtherm
معامل التفرق في الأوكتانول/الهواء، رقم لوغاريتمي (log K _{OA})	11.5	COSMOtherm
معامل التفرق لامتزاز التربة، رقم لوغاريتمي (log K _{OC})	5.43	COSMOtherm

2-1 استنتاج لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة فيما يتعلق بمعلومات المرفق دال

18- أجرت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها السادس عشر تقييماً للمقترح المقدم من سويسرا بإدراج المادة UV-328 في المرفق ألف للاتفاقية. وقررت اللجنة، وفقاً للفقرة 4 (أ) من المادة 8 من الاتفاقية، أنها مقتنعة بأن معايير الفرز المحددة في المرفق دال للاتفاقية قد استوفيت بالنسبة للمادة UV-328 (المقرر ل.ا.ث-3/16).

3-1 مصادر البيانات

19- يستند مشروع موجز مخاطر المادة UV-328 إلى مصادر البيانات التالية:

- (أ) مقترح بإدراج المادة UV-328 في المرفق ألف للاتفاقية مقدم من سويسرا؛
- (ب) المعلومات المقدمة وفقاً للمرفق هاء للاتفاقية من الأطراف والمراقبين التاليين: الاتحاد الروسي، وأستراليا، وبيرو، وجمهورية كوريا، والسويد، وكندا، وكوستاريكا، وكولومبيا، ومصر، وموناكو، والنرويج، وهنغاريا، ومجتمع ألاسكا للعمل المتعلق بالمواد السامة، والشبكة الدولية للقضاء على الملوثات والمجلس الأوروبي للصناعات الكيماوية؛
- (ج) وثيقة دعم لتحديد المادة UV-328 بوصفها مادة تثير قلقاً بالغاً في الاتحاد الأوروبي؛
- (د) تقييم المادة UV-328 من قبل وزارة البيئة وتغير المناخ الكندية ووزارة الصحة في كندا، فضلاً عن التقييمات الوطنية الأخرى للمادة UV-328؛
- (هـ) المؤلفات العلمية الخاضعة لاستعراض الأقران والمنشورات غير الرسمية؛
- (و) ملف التسجيل المقدم للحصول على إذن باستخدام المادة UV-328 بموجب لائحة الاتحاد الأوروبي بشأن تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها (REACH)؛
- (ز) المعلومات المقدمة في الاجتماع السادس عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة والجلسات السابقة للاجتماع.

4-1 حالة المادة الكيميائية بموجب اللوائح الوطنية والمنتديات الدولية

- 20- في الاتحاد الأوروبي، تم تحديد المادة UV-328 بوصفها مادة تثير قلقاً بالغاً في عام 2014، وصنفت على أنها مادة ثابتة ومترابطة بيولوجياً وسامة (PBT) وكذلك شديدة الثبات وشديدة التراكم البيولوجي (ECHA, 2014). ومنذ عام 2020، تخضع المادة UV-328 للتنظيم بموجب المرفق الرابع عشر (التصريح) من لائحة الاتحاد الأوروبي بشأن تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها (ECHA, 2020b). وفي النرويج، أُضيفت المادة UV-328 إلى القائمة الوطنية للمواد ذات الأولوية في عام 2017 (Annex E, 2021). والمادة UV-328 مقيدة في تشريعات مملكة البحرين (Bahrain, 2021).
- 21- ووفقاً للتقييم الوطني الأسترالي للمادة UV-328، تعتبر المادة UV-328 ثابتة ومترابطة بيولوجياً، وذات سمية غير مؤكدة (NICNAS, 2017). ووفقاً لتقييم كندا للمادة UV-328، خُصص إلى أن المادة UV-328 لا تفي بالمعايير المنصوص عليها في الفرع 64 من قانون حماية البيئة الكندي (CEPA, 1999)، لأنها لا تدخل البيئة الكندية بكميات أو تركيزات تؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة أو تشكل خطراً على حياة الإنسان أو صحته (ECCC and Health Canada, 2016).
- 22- وبموجب اتفاقية حماية البيئة البحرية لشرق المحيط الأطلسي (اتفاقية أوسبار)، أُدرجت المادة UV-328 بوصفها مادة يمكن أن تثير القلق في عام 2006 (على النحو الذي استشهدت به Germany, 2014).

2- معلومات موجزة ذات صلة بموجز المخاطر

1-2 المصادر

1-1-2 الإنتاج والتجارة

- 23- بدأ أقدم إنتاج معروف للمادة UV-328 في عام 1970 (Lopez-Avila & Hites, 1980). ولا توجد اتجاهات زمنية متاحة للجمهور فيما يتعلق بالإنتاج العالمي من المادة UV-328 منذ بدء الإنتاج. ووفقاً لقاعدة بيانات المواد الكيميائية الموجودة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، تُصنف المادة UV-328 على أنها مادة كيميائية ذات حجم إنتاج كبير، بإنتاج يزيد عن 1 000 طن سنوياً (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، تم الاطلاع عليها في عام 2021). وفي الاتحاد الأوروبي، تُسجل المادة UV-328 ضمن نطاق

الحمولة من 100-1 000 طن سنوياً (ECHA, 2020a). وفي بلدان الشمال الأوروبي في الدانمرك والسويد وفنلندا والنرويج، كان إجمالي استخدام المادة UV-328 أقل من 10 أطنان في عام 2018، وفقاً لقاعدة بيانات المواد في التراكيبات في بلدان الشمال الأوروبي (SPIN, 2021). وفي النرويج، لا يوجد أي إنتاج من المادة UV-328 وانخفض استخدامها من 1.9 طن في عام 2009 إلى 0.17 طن في عام 2019 (Annex E, 2021). وفي السويد، انخفض استخدام المادة UV-328 من 9 أطنان في عام 2005 إلى 0.7 طن في عام 2019، باستثناء زيادة حادة إلى 244 طناً في عام 2015 أعقبها انخفاض إلى طن واحد في عام 2016 (SPIN, 2021). وبلغ استيراد المادة UV-328 بين عامي 2016 و2019 في السويد 1.3 طن سنوياً (Annex E, 2021). وفي الدانمرك وفنلندا، استُخدم 0.1 طن و4.5 طن من المادة UV-328 في عام 2019، على التوالي (SPIN, 2021). وفي هنغاريا، تنتج 21 شركة المادة UV-328 بكمية أقل من طن واحد سنوياً للشركة (Annex E, 2021). وفي روسيا، تُستورد المادة UV-328 من جمهورية الصين الشعبية؛ ومع ذلك، لم يجر الإبلاغ عن أي معلومات عن الحمولات أو الشركات (Annex E, 2021).

24- وفي كندا، تم استيراد 100-1 000 طن من المادة UV-328 في عام 2000، وتم استيراد 10-100 طن في عامي 2010 و2013 (ECCC and Health Canada, 2016). ولا تُنتج المادة UV-328 في كندا. وفي الولايات المتحدة، بلغ حجم الإنتاج الإجمالي الوطني المبلغ عنه حوالي 1 000 طن في عام 2011، و450-4 500 طن سنوياً من عام 2012 إلى عام 2015 (US EPA, 2021). وفي المكسيك، كان إجمالي واردات المادة UV-328 في عامي 2015 و2017 قدره 90 طناً و51 طناً، بينما بلغ إجمالي الصادرات طنين و0.9 طن على التوالي (Annex E, 2021).

25- وفي اليابان، تم إنتاج أو استخدام 1-1 000 طن سنوياً من المادة UV-328 من عام 2012 إلى عام 2014، و1 000-2 000 طن في عام 2015 و1-1 000 طن من عام 2016 إلى عام 2018 (NITE, 2018). وفي جمهورية كوريا، تم إنتاج 0.25 طن، واستيراد 58 طناً، واستُخدم 113 طناً في عام 2018 (Annex E, 2021).

26- وبين عامي 2016 و2019، استوردت عُمان العديد من المواد الكيميائية المحتوية على المادة UV-328 كأحد المكونات ولكن ليس كمادة خام. ومنذ عام 2020، لم تستورد عُمان المادة UV-328 (Oman, 2021).

27- ولا تُنتج المادة UV-328 في كوستاريكا وموناكو، ولم تبلغ أستراليا وبيرو وكولومبيا ومصر عن أي إنتاج من المادة UV-328 (Annex E, 2021). ولا تُستورد المادة UV-328 أو تُستخدم في البحرين (Bahrain, 2021).

28- وفي عرض خلال الاجتماع السادس عشر للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، أعلن مُنتج كبير للمادة UV-328 أنه قد بدأ عمداً في التخلص التدريجي من إنتاجها.

2-1-2 الاستخدامات

29- تمتص المادة UV-328 الطيف الكامل للأشعة فوق البنفسجية في عملية قابلة للانعكاس بالكامل وغير مدمرة (ECHA, 2014). ولذلك فهي تُستخدم كمادة تمتص الأشعة فوق البنفسجية لحماية الأسطح من تغير اللون والتحلل تحت الأشعة فوق البنفسجية/ضوء الشمس. ومعظم استخدامها في الطلاءات والدهانات السطحية (على سبيل المثال الطلاءات الشفافة المستخدمة لتلميع السيارات)، وكمادة مضافة في البلاستيك (مثل البلاستيك الشفاف وتغليف المواد الغذائية). كما تُستخدم في أحبار الطباعة والمواد اللاصقة المستخدمة في المواد الملامسة للأغذية (EuPIA, 2013).

30- وبشكل أكثر تحديداً، تُستخدم المادة UV-328 كمادة لتثبيت الأشعة فوق البنفسجية في أفلام التغليف الانكماشية البلاستيكية، والأثاث الخارجي، والطلاءات الشفافة المستخدمة لتلميع السيارات، وكذلك من أجل تثبيت الطلاءات إزاء الضوء، وراتنج أكريلونيتريل البيوتادين والإستيرين (ABS)، وراتنج الإيبوكسي، وراتنج الألياف،

والبولي بروبيلين (PP)، وكلوريد الفايثيل المتبلر (PVC) الجاسئ والمرن والبوليستيرين (PS) (Bolgar et al., 2016؛ ECHA, 2020b). كما أنها فعالة في تثبيت البوليستررات غير المشبعة والبولي أكريلات والبولي كربونات (PC) إزاء الضوء (ECHA, 2020b). وبالإضافة إلى ذلك، فإنها تُستخدم في مواد البناء، والحشو، ومعالجة الأسطح، والمواد اللاصقة، والدهانات/مواد التلميع/الورنيش، والمخففات، ومزيلات الدهانات، وأحبار الطباعة، والعلطور الاستهلاكية، والأقمشة/المنسوجات/المنتجات الجلدية، والمواد الخاملة في مبيدات الآفات (Danish EPA, 2015؛ ECHA, 2020b). ويوصى باستخدامها كمادة تمتص الأشعة فوق البنفسجية للبولي أوليفينات والبولي يوريثان وكلوريد الفايثيل المتبلر والبولي أكريلات والإيبوكسي والإيلاستومرات (ECHA, 2020b). ووُجدت المادة UV-328 في لعب الأطفال وإكسسوارات الشعر (Karlsson et al., 2022).

31- وفي أستراليا، تُستخدم المادة UV-328 في مواد منع التسرب الصناعية في منتجات السيارات ما بعد البيع (NICNAS, 2017). وفي كندا، استُخدمت نسبة 63 في المائة من المادة UV-328 في قطاع البلاستيك و37 في المائة في الدهانات والطلاءات في عام 1986؛ وتُستخدم حالياً المادة UV-328 في دهانات وطلاءات السيارات، وبكميات صغيرة كمادة مانعة للتسرب في صناعة السيارات، وكمادة مضافة في عبوات المواد الغذائية البلاستيكية في الطبقة غير الملامسة للأغذية (ECCC and Health Canada, 2016). وفي النرويج، تُستخدم المادة UV-328 أساساً في الدهانات والورنيشات، ولكن أيضاً في المطاط والمواد البلاستيكية الشفافة (Annex E, 2021). وفي السويد، تُستخدم المادة UV-328 أساساً كمادة مضافة في البلاستيك والدهانات والمواد المانعة للتسرب (Annex E, 2021). وفي روسيا، تُستخدم المادة UV-328 أساساً كمادة مثبطة للتآكل (عامل مضاد للتآكل)، وفي مواد تلميع الأسطح المعدنية، وكذلك لتحديد النقل الوزني للمعادن مثل النحاس والفضة والزنك (Annex E, 2021).

32- وفي مختلف الولايات القضائية، تُستخدم المادة UV-328 كمادة مضافة في الطبقة غير الملامسة للأغذية من المواد الملامسة للأغذية. ووفقاً لأداة FACET الخاصة بمركز البحوث المشتركة التابع للمفوضية الأوروبية (JRC)، أُدرجت المادة UV-328 على أنها تُستخدم في المواد الملامسة للأغذية (JRC, 2017). كما أن المادة UV-328 جزء من قائمة جرد عام 2013 لجمعية حبر الطباعة الأوروبية (EuPIA) للإضافات في حبر الطباعة المستخدم على الأسطح غير الملامسة للأغذية من المواد الملامسة للأغذية (EuPIA, 2013). وفي سويسرا، أُدرجت المادة UV-328 في "قائمة المواد المسموح بها لإنتاج أحبار التعبئة والمتطلبات ذات الصلة" من المرسوم الخاص بالمواد الملامسة للأغذية (Swiss FDHA, 2020). وفي الولايات المتحدة الأمريكية، فإن المادة UV-328 مدرجة في قائمة جرد إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية (FDA) للإضافات غير المباشرة المستخدمة في المواد الملامسة للأغذية (US FDA, 2021). وفي اليابان، أُدرجت المادة UV-328 في القائمة الإيجابية لعام 2020 للإضافات البلاستيكية الملامسة للأغذية (MHLW, 2020). وفي الصين، أُدرجت المادة UV-328 في قائمة المضافات الخاصة بالمواد والأدوات البلاستيكية الملامسة للأغذية (NHFPC, 2016).

33- وتقيد التقارير بأن هناك ثلاثة استخدامات رئيسية للمادة UV-328 في قطاع السيارات: (1) في لوحة الاستقطاب البصري وفيلم الاستقطاب للألواح الكريستالية السائلة (من النوع الخيطي فائق الالتواء) والعدادات المركبة على المركبات، (2) في الدهان، (3) في الراتنج المستخدم في الأجزاء الداخلية والخارجية (مثل مقابض الأبواب والرافعات) (JAPIA, 2021).

34- وفي الطلاءات، يتراوح تركيز المادة UV-328 الموصى به عادةً بين 1 و3 في المائة (بحسب الوزن، على أساس المواد الصلبة) (Hangzhou Sunny Chemical Corp Ltd., 2003). وبالنسبة لاستخدام المستهلك في الطلاءات الشفافة المستخدمة لتلميع السيارات وطلاء الأسطح الملساء غير الملامسة للماء في القوارب، تم تحديد تراكيزات للمادة UV-328 تصل إلى 10 في المائة في صحائف بيانات سلامة المواد في الولايات المتحدة الأمريكية (على النحو الوارد (ECCC and Health Canada, 2016).

35- وفي المواد البلاستيكية، عادةً ما يكون التحميل الموصى به للمادة UV-328 كمادة مضافة أثناء التصنيع 0.1-1 في المائة بحسب الكتلة (Hunan Chemical BV, 2016). والتوصيات الخاصة بالبوليمر تبلغ

0.3-0.15 في المائة للبولى كربونات، و0.2-0.4 في المائة للبولى إيثيلين (PE)، و0.2-0.5 في المائة للبولىستيرين (PS) وكلوريد الفايثيل المتبلر (PVC) و0.3-0.5 في المائة للبولىسترات (Disheng Technology, 2017). غير أن الدراسات الحديثة وجدت تركيزات أقل من المادة UV-328 في المواد البلاستيكية ومواد التعبئة والتغليف المنتجة في الفترة الأخيرة (Chang et al., 2013؛ وRani et al., 2017؛ وZhang et al., 2016). وخلصت دراسة Zhang et al., 2016 إلى أن المادة UV-328 موجودة في نطاق 25-76 ميكروغرام/غرام (0.0025-0.0076 في المائة بحسب الكتلة) في عبوات الحليب وعبوات الوجبات الخفيفة جنباً إلى جنب مع مواد أخرى تمتص الأشعة فوق البنفسجية. وأفادت دراسة (Chang et al. (2013 بوجود تركيز قدره 2.01 ميكروغرام/غرام من المادة UV-328 في عبوات مشروبات البولى إيثيلين تيريفثاللات (PET) التجارية و13.88 ميكروغرام/غرام في عبوات البولى إيثيلين (PE) منخفضة الكثافة (LDPE). وأفادت دراسة (Rani et al. (2017 بوجود تركيزات أقل في نطاق 0.0027-0.4 ميكروغرام/غرام في المواد البلاستيكية المنتجة حديثاً. وبالإضافة إلى ذلك، اكتشفت المادة UV-328 في البولى إيثيلين تيريفثاللات المعاد تدويرها بعد الاستهلاك المعد للإنتاج اللاحق للمواد الملامسة للأغذية، على الرغم من عدم الإبلاغ عن تركيز المادة UV-328 (Dutra et al., 2014).

36- والتحميل النموذجي للمادة UV-328 للاستخدام في المنسوجات غير معروف. وقامت دراسة Avagyan et al. (2015) بقياس كمية المادة UV-328 الموجودة في مواد الملابس المختلفة. ومن بين 26 قطعة ملابس مصنوعة من مواد مختلفة، اكتشفت المادة UV-328 بتركيز قدره 8.05 و108 نانوغرام/غرام في عينتين مكونتين أساساً من القطن.

2-3-1 الإطلاقات في البيئة

37- قد تكون هناك إطلاقات من المادة UV-328 في البيئة أثناء إنتاج واستخدام المادة لأغراض صناعية، وأثناء استخدامها في المنتجات، وعند التخلص من المنتجات أو معالجتها عند نهاية عمرها. ولا توجد بيانات تجريبية متاحة تحدد كمياً إطلاقات المادة UV-328 من مصادر مختلفة إلى البيئة. غير أن التقييم الكندي للمادة UV-328 يوفر تقديرات بشأن إطلاقات المادة UV-328 في المياه السطحية نتيجة الاستخدامات الصناعية للمادة UV-328 في قطاع تصنيع البلاستيك وقطاع الدهانات والطلاءات في كندا، والتركيزات البيئية المتوقعة (PEC) في المياه السطحية، والرواسب، والمواد البيولوجية الصلبة والترية في ظل سيناريوهات إطلاق مختلفة، يرد ملخص لها في الجدولين 4 و5. وتتوفر تفاصيل إضافية عن كيفية حساب التركيزات البيئية المتوقعة في التقييم الكندي في UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17. وبعد إطلاقها في المياه السطحية، من المحتمل أن تتقسم المادة UV-328 إلى جزيئات ومواد عضوية، وينتهي بها الأمر في الرواسب (ECCC and Health Canada, 2016).

الجدول 4- التركيزات البيئية المتوقعة الناتجة عن إطلاقات المادة UV-328 بسبب الاستخدامات الصناعية في قطاع البلاستيك. ويفترض استخدام 25 طناً لكل مرفق سنوياً. المصدر: ECCC and Health Canada, 2016

العامة	محددة الموقع	
$3^{-10} \times 8.81 - 4^{-10} \times 1.28$	$4^{-10} \times 2.52$	المياه السطحية بالقرب من نقطة التصريف (تركيز قصير المدى) (ملغم/لتر)
$4^{-10} \times 2.41 - 6^{-10} \times 3.52$	$6^{-10} \times 6.9$	المياه السطحية في المسطحات المائية المتلقية (تركيز طويل المدى) (ملغم/لتر)
6.80	0.19	الرواسب (ملغم/كغم من الوزن الجاف)
2446.23	18.62	المواد البيولوجية الصلبة (ملغم/كغم من الوزن الجاف)
94.60	0.64	الترية (ملغم/كغم من الوزن الجاف)

الجدول 5- التركيزات البيئية المتوقعة الناتجة عن إطلاقات المادة UV-328 بسبب الاستخدامات الصناعية في قطاع الدهانات والطلاءات. ويفترض استخدام 12 طناً لكل مرفق سنوياً. المصدر: ECC and Health Canada, 2016

محددة الموقع	العامة (طلاء قائم على المذيبات)	العامة (طلاء قائم على الماء)
المياه السطحية بالقرب من نقطة التصريف (تركيز قصير المدى) (ملغم/لتر)	10×4.92^{-5}	$10 \times 2.67^{-6} - 10 \times 7.78^{-4}$
المياه السطحية في المسطحات المائية المتلقية (تركيز طويل المدى) (ملغم/لتر)	10×1.35^{-6}	$10 \times 7.31^{-8} - 10 \times 2.13^{-5}$
الرواسب (ملغم/كغم من الوزن الجاف)	0.038	0.14
المواد البيولوجية الصلبة (ملغم/كغم من الوزن الجاف)	92.42	1016.62
التربة (ملغم/كغم من الوزن الجاف)	3.20	35.16

38- وأشارت النتائج الواردة في دراسات الرصد التي أجريت في خليج نارغانسيت، رود آيلاند، الولايات المتحدة الأمريكية، إلى الإطلاقات الصناعية كمصدر للمادة UV-328 في البيئة، حيث وجدت مستويات عالية من المادة UV-328 في الرواسب الجوفية الأسطوانية تقابل السنوات (1970-1985) التي تم خلالها تصنيع المادة UV-328 في مرفق إنتاج قريب (Cantwell et al., 2015؛ Hartmann et al., 2005؛ و Jungclaus et al., 1978؛ و Lopez-Avila & Hites, 1980).

39- ويعتبر تصريف المنتجات المحتوية على المادة UV-328 في مجاري النفايات مهماً لاكتشاف المادة UV-328 في المكونات البيئية المختلفة مثل المحيطات والأنهار والشواطئ والرواسب والتربة. ويرجع ذلك إلى أن المادة UV-328 لا ترتبط كيميائياً بالمواد، مما يعني أن عمليات مثل التآكل والارتشاح والتطاير يمكن أن تؤدي إلى إطلاق المادة UV-328 من المنتجات في البيئة. ولذلك تعتبر محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومدافن القمامة ومياه العواصف مصادر للمادة UV-328 في البيئة (Brorström-Lundén et al., 2011؛ و Montesdeoca-Esponda et al., 2021).

40- ووفقاً للنرويج، لوحظت انبعاث من المادة UV-328 في البيئات الداخلية والخارجية. واكتُشفت المادة UV-328 في الهواء الداخلي والغبار ومياه الصرف وحمامة مياه الصرف ومياه الأنهار والكائنات الحية في مناطق المصدر وفي الكائنات الحية في المناطق النائية (Annex E, 2021).

41- ومن المتوقع أن تدخل المادة UV-328 التربة من استخدام المواد البيولوجية الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي (Lai et al., 2014b) ونتيجة لتحلل المنتجات التي تم التخلص منها والمحتوية على المادة UV-328.

42- ومن الاستخدامات الرئيسية للمادة UV-328 هي استخدامها كمادة مضافة في البلاستيك. ولا تتوفر حالياً بيانات تحدد كمية إطلاقات المادة UV-328 الناتجة من المنتجات البلاستيكية للمستهلكين في البيئة. ومن المعروف أن كميات كبيرة من المواد البلاستيكية تُطلق في المحيطات (18.6-26.1 مليون طن) كل عام وينشأ ذلك عن مصادر أرضية ومحيطية على السواء (Borrelle et al., 2020; Ryan et al., 2009). وبمجرد وصول الحطام البلاستيكي إلى المحيط المفتوح، فمن المعروف أنه يتراكم داخل كل دوامة من دوامات المحيط بحيث يتراكم بكميات كبيرة (Eriksen et al., 2014). وبالتالي، فإن الحطام البلاستيكي الذي يحتوي على المادة UV-328 في مناطق تراكم الدوامات قد يعمل كمصدر لإطلاق المادة في البيئات المتلقية. واكتُشفت المادة UV-328 في جزء من الحطام البلاستيكي البحري بتركيزات قصوى قدرها 0.2-1.6 ميكروغرام/غرام (Rani et al., 2015, 2017؛ و Tanaka et al., 2020a)، وكذلك في البلاستيك الذي تبتلعه الطيور البحرية مثل فولمار القطب الشمالي والقطرس أسود القدمين (Tanaka et al., 2019a) وفي الطيور البحرية الأخرى التي تتغذى في المحيط المفتوح والمعروف

Yamashita et al., و Tanaka et al., 2019b) أنها تتبلع بشكل متكرر شظايا من الحطام البلاستيكي البحري (2021). وتوجد أيضاً المادة UV-328 في و/أو على الحبيبات البلاستيكية الصناعية على الشواطئ في جميع أنحاء العالم، وإن كان لا يمكن تمييزها إذا كانت ممتزجة أو في المصفوفة (Karlsson et al., 2021) (انظر الفقرة 82). وتشير البيانات الواردة من كندا إلى أن أنواع الطيور البحرية في المنطقة القطبية الشمالية، التي تُظهر تواتراً أعلى في ابتلاع المواد البلاستيكية، قد تكون عرضة أكثر للمادة UV-328 مقارنة بالأنواع ذات المستويات المنخفضة جداً أو التي لا تُذكر من المواد البلاستيكية المبتلعة. ولذلك قد تكون القمامة البلاستيكية المحتوية على المادة UV-328 مسار دخول مهماً للمادة UV-328 في البيئة البحرية، ومسار تعرض للكائنات الحية التي تتبلع البلاستيك (Yamashita et al., 2021؛ و Provencher et al., المُقدمة للنشر، 2022).

43- ويمكن أن يكون استخدام المادة UV-328 في المنسوجات مصدراً أيضاً لإطلاقات المادة UV-328 في البيئة ومحطات معالجة مياه الصرف عند غسل المنسوجات. وقد تبين أنه بعد 10 دورات غسل، أُزيل ما يصل إلى 80 في المائة من المادة UV-328 من المنسوجات المصنوعة من البوليستر (Luongo et al., 2016).

2-2 المصير البيئي

1-2-2 الثبات

44- تتسم المادة UV-328 بإمكانية تحلل منخفضة للغاية والعمر النصفي لاختفائها (DT_{50}) في التربة والرواسب طويل، وهو ما تم إثباته من خلال البيانات التجريبية وبيانات الرصد. ولهذه الأسباب، صُنفت المادة UV-328 في إطار نهج وزن الأدلة على أنها ثابتة وثابتة جداً في الاتحاد الأوروبي (Brandt et al., 2016)؛ و (ECHA, 2014).

45- ولا تحتوي المادة UV-328 على أي شق قابل للتحلل بالماء في تركيبها الكيميائي ولها خصائص كامنة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية، وبالتالي لا يُتوقع أن تتحلل بشكل كبير عن طريق التحلل المائي أو الأكسدة أو التحول الضوئي المباشر (ECHA, 2014).

46- وعلاوة على ذلك، فإن المادة UV-328 ليست قابلة للتحلل البيولوجي السهل. ففي اختبار للتحلل البيولوجي السهل وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 301 باء الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، خُلص إلى أن 2-8 في المائة فقط من المادة UV-328 قد تحللت بعد 28 يوماً في الحمأة المنشطة (Ciba-Geigy, 1988).

47- ورصدت إحدى الدراسات اختفاء المادة UV-328 من التربة الزراعية المعدلة بالحمأة (Lai et al., 2014a). وبالنسبة لهذه التجارب الميدانية، تم جمع الحمأة المنزوعة من الماء من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بيجين في أيار/مايو 2006 ثم تم تطبيقها على تربة اختبار مشبعة بالماء في شانغونغ، الصين. وتم تطبيق نوعين من أنواع المعالجة. واشتملت المعالجة الأولى على تطبيق لتعديل الحمأة لمرة واحدة على تربة الاختبار في أيار/مايو 2007، بينما تم تطبيق الحمأة، في المعالجة الثانية، كل عام في 5 تشرين الأول/أكتوبر من 2007 إلى 2010. واحتوت الحمأة المطبقة على تربة الاختبار المحتوية على المادة UV-328 بتركيز أولي قدره 2.6 ± 108 نانوغرام/غرام. ولم تُكتشف المادة UV-328 في التربة المرجعية (حيث لم يُطبق تعديل الحمأة). ومن تشرين الأول/أكتوبر 2010 إلى تشرين الأول/أكتوبر 2011، أُخذت عينات التربة كل شهر وجرى تحليلها. واستُبعدت البيانات من كانون الثاني/يناير وشباط/فبراير 2011 من التحليل بسبب صعوبة أخذ العينات خلال فترة الصقيع في شانغونغ. ولذلك، أجرى المؤلفون مطابقة دينامية لمنحنى البيانات من آذار/مارس إلى تشرين الأول/أكتوبر 2011 فقط. ومن هذه العملية، خُلص إلى أن العمر النصفي لاختفاء المادة UV-328 في التربة كان 179-218 يوماً للمعالجتين. وأجريت دراسة مماثلة في شانغونغ باستخدام نفس نوع تربة الاختبار؛ واستمرت التجارب الميدانية من تشرين الأول/أكتوبر 2006 إلى عام 2011 (Lai et al., 2014b). وخلص المؤلفون إلى أن العمر النصفي لاختفاء المادة يتراوح ما بين 99 و223 يوماً. وتشير هذه القيم إلى أن المادة UV-328 ثابتة في التربة. ومن المتوقع أن تكون فترات العمر النصفي للتحلل الفعلي للمادة UV-328 في التربة أطول، لأن العمر النصفي للاختفاء

يشمل عمليات خسارة أخرى بجانب التحلل، مثل التطاير، والارتشاح إلى طبقات التربة العميقة، والجريان السطحي، وما إلى ذلك.

48- وبالنظر إلى أنه لا توجد اختبارات محاكاة للمادة UV-328 في الرواسب والماء، أُجريت عملية استنباط لمادة ذات تركيبة مماثلة، وهي M1 (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 0-36-84268)، لتقدير الأعمار النصفية لاختفاء (DT₅₀) المادة UV-328 من الرواسب (ECHA, 2014). ويتماشى الأساس المنطقي لإجراء الاستنباط في هذه الدراسة مع إطار تقييم الاستنباط للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية، والذي ينص على أن المواد المتشابهة تركيبياً (على سبيل المثال نتيجة المجموعات الوظيفية المشتركة) يمكن اعتبارها فئة من المواد، وأنه يمكن إجراء استنباط على مادة مرجعية (مثل M1) لاستقراء معلومات عن مادة مستهدفة (مثل المادة UV-328) ضمن نفس فئة المواد (ECHA, 2017). كما أن المادة M1 هي بنزوتريازول فينولي ولا تختلف عن المادة UV-328 إلا في أن المادة M1 تحتوي على مجموعة n-حمض البروبيونيك ومجموعة ثلاثي بوتيل، بينما تحتوي المادة UV-328 على مجموعتين ثلاثي-البنثيل في الموضعين الرابع والسادس من المجموعة الفينولية. ونظراً لأن مجموعات حمض البروبيونيك أكثر قابلية للتحلل من مجموعات ثلاثي-البنثيل، فمن المتوقع أن يكون العمر النصفى لاختفاء المادة M1 أقصر من المادة UV-328 (Brandt et al., 2016). وخلص اختبار المحاكاة إلى أن العمر النصفى لاختفاء المادة M1 قدره 238 و248 يوماً في طور الرواسب في نظام البركة تحت الظروف اللاهوائية والهوائية، على التوالي (ECHA, 2014). ويشير ذلك إلى أن العمر النصفى لاختفاء المادة UV-328 في الرواسب سيكون 238 يوماً على الأقل.

49- وتؤكد بيانات الرصد أن المادة UV-328 ثابتة في الرواسب الجوفية الأسطوانية. وأجريت العديد من دراسات الرصد في خليج نارغانسيت، رود آيلاند، الولايات المتحدة الأمريكية، حيث أنتجت المادة UV-328 في مرفق قريب لتصنيع المواد الكيميائية بين عامي 1970 و1985 (Cantwell et al., 2015)؛ و Hartmann et al., 2005؛ و Jungclaus et al., 1978؛ و Lopez-Avila & Hites, 1980). وخلصت دراسة Cantwell et al., 2015 إلى أن أعلى تركيز للمادة UV-328 في الرواسب الجوفية الأسطوانية كان 74 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف، في عام 1976، عندما كانت لا تزال تُنتج في المرفق المجاور. وتراوحت تراكيز المادة UV-328 بالقرب من السطح، والتي تتوافق مع السنوات الأخيرة (ما بعد الإنتاج)، بين 3 و6 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف. وأشارت دراسة Hartmann et al. (2005) إلى وجود اتجاهات تركيز مماثلة. وتؤيد هذه البيانات الثبات البيئي للمادة UV-328 في الرواسب.

50- ووفقاً لأداة فرز الثبات، وهي وحدة BIOWIN 4.10 من طقم برمجيات واجهة برنامج التقدير، حصلت المادة UV-328 على درجة قدرها 2.054 في Biowin3، وهو نموذج فرعي لتقدير التحلل البيولوجي النهائي للمواد في البيئات الهوائية (محسوباً للشكل المفتوح). ويترجم هذا إلى عمر نصف قدره 74 يوماً للمادة UV-328 في الماء و136 يوماً في التربة، بناءً على المعادلات التالية الموصوفة في (Scheringer et al., 2012)؛ و Rorije et al. (2011) و Boethling et al. (1995):

$$\log t_{1/2 \text{ water}} = -0.80 \cdot \text{score}_{\text{Biowin3}} + 3.51 \quad (\text{حيث تُحسب } t_{1/2} \text{ بالأيام})$$

$$t_{1/2 \text{ soil}} = 1.85 \cdot t_{1/2 \text{ water}}$$

حيث $t_{1/2 \text{ water}}$ و $t_{1/2 \text{ soil}}$ العمر النصفى في الماء والتربة، على التوالي.

وتعتمد المعادلة الأولى على قيم العمر النصفى والدرجات الواردة في دليل المستخدم لطقم برمجيات واجهة برنامج التقدير (Scheringer et al., 2012). واشتُقت المعادلة الثانية من بيانات التحلل البيولوجي من الدراسات التي تنطوي على أخذ العينات من موقع واحد وفي وقت واحد، مع التركيز على المعدلات النسبية للتحلل البيولوجي الهوائي في المياه العذبة والتربة السطحية (Boethling et al., 1995). ويتجاوز العمر النصفى التقديري البالغ 74 يوماً في الماء العتبة الواردة في المرفق دال وقدرها شهرين للثبات في الماء.

51- واستناداً إلى الأدلة التي تفيد بأن العمر النصفى لتحلل المادة UV-328 أكبر من العتبات الواردة في المرفق دال وقدرها ستة أشهر في التربة وستة أشهر في الرواسب وشهرين في الماء، فإن المادة UV-328 تفي بمعايير الثبات.

2-2-2 التراكم البيولوجي

52- يزيد معامل تفرق المادة UV-328 في الأوكنتاول/الماء ($\log K_{ow}$) عن 5، مما يشير إلى إمكانية تراكمها بيولوجياً. وتتجاوز عوامل التركيز البيولوجي (BCF) المقاسة وعوامل التراكم البيولوجي المنمذجة (BAF) العتبة الواردة في المرفق دال وقدرها 5 000 ومعدلات التحول الاستقلابي منخفضة، مما يؤكد أن المادة UV-328 تتراكم بيولوجياً. وتُصنف المادة UV-328، بموجب لائحة الاتحاد الأوروبي بشأن تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها، على أنها تتراكم بيولوجياً بالإضافة إلى أنها شديدة التراكم بيولوجياً (ECHA, 2014).

53- ويحدث التراكم البيولوجي للمادة UV-328 أساساً بعد أن تتناول الكائنات المادة UV-328 من خلال نظامها الغذائي، وهناك دليل على التراكم البيولوجي للمادة UV-328 في النظم الإيكولوجية المائية.

54- وتم اختبار التراكم البيولوجي للمادة UV-328 في الكائنات المائية في دراستين (بروتوكول المبادئ التوجيهية للاختبار رقم 305 جيم الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، 2000، و2007) على الشبوط الشائع، *Cyprinus carpio* (ECHA, 2014, 2020a). وفي الدراسة التي أجريت في عام 2007، تعرض الشبوط للمادة UV-328 في الماء على مدى 60 يوماً بتركيز اسمي قدره 0.1 و0.01 ميكروغرام/لتر. وكان متوسط التركيزات المقاسة قدره 0.102 ميكروغرام/لتر و0.0095 ميكروغرام/لتر على التوالي. وتتراوح عوامل التركيز البيولوجي للمادة UV-328 عند 0.1 ميكروغرام/لتر بين اليوم 40 واليوم 60 من 820 إلى 1 000 لتر/كغم من الوزن الرطب. وعند معايرة عوامل التركيز البيولوجي لمحتوى دهني بنسبة 5 في المائة، تراوحت العوامل بين 980 و1 190 لتر/كغم من الوزن الرطب، على التوالي. وتتراوح عوامل التركيز البيولوجي للمادة UV-328 عند 0.01 ميكروغرام/لتر بين اليوم 40 و60 من 980 إلى 1 800 لتر/كغم من الوزن الرطب. وكان متوسط محتوى الدهون في الأسماك 4.9 في المائة، ولذا فإن محتوى الدهون المعايير لنسبة 5 في المائة لن يغير هذه القيم بشكل كبير. وكانت فترات العمر النصفى للتتقية 33 يوماً بتركيز قدره 0.01 ميكروغرام/لتر و16 يوماً بتركيز قدره 0.1 ميكروغرام/لتر. ونظراً لعدم الإبلاغ عن أي معلومات عن وزن الأسماك أو معدلات نموها، فليس من الممكن إعادة حساب عوامل التركيز البيولوجي من معدل التنقية باستخدام أداة تقدير عوامل التركيز البيولوجي (OECD, 2020). وبالإضافة إلى التركيزات في جسم الشبوط بالكامل، قدمت هذه الدراسة قياسات لعوامل التركيز البيولوجي من أنسجة مختلفة. ولوحظت أعلى عوامل التركيز البيولوجي في الأحشاء، تليها الرأس ثم الجلد والأجزاء الصالحة للأكل.

55- وفي دراسة عام 2000، تعرض الشبوط للمادة UV-328 في الماء لأكثر من 56 يوماً بتركيزات (مُقاسة) قدرها 0.78 و0.07 ميكروغرام/لتر. غير أنه تجدر الإشارة في هذه الحالة إلى أن المادة UV-328 هي مادة كيميائية شديدة الكره للماء وذوبان مقيس في الماء قدره 0.07 ± 0.17 ميكروغرام/لتر (Ngoc Do et al., 2021). وكان تركيز التعرض الأعلى، أي 0.78 ميكروغرام/لتر، أعلى من قابلية الذوبان في الماء. وبالتالي، فإن المبالغة في تقدير تركيز المادة UV-328 في الماء بالنسبة للتركيز الأعلى في الاختبارات يمكن أن تؤدي إلى تقدير عوامل التركيز البيولوجي بأقل من قيمتها. ولذلك، فإننا نبلغ هنا عن عوامل التركيز البيولوجي من تركيز التعرض المنخفض فقط. وتراوحت قيم عوامل التركيز البيولوجي غير الدهني المعايير في نهاية فترة التعرض في الحالة المستقرة (الأسبوع 6 إلى 8) لتركيز تعرض قدره 0.07 ميكروغرام/لتر بين 4 400 و4 800 لتر/كغم من الوزن الرطب (ECHA, 2014). وتؤدي معايرة هذه القيم إلى محتوى دهني بنسبة 5 في المائة باستخدام محتوى الدهون في بداية التعرض (4.2 في المائة، لم يجر الإبلاغ عن أي محتوى دهني في نهاية فترة التعرض) إلى قيم لعوامل التركيز البيولوجي في الحالة المستقرة تتراوح بين 5 200 و6 600 لتر/كغم من الوزن الرطب. وكان متوسط عوامل التركيز البيولوجي الدهني الطبيعي في الحالة المستقرة 5 500 لتر/كغم من الوزن الرطب. ووفقاً للمبدأ 305 من المبادئ التوجيهية لاختبارات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، لم يتم الوصول إلى الحالة المستقرة (وعلى أية

حال، كان من الممكن أن يؤدي الحساب إلى معامل تركيز بيولوجي حركي أكبر من 5000 لتر/كغم). وكان العمر النصفي للتقنية عند 0.78 ميكروغرام/لتر و0.07 ميكروغرام/لتر من مستويات التعرض للمادة UV-328 قدره 26 يوماً و24 يوماً على التوالي. ويمكن تفسير قيم عوامل التركيز البيولوجي التي تكون قيمتها الأسية أقل بمقدار واحد في هاتين الدراستين في الشبوط الشائع جزئياً بالتباين المرتفع نسبياً بين الأنواع فضلاً عن اعتبارات التحديات المرتبطة بمواد الاختبار ذات القابلية المنخفضة للذوبان في الماء.

56- واستناداً إلى النمذجة الحركية لبيانات عوامل التركيز البيولوجي التجريبية، فإن المادة UV-328 لها معدل تحول استقلابي منخفض بثابت معدل استقلابي محسوب قدره 0.01/يوم لسمة يبلغ وزنها 184 غراماً (ECCC and Health Canada, 2016).

57- وتجدر الإشارة إلى أن عوامل التركيز البيولوجي لا تأخذ في الاعتبار سوى التعرض التنفسي لمادة ما من الماء، ولا تأخذ في الاعتبار تناول الغذاء للمادة. ونظراً لأن قابلية المادة UV-328 للذوبان في الماء منخفضة ومن المرجح أن يتم تناولها من خلال النظام الغذائي للكائن أكثر من تناولها من خلال الماء، فإن البارامتر المناسب لتقييم إمكانات التراكم البيولوجي للمادة UV-328 هي النظر في عامل التراكم البيولوجي المنذج للمادة بعد التصحيح لمراعاة التحول الاستقلابي.

58- ووفقاً لنموذج (v1.3) AQUAWEB، يُقدر عامل التراكم البيولوجي المنذج للمادة UV-328 في الأسماك ذات المستوى الغذائي المتوسط بنحو 87 000 لتر/كغم من الوزن الرطب، مما يشير إلى عامل تضخم بيولوجي كبير في الكائنات المائية عند تناول الغذاء للمادة UV-328 (Arnot & Gobas, 2004)؛ و (ECCC and Health Canada, 2016). كما تتنبأ تقديرات طعم برمجيات واجهة برنامج التقدير لعوامل التركيز البيولوجي وعوامل التراكم البيولوجي المنذجة بتراكم بيولوجي للمادة UV-328 في شبكة الغذاء البحرية (US EPA, 2012).

59- وتم رصد المادة UV-328 في خنازير البحر العديمة الزعانف (*Neophocaena phocaenoides*) في بحر آرياكه في اليابان، من عام 1998 إلى عام 2009 (Nakata et al., 2010). وفي المتوسط، وجد 29 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب من المادة UV-328 في عينات شحوم خمس من خنازير البحر العديمة الزعانف. واستناداً إلى محتوى الشحوم في خنازير البحر العديمة الزعانف وأجزاء الوزن من الشحوم (29 في المائة في المتوسط)، كان تركيز المادة UV-328 في الجسم بأكمله 8.4 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب. وإذا تمت معايرة القيم باستخدام محتوى الشحوم الدهنية لخنازير البحر العديمة الزعانف إلى محتوى دهني قدره 5 في المائة، يتم الحصول على قيمة 1.9 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب من المادة UV-328. ويسمح ذلك بمقارنة قيم المادة UV-328 في خنازير البحر العديمة الزعانف وفي الأسماك الصغيرة التي أُخذت عينات منها أيضاً من بحر آرياكه خلال عامي 2004 و2007 (Nakata et al., 2009). وكان محتوى المادة UV-328 المعايير للدهون في خنازير البحر العديمة الزعانف أعلى بأربع مرات منه في الأسماك الصغيرة، في حين كان محتوى المادة UV-328 المعايير لغير الدهن في خنازير البحر العديمة الزعانف أعلى بمقدار 30 مرة منه في الأسماك الصغيرة المأخوذة من نفس المنطقة (Nakata et al., 2009, 2010). وترد القيم في الجدول 6.

الجدول 6- تركيزات المادة UV-328 الموجودة في خنازير البحر العديمة الزعانف والأسماك الصغيرة المأخوذة من بحر آرياكه في اليابان. تم الإبلاغ عن التركيزات بالنانوغرام/غرام من الوزن الرطب.

المرجع (المراجع)	الدهون بعد المعايرة (دهون بنسبة 5 في المائة)	الجسم بأكمله	الشحم (متوسط المحتوى من الدهون (80 في المائة))	
Nakata et al., 2010	1.3 ± 1.9	5.5 ± 8.4	19 ± 29	خنازير البحر العديمة الزعانف
Nakata et al., 2009	0.2 ± 0.5	0.3 ± 0.25	–	الأسماك الصغيرة

60- واستناداً إلى سلوك تغذية خنازير البحر العديمة الزعانف وفرائسها، فإن المسار المعقول للتراكم البيولوجي للمادة UV-328 في خنازير البحر العديمة الزعانف هو من خلال التحويل الغذائي: بدءاً من الكائنات القاعية التي تتناول المادة UV-328 من الرواسب، وتتناول فرائس خنازير البحر العديمة الزعانف للمادة UV-328 عن طريق التغذية على الكائنات القاعية، وفي النهاية تتناول خنازير البحر العديمة الزعانف للمادة UV-328 عن طريق التغذية بتناول الفرائس (ECHA, 2014). ومن المعروف أن خنازير البحر العديمة الزعانف في بحر آرياكه تتغذى على الأسماك الصغيرة مثل القاروص (*Lateolabrax japonicus*) والسماك الرملي (*Parapercis sexfasciata*)، وكذلك رأسيات القدم (مثل الحبار) والقشريات (مثل الجمبري) (Shirakihara et al., 2008)، التي خلص إلى أن المادة UV-328 تتراكم فيها في بحر آرياكه (Nakata et al., 2009). وبناءً على هذه البيانات الميدانية، أُفيد بأن المادة UV-328 تنتشر في المقترسات العليا (ECHA, 2014). وتجدر الإشارة إلى أن رصد المادة UV-328 في خنازير البحر العديمة الزعانف أجريت على مدى فترة طويلة من الزمن وشمل عينة صغيرة الحجم، وأن عينات خنازير البحر العديمة الزعانف وفرائسها أُخذت في أوقات مختلفة. ومع ذلك، تجدر الإشارة أيضاً إلى أن خنازير البحر العديمة الزعانف يمكن أن تعيش حتى 30 عاماً ويمكن أن تتراكم فيها المواد الكيميائية طوال حياتها.

61- وفي دراسة أجريت في دلتا نهر بيرل بالصين، تم جمع تسعة أنواع من الأسماك البرية للمياه العذبة مع عينات من مياه الأنهار بقصد تقييم التراكم البيولوجي للمادة UV-328 ومرشحات أخرى للأشعة فوق البنفسجية (Peng et al., 2020). ونتيجة اكتشاف كميات منخفضة من المادة UV-328، لم يجر الإبلاغ عن عوامل التراكم البيولوجي المنمذجة للمادة UV-328 في هذه الدراسة. ومع ذلك، أبلغت الدراسة عن عامل لتراكم الرواسب في الكائنات الحية (BSAF) قدره 1.96 ± 1.36 وعامل تضخيم غذائي (TMF) قدره 0.1 ± 1.2 . ويشير كل من عامل تراكم الرواسب في الكائنات الحية الذي يزيد عن 1 وعامل تضخيم غذائي يزيد عن 1 إلى احتمال تراكم المادة UV-328 بيولوجياً بسبب التعرض للرواسب الملوثة وحدث تضخم غذائي، على التوالي. وبالنظر إلى ما أُشير إليه من اكتشاف كميات منخفضة للمادة UV-328، ينبغي التعامل مع هذه القيم بحذر.

62- ومن حيث التوافر البيولوجي في الثدييات، يتوقع نموذج *Percepta* لشركة *Advanced Chemistry Development Inc (ACD)* أن المادة UV-328 لن تتأين في الأمعاء الدقيقة ومن المرجح أن يتم امتصاصها إلى حد معين في الجهاز الهضمي بعد تناول جرعة فموية (ECCC and Health Canada, 2016). واستناداً إلى الخواص الكارهة للماء للمادة UV-328، من المتوقع أن يكون الكبد هو موقع الاستقلاب الرئيسي، وستُفرز المستقلبات في الغالب عن طريق الكلى. وتدعم ذلك الملاحظات من دراسات السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت على المادة UV-328 والتي تمت مناقشتها في الفرع 1-1-4-2 فضلاً عن دراسات السمية الحركية التي أجريت على البشر، والتي تُناقش أدناه. ووفقاً لملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها، من غير المرجح أن تمتص الكائنات الحية المادة UV-328 عن طريق الجلد (ECHA, 2020a).

63- وفي دراسة حديثة عن الاستقلاب وحركية المادة UV-328 في البشر، تم إعطاء المادة UV-328 عن طريق الفم بجرعة قدرها 0.3 ملغم/كغم من وزن الجسم لثلاثة متطوعين بالغين من البشر (Denghel et al., 2021).

وبعد 72 ساعة، لم يجر استعادة إلا حوالي 0.1 في المائة فقط من الجرعة المعطاة على شكل مادة UV-328 ومستقلباتها في البول. ومن المستقلبات التي تم تحديدها، احتوى اثنان على بدائل هيدروكسي، واحتوى اثنان على بدائل أوكسو واحتوى مستقبل واحد على بدائل هيدروكسي وأوكسو (Denghel et al., 2021). وحدثت الاستبدالات في مجموعات ثلاثي البنثيل من الشق الفينولي، بينما ظلت مجموعة البنزوتريازول دون تغيير (Denghel et al., 2021). ويشير الاستقلاب البطيء الذي لوحظ في هذه الدراسة إلى ارتشاف المادة UV-328 التي يمكن تخزينها في مستودعات الدهون، وقد يُتوقع تراكم المادة UV-328 وبعض مستقلباتها لسيناريوهات التعرض المتكرر بسبب الأهمية الطفيفة للتخلص عن طريق الكلى والحركية البطيئة (Denghel et al., 2021). وبالإضافة إلى ذلك، خلصت دراسة عن العلاقات بين الهيكل والنشاط لمختلف مرشحات الأشعة فوق البنفسجية من البنزوتريازول بألبومين المصل البشري، وهو بروتين النقل الأكثر وفرة في البلازما البشرية، إلى أن المادة UV-328 يمكن أن ترتبط بألبومين المصل البشري وتسبب تغيرات في التشكل (Zhuang et al., 2016). وتعتبر القدرة على الارتباط بالبروتينات في الدم، جنباً إلى جنب مع تصفية الاستقلاب المنخفضة والإفراز البطيء في البول، من المؤشرات الجيدة لإمكانية ومدى التراكم البيولوجي لأي مادة كيميائية (Tonnelier et al., 2012). ولذلك قد تكون نتائج دراستي (Denghel et al., 2021) و (Zhuang et al., 2016) مؤشراً على احتمال التراكم البيولوجي للمادة UV-328 في البشر.

64- وفي الختام، تشير قيم عوامل التركيز البيولوجي المشتقة تجريبياً لسماك الشبوط التي تزيد عن 5 000 وقيم عامل التراكم البيولوجي المنمذج المقدر التي تزيد إلى 5 000 إلى أن المادة UV-328 تفي بمعايير التراكم البيولوجي. ويدعم ذلك الاقتراح الذي يفيد بأن المادة UV-328 تزيد في الكائنات المفترسة العليا بناءً على البيانات الميدانية المقدمة لخنازير البحر العديمة الزعانف وفرائسها، وعلى قياسات عامل تراكم الرواسب في الكائنات الحية الذي يزيد عن 1 وعامل التضخيم الغذائي الذي يزيد عن 1.

2-2-3 القدرة على الانتقال البيئي بعيد المدى

65- لدى المادة UV-328 القدرة على الانتقال البعيد المدى في الغلاف الجوي عبر الهباء الجوي بسبب ارتفاع معامل التفرق لامتزاز التربة ($\log K_{OC}$)، ومعامل التفرق في الأوككتاؤل/الماء ($\log K_{OW}$)، ومعامل التفرق في الأوككتاؤل/الهواء ($\log K_{OA}$)؛ انظر دراسة (Bidleman et al., 1990)، حيث توجد أدلة مستفيضة على الانتقال البيئي بعيد المدى للمواد الكيميائية عالية معامل التفرق لامتزاز التربة (K_{OC}). وتشير التقارير أيضاً إلى أن المادة UV-328 تخضع لانتقال بعيد المدى عبر الحطام البلاستيكي (Andrade et al., 2021؛ Rani et al., 2017؛ Tanaka et al., 2020a؛ و Yamashita et al., 2021). وبالإضافة إلى ذلك، قد تخضع المادة UV-328 لانتقال بعيد المدى عن طريق الأنواع المهاجرة، مثل الطيور البحرية (Yamashita et al., 2021).

66- ومن غير المتوقع أن تنتقل المادة UV-328 انتقالاتاً بعيد المدى في الهواء في الطور الغازي، ولا في الماء في الطور المائي. ويرجع ذلك إلى خواصها الفيزيائية والكيميائية، أي ضغط البخار المنخفض، ومعامل التفرق في الهواء/الماء المنخفض (K_{AW})، والعمر النصف التقديري القصير في الهواء في الطور الغازي، وقابلية الذوبان المنخفضة في الماء، والامتزاز العالي للتربيب.

67- وفي حين أن المادة UV-328 لم تُدرج بانتظام في حملات الرصد، فقد خلصت الدراسات الحديثة إلى وجود المادة UV-328 عند ترددات كشف عالية في الكائنات الحية في المناطق النائية مثل القطب الشمالي وكذلك في الجزر النائية (مثل جزيرة غوف وجزيرة ماريون) حيث لا توجد مصادر معروفة للمادة UV-328 أو استخدام لها (Lu et al., 2019a؛ و Schlach et al., 2018؛ و Yamashita et al., 2021). وتشير النتائج إلى أن المادة UV-328 خضعت لانتقال بيئي بعيد المدى من المصدر إلى المناطق النائية. وناقش أدناه ثلاث طرق للانتقال البيئي بعيد المدى للمادة UV-328، أي عبر الهواء والماء والأنواع المهاجرة.

الانتقال البيئي البعيد المدى عبر الهواء

68- للمادة UV-328 درجة عالية من التفرق وفقاً لمعامل التفرق في الأوكتانول/الماء ($\log K_{OW}$) ومعامل التفرق لامتزاز التربة ($\log K_{OC}$) ومعامل التفرق في الأوكتانول/الهواء ($\log K_{OA}$). ويشير معامل التفرق في الأوكتانول/الهواء ($\log K_{OA}$) المرتفع (أكثر من 10) إلى أن المادة UV-328 تتجزأ في الهباء الجوي ومن المرجح أن يكون الجزء المتبقي في الطور الغازي صغيراً. ووفقاً للإعدادات العامة لأداة الفرز لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتقدير الثبات الإجمالي (P_{OV}) وإمكانية الانتقال بعيد المدى (LRTP)، التي استُخدمت في تقييمات الملوثات العضوية الثابتة في الماضي، فإن نسبة المادة UV-328 المرتبطة بالجسيمات تبلغ 62 في المائة. وتؤكد بيانات الرصد البيئي (انظر القسم 2-3-1-2) أن المادة UV-328 ترتبط بهذه الجسيمات في الهواء (Wu et al., 2020؛ و Maceira et al., 2019).

69- ولم تُقاس تجريبياً أية ثوابت معدل من الدرجة الثانية لتحلل المادة UV-328 في الطور الغازي مع شقوق الهيدروكسيل. وكانت ثوابت المعدل من الدرجة الثانية لتحلل المادة UV-328 في تفاعل الطور الغازي مع شقوق الهيدروكسيل المحسوبة بواسطة AOPWIN v.1.92 و COSMOtherm 2020 قدرها $10^{-11} \times 1.58$ وبمتوسط $10^{-11} \times 2.3$ سم³ جزيء⁻¹ ثانية⁻¹، على التوالي (US EPA, 2012؛ و COSMOtherm, 2020). وبمتوسط تركيز لثقب الهيدروكسيل على مدار 24 ساعة في الهواء قدره 7.5×10^5 جزيئات هيدروليكية/سم³ (على النحو المطبق في AOPWIN)، فإن العمرين النصفين لتفاعل الطور الغازي للمادة UV-328 في الغلاف الجوي مع شق الهيدروكسيد المنتج ضوئياً كيميائياً والمقدران عن طريق AOPWIN v.1.92 و COSMOtherm 2020 قدرهما 16.3 ساعة و 11.2 ساعة على التوالي. غير أنه بالنظر إلى أوجه عدم اليقين بشأن ثابت المعدل من الدرجة الثانية (انظر UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17)، يمكن أن تكون الأعمار النصفية لتحلل المادة UV-328 في تفاعل الطور الغازي مع شق الهيدروكسيد عالية أيضاً حيث تبلغ من 22 ساعة إلى 112 ساعة (11.2 ساعة مضروبة في عامل قدره 1.94 و 16.3 ساعة مضروبة في 6.88 على التوالي). وتستند هذه العوامل المُقدرة إلى مادتين عاليتي الكلور، ولا يُعرف مدى قابليتها للتطبيق على المادة UV-328، التي لا تحتوي على ذرات كلور.

70- واستخدمت أداة الفرز لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتقدير الثبات الإجمالي (P_{OV}) وإمكانية الانتقال بعيد المدى (LRTP) لتقدير القدرة على الانتقال بعيد المدى للمادة UV-328 عبر الهواء. وترد معلمات المدخلات في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17. وباستخدام الأعمار النصفية لتحلل لتفاعل الطور الغازي مع شقوق الهيدروكسيل من COSMOtherm، كانت قيم الثبات الإجمالي (P_{OV}) ومسافة الانتقال المميزة (CTD) وكفاءة النقل (TE) للمادة UV-328 قدرها 196 يوماً و 535 كم و 0.32 في المائة، على التوالي.

71- وفي أداة الفرز لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتقدير الثبات الإجمالي وإمكانية الانتقال بعيد المدى، يؤدي عمر نصفي لتحلل قدره 22 ساعة في الطور الغازي إلى إمكانية الانتقال بعيد المدى لمدة 196 يوماً، ومسافة انتقال مميزة قدرها 920 كم وكفاءة نقل نسبتها 0.95 في المائة، وتضع المادة UV-328 في وضع مشابه جداً للدوديكان الحلقي السداسي البروم أو المركب الثنائي الفينيل المتعدد الكلور-28 (PCB-28). ويؤدي العمر النصفية لتحلل الضوئي البالغ 112 ساعة في الطور الغازي إلى ثبات إجمالي قدره 196 يوماً، ومسافة انتقال مميزة قدرها 2 422 كم وكفاءة نقل قدرها 6.6 في المائة، مما يضع المادة UV-328 في نطاق الملوثات العضوية الثابتة المعترف بها.

72- وتجدر الإشارة إلى أن المادة UV-328 لم تُرصد بانتظام في الهواء في المناطق النائية. ووفقاً للدراسة الوحيدة المتاحة التي أجرت قياساً للمادة UV-328 في هواء القطب الشمالي، لم تُكتشف المادة UV-328 في عينات جزيئات الهباء الجوي المأخوذة من جبل زيبلين وني أليسوند في جزيرة سفالبارد (Schlabach et al., 2018).

73- ووُصف الانتقال في الغلاف الجوي مؤخراً بأنه مسار مهم لانتقال الجسيمات البلاستيكية الدقيقة المتصلة بالطرق إلى المناطق النائية (Evangelidou et al., 2020). ويمكن أن تتراوح كفاءات انتقال المواد البلاستيكية الدقيقة عبر هذا الطريق إلى القطب الشمالي بين 0.46 في المائة و 10 في المائة، حسب ما إذا كانت المواد البلاستيكية الدقيقة مرتبطة بالجسيمات الدقيقة العالقة $PM_{2.5}$ أو PM_{10} (Evangelidou et al., 2020). واكتُشفت

المادة UV-328 في عينات غبار الطريق من طريق به حركة مرور كبيرة في مقاطعة كوماموتو في اليابان، بتركيز قدره بين 2 و 40 نانوغرام/غرام من الوزن الجاف، حسب كثافة حركة المرور (Nakata et al., 2013)، مما يشير إلى احتمال إطلاق المادة UV-328 في البيئة عبر جزيئات غبار الطريق. ولذلك فمن المعقول أنه عندما تتحلل المنتجات المحتوية على المادة UV-328 إلى جزيئات بلاستيكية دقيقة، على سبيل المثال في شكل جزيئات تآكل الإطارات، قد تنتقل المادة UV-328 انتقالاتاً بعيد المدى عبر الغلاف الجوي جنباً إلى جنب مع المواد البلاستيكية الدقيقة إلى مناطق نائية، بشرط ألا تتحلل المادة UV-328 أو تتفصل عن جزيئات البلاستيك الدقيقة.

الانتقال البيئي البعيد المدى عبر الماء

74- تم توثيق الانتقال بعيد المدى للحطام البلاستيكي والجسيمات البلاستيكية الدقيقة (المواد البلاستيكية التي يقل حجمها عن 5 مم) في البيئة البحرية على نطاق واسع (Eriksen et al., 2014؛ و Howell et al., 2012؛ و Maximenko et al., 2012؛ و Obbard, 2018؛ و Van Sebille et al., 2020). وتشير التقديرات إلى إلقاء 18.6 إلى 26.1 مليون طن من البلاستيك في المحيطات كل عام (Borrelle et al., 2020) وأن 330 إلى 485 مليون طن من البلاستيك ربما قد تكون موجودة في المحيطات الآن (Andrade et al., 2021). ولا يمكن إزالة الحطام البلاستيكي عملياً عن طريق التدخل البشري. وفي البيئة البحرية، تخضع المواد البلاستيكية للتجوية وتنقسم إلى شظايا أصغر ومواد بلاستيكية دقيقة تعتبر ثابتة بسبب عدم قابليتها للتحلل البيولوجي (ECHA, 2020c). ويوجد الحطام البلاستيكي والجسيمات البلاستيكية الدقيقة على نطاق واسع في المحيطات ويمكن أن ينتقل الحطام البلاستيكي العائم انتقالاتاً بعيد المدى عبر التيارات البحرية (Lebreton et al., 2012؛ و van Sebille et al., 2012). ويؤدي اختلاف المواد البلاستيكية إلى اختلاف سلوك الانتقال والتجزئة والارتشاح في ظل الظروف البيئية (Andrady & Rakapakse, 2016). وبالنسبة للإضافات التي لا ترتشح من البلاستيك (الحطام) إلى الماء على مدى فترة طويلة من الزمن، يمكن أن يعمل الحطام البلاستيكي كوسيط بيئي أو "ناقل" للانتقال البحري بعيد المدى للإضافات البلاستيكية إلى المناطق النائية (Andrade et al., 2021). ونظراً لأن المادة UV-328 عبارة عن مادة مضافة بلاستيكية ذات تحميل موصى بها عادةً نسبته 0.1-1 في المائة من الوزن ولكنها لا ترتشح بشكل كبير من البلاستيك إلى الماء (Pouech et al., 2014)، فإن الحطام البلاستيكي البحري الذي يحتوي على المادة UV-328 يمكن أن يكون المصدر المعني للمادة UV-328 في المناطق النائية. ويخضع جزء المادة UV-328 الذي لا يتحلل في الحطام البلاستيكي ولا يرتشح من المصفوفة البلاستيكية بسرعة لانتقال بيئي بعيد المدى. والأهم من ذلك هو أن هذا الجزء غير ساكن لأن الارتشاح والانتقال إلى البيئة البحرية يمكن أن يحدث بالتوازي، أي قد يكون هناك بعض الارتشاح المستمر للمادة UV-328 أثناء الانتقال البيئي عن طريق الحطام البلاستيكي لأن تركيز المادة UV-328 في الحطام البلاستيكي ليس في حالة توازن مع مياه المحيطات المحيطة ولأن الظروف في البيئة البحرية ربما تكون قد تعزز ارتشاح المادة UV-328 إلى الماء.

ارتشاح المادة UV-328 من البلاستيك إلى الماء

75- بحثت دراسة Pouech et al., 2014 على انتقال المادة UV-328 إلى الماء من ثلاثة أنواع من البوليمرات التجارية، وهي البولي بروبيلين والبولي سيكلوفين والبوليستر المختلط. وأجريت تجارب الارتشاح في درجات حرارة مختلفة ووفقاً لقيم مختلفة لدرجة الحموضة. وأجري نوع واحد من تجارب الارتشاح في موصدة (أوتوكلاف) حيث تم غمر 25 غم من كريات البوليمر المحتوية على المادة UV-328 في 100 مل من الماء، وتنفيذ نظام درجة الحرارة التالي في الموصدة: من صفر إلى 20 دقيقة، بتدرج خطي من 25 درجة مئوية إلى 121 درجة مئوية؛ و 121 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة؛ وتنخفض إلى 40 درجة مئوية والإبقاء على 40 درجة مئوية لمدة شهر واحد. وتم اختبار حالتين من درجات الحموضة: درجة حموضة 2 ودرجة حموضة محايدة. وأجري النوع الآخر من التجارب في درجة حرارة الغرفة وفي ثلاث حالات من درجات الحموضة: درجة حموضة 2، ودرجة حموضة محايدة ودرجة حموضة 9. وفي هذا النوع من التجارب، تم غمر 10 غرامات من كريات بوليمر الاختبار المحتوية على مادة UV-328 في 40 مل من الماء، وجرت دراسة فترتي استخراج: 16 ساعة و 7 أيام. وفي جميع التجارب، لم تُكتشف المادة UV-328 في الماء بعد فترات الاستخراج، مما يشير إلى أن المادة UV-328 لم ترتشح تقريباً من البوليمرات.

76- وتجدر الإشارة إلى أنه لم تجر تجارب بشأن ارتشاح المادة UV-328 في ظروف المحيطات (مثل المياه المضطربة). غير أن ظروف المحيطات قد يكون لها تأثيرات على ارتشاح المادة UV-328 من الحطام البلاستيكي. وعلى سبيل المثال، أُفيد بأن الاضطرابات في الماء تزيد ارتشاح المواد المضافة (Suhrhoff & Scholz, 2016). ويعتمد ارتشاح المواد المضافة من البلاستيك إلى الماء أيضاً على العديد من العوامل الأخرى، مثل مسامية البلاستيك، والحجم الجزيئي للمادة المضافة، والتركيز والخواص الفيزيائية والكيميائية، ومدى التجوية، ودرجة الحموضة، ودرجة الحرارة، ومعدل مساحة سطح جزيئات البلاستيك إلى حجمها (الشكل والحجم) ومدة التعرض للماء (Andrade et al., 2021؛ وLuo et al., 2019؛ وTeuten et al., 2009؛ وXu et al., 2020). وبالإضافة إلى ذلك، يختلف معدل انتشار المواد المضافة داخل وخارج البوليمرات بناءً على درجة حرارة التحول الزجاجي للبوليمر (T_g)، ويكون أعلى عندما تكون درجة الحرارة أعلى من درجة حرارة التحول الزجاجي للبوليمر المعني (Andrade et al., 2021). وتتجاوز درجات الحرارة المحيطة حرارة التحول الزجاجي للبولي إيثيلين (150 كلفين) والبولي بروبيلين (260 كلفين)، مما يشير إلى أن ارتشاح المادة UV-328 إلى الماء سيكون أسرع من هذه البوليمرات مقارنة بالبولي إيثيلين تيريفثالات (345 كلفين)، وكلوريد الفايثيل المتبلر (360 كلفين) والبوليستيرين (373 كلفين) (Andrade et al., 2021).

77- ولم يجز أيضاً فرز تجريبي لارتشاح المادة UV-328 من جزيئات البلاستيك التي تعرضت للتجوية. وأشير بالنسبة للبوليمرات شبه البلورية مثل البوليستيرين إلى حدوث زيادة في التبلور (والهشاشة) نتيجة لانشقاقات السلسلة في المناطق غير المتبلورة (Arp et al., 2021). غير أنه ليس من الواضح ما يعنيه ذلك بالنسبة لارتشاح المادة UV-328. ومع ذلك، من المتوقع أن تؤدي التجوية إلى زيادة النفتت، مما يؤدي إلى زيادة في الارتشاح نتيجة المعدل الأعلى لمساحة سطح الشظايا الأصغر إلى حجمها.

78- ومع أخذ كل هذه العوامل في الاعتبار، من المتوقع أن يكون ارتشاح المادة UV-328 في مياه المحيط أسرع من شظايا البولوي إيثيلين الصغيرة جداً في المياه شديدة الاضطراب. ولمحاكاة هذه الظروف، يمكن استخدام نموذج Endo et al. (2013) (يرد وصف للمعلومات المتعلقة بقابلية تطبيق النموذج على المادة UV-328 في UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17). وبحث دراسة Endo et al. (2013) سلوك الانتزاز طويل الأمد للمركبات الثنائية الفينيل المتعددة الكلور من كريات البولوي إيثيلين البحرية (غير محدد في حالة البولوي إيثيلين المنخفض أو العالي الكثافة). وأشارت النتائج المتعلقة بالمركبات الثنائية الفينيل المتعددة الكلور التي يزيد معامل التفرق في البولوي إيثيلين-الماء ($\log K_{PE/w}$) الخاص بها عن 6 إلى أن الانتشار من كريات البولوي إيثيلين يهيمن عليه انتشار الطبقة الحدودية المائية (الانتشار بين الجسيمات والماء) وليس الانتشار الداخلي داخل المصفوفة البلاستيكية (Endo et al., 2013). وتتوافق هذه النتائج مع النتائج التي توصلت إليها دراسة Lee et al. (2018). ولكن نظراً لأن محتوى المادة داخل المصفوفة غير معروف، لا يمكن استنباط استنتاج نهائي بشأن عملية تحديد المعدل من النموذج المستخدم في دراسة Endo et al. (2013). وأظهرت دراسة Endo et al. (2013) كذلك أن حركات الانتزاز من البولوي إيثيلين تعتمد اعتماداً كبيراً على معامل التفرق في البولوي إيثيلين-الماء. وجرى حساب قيم التفرق في البولوي إيثيلين-الماء في دراسة Endo et al. (2013) بارتباط تجريبية بين التفرق في البولوي إيثيلين-الماء والتفرق في الأوكنتاول/الماء المشتق عن طريق دراسة Lohmann (2012):

$$\log K_{PE/w} = 1.14 \cdot \log K_{OW} - 1.14$$

79- ويؤدي تطبيق نفس الارتباط التجريبي من دراسة Lohmann (2012) على معامل التفرق في الأوكنتاول/الماء للمادة UV-328 (8.5) إلى معامل تفرق في البولوي إيثيلين-الماء قدره 8.55. وبالنسبة لكريات البولوي إيثيلين التي يبلغ نصف قطرها 1 مم، بافتراض وجود طبقة حدية مائية قدرها 10 ميكرومتر (والتي تتوافق مع الاضطرابات الشديدة)، يكون العمر النصف لارتشاح المادة UV-328 من البولوي إيثيلين المعرض للتجوية في الماء قدره 70 عاماً (غير محدد في حالة البولوي إيثيلين المنخفض أو العالي الكثافة). ومع مراعاة المعلومات الواردة هنا وفي الفقرتين 76 و77، يمكن القول إنه لا تزال هناك شكوك حول هذه التقديرات فيما يتعلق بالظروف البيئية ذات الصلة. ومع ذلك، يعكس التقدير المعروض هنا تقديراً تحفظياً.

اكتشاف المادة UV-328 في الحطام البلاستيكي البحري

80- تم إثبات وجود المادة UV-328 في الحطام البلاستيكي البحري في دراسات مختلفة (Rani et al., 2015, 2017؛ و Tanaka et al., 2020a). وأخذت دراسة Rani et al., 2017 عينات من الحطام البلاستيكي على طول ساحل غيوجي في كوريا الجنوبية، ووجدت المادة UV-328 في 97 في المائة من العينات (العدد = 29). وتراوح تركيزات المادة UV-328 الموجودة في هذه العينات من عدم الاكتشاف إلى 1.6 ميكروغرام/غرام، بمتوسط تركيز قدره 0.01 ميكروغرام/غرام.

81- وأخذت دراسة Tanaka et al. (2020a) عينات من الحطام البلاستيكي البحري (العدد = 141) من شاطئ في جزيرة كاواي، هاواي في الولايات المتحدة الأمريكية. واكتُشفت مرشحات الأشعة فوق البنفسجية في 13 في المائة من الشظايا البلاستيكية الصغيرة (بطول 4-7 مم) و33 في المائة من الشظايا البلاستيكية الأكبر (1.5-8 سم). وبلغ تواتر الكشف للمادة UV-328 في الشظايا الأكبر 1 في المائة بتركيز 0.2 ميكروغرام/غرام. وعند إجراء مزيد من البحث للعينة المحتوية على المادة UV-328، لوحظ أن تركيز المادة UV-328 كان عند أدنى مستوياته في الطبقات الخارجية للشظايا البلاستيكية، مما يشير إلى أن المادة UV-328 الموجود في الشظايا البلاستيكية نشأت عن استخدامها كمادة مضافة على عكس امتزاز المادة UV-328 في المياه المحيطة بالشظايا البلاستيكية.

82- واكتُشفت المادة UV-328 في 101 عينة من 110 عينات من الكريات البلاستيكية الصناعية التي تعرضت للتجوية وجمعت على طول شواطئ 22 بلداً حول العالم، وإن كان لا يمكن تمييزها إذا كانت ممتزجة أو في المصفوفة. وتراوحت التركيزات من 2 إلى 800 نانوغرام/غرام (Karlsson et al., 2021; 2022).

انتقال المادة UV-328 من المواد البلاستيكية إلى الطيور البحرية

83- ينتشر ابتلاع الحطام البلاستيكي البحري بين الطيور البحرية، ولا سيما تلك التي تنتمي إلى رتبة النوثيات (*Procellariiformes*) (أي طيور القطرس، وطيور النوء، وجم البحر، ونوء العواصف، ونوء الغطس) لأنها عادةً ما تتغذى في المحيط المفتوح ويمكن ألا تميز بين الحطام البلاستيكي العائم والمواد الغذائية (Nishizawa et al., 2021؛ و Roman et al., 2019؛ و Ryan, 1987؛ و van Franeker & Law, 2015). وتبتلع بعض أنواع الطيور البحرية في هذه الرتبة كميات كبيرة من البلاستيك (أي النسبة المئوية للطيور الفردية داخل الأنواع التي اكتُشفت أنها ابتلعت حطاماً بلاستيكياً)، والتي يمكن أن تختلف بين الأنواع ونضج الطيور داخل الأنواع والتوزيع الجغرافي وما إلى ذلك. وبتزايد اتجاه انتشار ابتلاع البلاستيك بين الطيور البحرية، وتشير التقديرات إلى أن 99 في المائة من جميع أنواع الطيور البحرية ستكون قد ابتلعت، بحلول عام 2050، حطاماً بلاستيكياً بحرياً (Wilcox et al., 2015). ومن المهم ملاحظة أن الطيور البحرية تأكل عدة قطع من المواد البلاستيكية. فمثلاً، أظهر تحقيق في بلعات مُتتية أخذت من طيور القطرس التي تعيش على جزيرة موكوجيما أن طيور القطرس ذات القدمين السوداوين تبتلع 4 قطع/لكل طائر (Tanaka et al., 2019a)، بينما يبتلع فولمار القطب الشمالي ما يتراوح تقريباً بين 30 و50 قطعة/لكل طائر (van Franeker et al., 2011). وفي حالة جم البحر الكبير من جزيرة Inaccessible (بالقرب من جزيرة غوف)، أبلغ عن ابتلاع ما يصل إلى 194 قطعة من الشظايا البلاستيكية والكريات لكل طائر (Yamashita et al., 2021). وأبلغ عن أن طيور جم البحر ذات الأقدام اللحمية في أستراليا تبتلع ما يصل إلى 276 قطعة بلاستيكية/لكل طائر (Lavers et al., 2014). وقد يؤدي ابتلاع عدة قطع بلاستيكية (حتى 276 قطعة) إلى احتمالية عالية للتعرض للمادة UV-328 في الطيور البحرية الفردية، حتى وإن كان تواتر الكشف للمادة UV-328 في الحطام البلاستيكي يساوي تقريباً 1 في المائة. واستناداً إلى عدد القطع البلاستيكية التي تبتلعها الطيور البحرية الفردية عبر عدة أنواع (ما يتراوح بين 4 عناصر وأكثر من 100 عنصر لكل طائر)، تُقدر احتمالية التعرض للمادة UV-328 عن طريق ابتلاع البلاستيك، على أساس أن تواتر الكشف للمادة UV-328 في الحطام البلاستيكي يبلغ 1 في المائة، بنحو 86 في المائة في جم البحر الكبير $(1 - (1 - 0.01)^{194})$ و94 في المائة في طيور الجم ذات الأقدام اللحمية.

84- وعندما تتلصق الطيور البحرية مواد بلاستيكية تحتوي على المادة UV-328، فإن السوائل البيولوجية الكارهة للماء (مثل زيت المعدة) في أجسامها يمكن أن تُنشط بدرجة كبيرة ارتشاح المادة UV-328 من البلاستيك وتؤدي إلى تراكم المادة UV-328 في أنسجة أعضائها (Takada et al., 2019)؛ و Tanaka et al., 2015؛ و Tanaka et al., 2019b). كما يمكن أن تؤدي درجة حرارة الجسم المرتفعة داخل معدة الطيور مقارنة بدرجات حرارة المحيط إلى ارتشاح المادة UV-328 من البلاستيك المبتلع (Sun et al., 2019)؛ و Nakashima et al., 2016).

85- ولتوضيح انتقال المادة UV-328 من المواد البلاستيكية المبتلعة إلى أنسجة الطيور البحرية، أجرت دراسة Tanaka et al. (2020b) تجربة لتغذية الجسم الحي بالبلاستيك، حيث تمت تغذية فراخ جلم البحر المخطط (*Calonectris leucomelas*) بكريات البولي إيثيلين (البولي إيثيلين المنخفض الكثافة) المركبة صناعياً بالمادة UV-328 في ظروف ميدانية لمدة 32 يوماً. وتم تحضير كريات البولي إيثيلين عن طريق خلط وتشكيل مساحيق المادة UV-328 والبولي إيثيلين في آلة بثق عجن ثنائية اللولب مشتركة الدوران، وبعد ذلك تمت إذابة الكريات وإعادة بقها مرتين للحصول على توزيع موحد للمادة UV-328 في الكريات. وكان تركيز المادة UV-328 في الكريات نسبته 0.4 في المائة من الوزن. وأعطيت 5 كريات من البولي إيثيلين (الوزن الإجمالي ~ 0.4 غرام) في المجموعة المعرضة (العدد = 11) بالإضافة إلى نظام غذائي طبيعي (تغذية من الطيور الأم)، بينما تمت تغذية المجموعة المرجعية (العدد = 10) على أساس نظام غذائي طبيعي فقط. وأظهرت الفحوصات أن المادة UV-328 تراكمت في الكبد والأنسجة الدهنية في البطن زيت غدة الزمكي لفراخ جلم البحر المخطط في المجموعة المعرضة. وأظهر تحليل الكريات البلاستيكية المبتلعة أن 42 في المائة من المادة UV-328 قد ارتشحت من البلاستيك بعد 15-16 يوماً و60 في المائة بعد 32 يوماً، مقارنة بتركيز قدره المادة UV-328 في الكريات البلاستيكية التي تم تناولها أصلاً. وعلاوة على ذلك، كان التعرض للمادة UV-328 من البلاستيك المبتلع يبلغ 1 900 مرة أعلى من التعرض من المصادر البيئية. ويشير ذلك إلى أن ابتلاع المواد البلاستيكية المحتوية على المادة UV-328 قد يؤدي إلى ارتشاح المادة UV-328 من البلاستيك والتراكم اللاحق للمادة UV-328 في الطيور البحرية. ملاحظة: الحطام البلاستيكي الذي تتلصقه الطيور البحرية في ظل الظروف البيئية من المتوقع أن يكون قد خضع للتجوية في البيئة.

اكتشاف المادة UV-328 في الطيور البحرية في المناطق النائية

86- اكتشفت المادة UV-328 في شظايا بلاستيك البولي بروبيلين المبتلع في معدة فولمار القطب الشمالي من عينة (العدد = 100) مأخوذة من جزر فارو في الدانمرك بتركيز قدره 1.1 ميكروغرام/غرام من البلاستيك (Tanaka et al., 2019a). وتقيد التقارير بأن فولمار القطب الشمالي لا يتغذى إلا في البحر وليس على اليابسة (van Franeker et al., 2011)؛ ولذلك، من المرجح أن يكون اكتشاف المادة UV-328 نتيجة ابتلاع حطام بلاستيكي بحري يحتوي على المادة UV-328.

87- واحتوت طيور القطرس أسود القدمين في عينة (العدد = 5) مأخوذة من جزيرة موكوجيما النائية غير المأهولة باليابان، على شظايا بلاستيك البولي بروبيلين المبتلعة، واكتشفت المادة UV-328 بتركيز واحد قدره 1.4 ميكروغرام/غرام من البلاستيك (Tanaka et al., 2019a). وتقيد التقارير بأن طيور القطرس أسود القدمين في هذه المنطقة (غرب شمال المحيط الهادئ) تغير مسار رحلاتها نحو الحطام البلاستيكي العائم وتتفاعل مع الحطام البلاستيكي، استناداً إلى بيانات تسجيل النظام العالمي لتحديد الموقع والفيديو (Nishizawa et al., 2021). وعلاوة على ذلك، ينتشر ابتلاع البلاستيك بين هذه الأنواع، حيث تقيد التقارير بأن نسبتها تبلغ 96.4 في المائة لدى الفراخ و58.8 في المائة لدى البالغين (Rapp et al., 2017). ولذلك، من المحتمل أيضاً أن يكون اكتشاف المادة UV-328 في هذا النوع نتيجة ابتلاع حطام بلاستيكي بحري يحتوي على المادة UV-328.

88- وفي عينات طيور القطرس أسود القدمين المأخوذة بشكل عشوائي من جزيرة تيرن، هاواي في الولايات المتحدة الأمريكية، اكتشفت المادة UV-328 في زيت غدة الزمكي لدى الطيور بتركيزات تتراوح بين 2.8 و4.8 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 3، وتواتر الكشف = 100 في المائة) (Tanaka et al., 2020b). ويعتبر أخذ عينات

من زيت غدة الزمكي طريقة غير غازية لرصد الملوثات الكارهة للماء في الطيور البحرية لأنها تشمل الطيور الحية واستُخدمت من قبل للكشف عن تلوث ثنائي الفينيل متعدد الكلور في الطيور البحرية (Yamashita et al., 2007).

89- وفي دراسة رصد عالمية للمادة UV-328 في زيت غدة الزمكي لدى الطيور البحرية (التفاصيل في الفقرة 124)، كانت أعلى تركيزات للمادة UV-328 في حدود 1-7 ميكروغرام/غرام في الوزن الخفيف، مقاسة في جلم البحر الكبير (العدد = 3، وتواتر الكشف = 100 في المائة) وطيور النوء الأزرق (العدد = 3، وتواتر الكشف = 100 في المائة) في عينات مأخوذة من جزيرتين نائيتين، هما جزيرة غوف وجزيرة ماريون، على التوالي (Yamashita et al., 2021). وتسجل أنواع الطيور البحرية هذه بعضاً من أعلى معدلات انتشار ابتلاع البلاستيك في القطاع الأفريقي من المحيط الجنوبي (أكثر من 90 في المائة) (Ryan, 1987). وجلم البحر الكبير من المحيط المهاجرة عبر خط الاستواء التي تنتقل من مناطق تكاثرها في جنوب المحيط الأطلسي لتتغذى في شمال المحيط الأطلسي خلال صيف جنوب القطب الشمالي (Marchant & Higgins, 1990)، وبالتالي يمكن أن يكون جلم البحر قد تناول البلاستيك، مثلاً في شمال المحيط الأطلسي، حيث تقيّد التقارير بانتشار ابتلاع البلاستيك بنسبة 71 في المائة في جلم البحر الكبير (Provencher et al., 2014). ومن ناحية أخرى، تبقى طيور النوء الأزرق عادةً في المحيطات الجنوبية، في جنوب الجبهة القطبية في القطب الجنوبي (Quillfeldt et al., 2020). واستناداً إلى التوزيع الجغرافي للنوء الأزرق (Quillfeldt et al., 2020)، من غير المرجح أن ينتقل إلى مناطق يمكن اعتبارها مصادر للمادة UV-328. ولذلك من المحتمل أن يكون الاكتشاف المتكرر للمادة UV-328 في النوء الأزرق نتيجة لابتلاع حطام بلاستيكي بحري يحتوي على المادة UV-328 الذي تعرض لانتقال بعيد المدى إلى الجبهة القطبية في القطب الجنوبي، وهي منطقة نائية للغاية.

الانتقال البعيد المدى عن طريق الأنواع المهاجرة

90- اكتشفت المادة UV-328 في زيت غدة الزمكي للعديد من أنواع الطيور البحرية المهاجرة (انظر الفرع 2-3-1-8)، بما في ذلك في العينات المأخوذة من الجزر النائية (Yamashita et al., 2021). وعُثر على أعلى تركيزات للمادة UV-328 في زيت غدة الزمكي لجلم البحر الكبير في جزيرة غوف (4-7 ميكروغرام/غرام من وزن الدهون) (Yamashita et al., 2021). وجلم البحر الكبير من الطيور البحرية المهاجرة التي تتكاثر بشكل رئيسي في أرخبيل تريستان دا كوهنا وجزيرة غوف (Brooke, 2004). ويستوطن في جزيرة غوف ما يقرب من مليون زوج متكاثر من جلم البحر الكبير (Schoombie et al., 2018). وخلال فترة التكاثر (من أيلول/سبتمبر إلى أيار/مايو)، يظل جلم البحر الكبير داخل جنوب المحيط الأطلسي، ويمكن أن يتوزع بين ساحل أمريكا الجنوبية وساحل جنوب أفريقيا (3 500 كم غرب و2 800 كم شرق جزيرة غوف، على التوالي)، وكذلك في المناطق الأمامية في المحيط (Marchant & Higgins, 1990). وخلال فصل الصيف في جنوب القطب الشمالي (من حزيران/يونيه إلى أيلول/سبتمبر)، يهاجر جلم البحر الكبير عبر خط الاستواء إلى شمال المحيط الأطلسي، ليصل إلى نونا سكوشيا ونيوفاوندلاند وجرينلاند (Marchant & Higgins, 1990). وخلال فترة الحضانة وفترة تربية الفراخ، ينتقل جلم البحر الكبير من جزيرة غوف لمسافة تزيد عن 6 000 كم في المتوسط، ويقوم برحلات أطول خلال فترة تربية الفراخ تزيد عن 9 000 كم في المتوسط (Schoombie et al., 2018). ويشير اكتشاف المادة UV-328 في جلم البحر الكبير في جزيرة غوف إلى أن المادة UV-328 ربما تكون قد تعرضت لانتقال بعيد المدى عبر هذه الطيور المهاجرة من مناطق المصدر (على سبيل المثال في شمال المحيط الأطلسي) إلى مناطق نائية أثناء الهجرة. والتفسير الآخر هو أنه عندما كانت الطيور تبحث عن الطعام في المحيط المفتوح، ابتلعت شظايا من الحطام البلاستيكي المحتوي على المادة UV-328 التي خضعت لانتقال بحري بعيد المدى. ولا توجد حالياً بيانات كافية لاستنتاج أي من هذين المسارين هو المهيمن.

91- ولا توجد بيانات كمية متاحة توضح مدى وجود المادة UV-328 في البيئات النائية والتي يمكن أن تُعزى بثقة إلى الانتقال بعيد المدى للمادة UV-328 عن طريق الطيور المهاجرة.

استنتاج بشأن القدرة على الانتقال البيئي بعيد المدى

92- لدى المادة UV-328 القدرة على الانتقال البيئي بعيد المدى (1) في الغلاف الجوي عن طريق الهباء الجوي والمواد البلاستيكية الدقيقة، (2) في البيئة البحرية عن طريق الحطام البلاستيكي (3) عن طريق الطيور المهاجرة. وبالتالي، اكتُشفت المادة UV-328 في المناطق النائية، بما في ذلك في الكائنات الحية في القطب الشمالي وفي الطيور البحرية في الجزر النائية التي لا توجد بها مصادر معروفة للمادة UV-328. ولذلك، نقي مادة UV-328 بالمعايير الخاصة بالقدرة على الانتقال البيئي بعيد المدى.

3-2 مستويات التعرض

93- في حين أن المادة UV-328 لم تُدرج بانتظام في حملات الرصد، فإن حملات الرصد الأخيرة التي سعت إلى قياس المادة UV-328 وجدتها في مختلف المصفوفات البيئية والكائنات الحية في مناطق المصدر وفي الكائنات الحية في المناطق النائية، وكذلك في البشر في أجزاء كثيرة من العالم.

1-3-2 بيانات الرصد البيئي

1-1-3-2 المناطق النائية

94- اكتُشفت المادة UV-328 في الكائنات الحية في المناطق البعيدة عن المصادر الثابتة المعروفة للمادة UV-328، مثل القطب الشمالي (دراسة Provencher et al.، المقدمة للنشر، 2022؛ وAnnex E، 2021؛ وLu et al.، 2019a؛ وSchlabach et al.، 2018) والجزر النائية مثل جزيرة غوف وجزيرة ماريون (Yamashita et al.، 2021).

95- واكتُشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في الكائنات الحية في القطب الشمالي في جزيرة سفالبارد في النرويج (Schlabach et al.، 2018). ويعتمد تواتر الكشف (DF) عن المادة UV-328 في الكائنات الحية على الأنواع، وكانت التركيزات في النطاق المنخفض من النانوغرام/غرام. واكتُشفت المادة UV-328 في جميع بيض العيدر الشائع ونورس الرُمج وفي كبد المنك التي أُخذت العينات منها في حملة الرصد. وتواتر الكشف عن المادة UV-328 قدره 60 في المائة في بيض الغاغة الأوروبية والنورس الغلوكي. ولم تُكتشف المادة UV-328 في بلازما دم الدببة القطبية ولا في الهواء. ومع ذلك، كان حد الكشف في عينات البلازما مرتفعاً مقارنةً بالمصفوفات الأخرى، وربما كانت عينات الأنسجة الدهنية أو الكبد مصفوفات أنسب لرصد المادة UV-328 للتغلب على هذه المشكلة المنهجية، لأن المادة UV-328 هي مادة كيميائية كارهة للماء بشدة. وفي جزيرة برنس ليوبولد في القطب الشمالي الكندي، اكتُشفت المادة UV-328 في واحدة من تسع عينات كبد من فولمار القطب الشمالي بتركيز قدره 3.8 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب (Lu et al.، 2019a). وبحث دراسة رصد حديثة في وجود المادة UV-328 وتغيراتها الزمنية في بيض نورس الرُمج أسود القدمين، وفولمار القطب الشمالي، والمور السميك المنقار من جزيرة برنس ليوبولد، نونافوت، كندا، في الفترة بين عامي 1975 و2019 (دراسة Provencher et al. المقدمة للنشر، 2022). وكانت مستويات المادة UV-328 قابلة للمقارنة في بيض نورس الرُمج أسود القدمين (متوسط 0.29 ± 0.07 نانوغرام/غرام) وفولمار القطب الشمالي (0.22 ± 0.04 نانوغرام/غرام)، بنفس متوسط التركيز البالغ 0.11 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب. وبلغ تواتر الكشف للمادة UV-328 في جميع البيض المختبر لنورس الرُمج أسود القدمين (العدد = 43) وفولمار القطب الشمالي (العدد = 44) والمور السميك المنقار (العدد = 55) 35 في المائة و30 في المائة و2 في المائة على التوالي. ونورس الرُمج أسود القدمين وفولمار القطب الشمالي مغذيات سطحية وُجد أنها تبتلع المواد البلاستيكية، بينما المور السميك المنقار طائر غواص يُعرف بمستوياته المنخفضة جداً أو المعدومة من ابتلاع المواد البلاستيكية. ويرد ملخص لتركيزات وتواتر الكسف عن المادة UV-328 الموجودة في الكائنات الحية للقطب الشمالي في الجدول 7.

الجدول 7- تركيزات وتواتر الكشف عن المادة UV-328 في الكائنات الحية في القطب الشمالي.

الأنواع (الاسم الشائع)	المصفوفة	موقع أخذ العينة	متوسط التركيز (نانوغرام/غرام من الوزن الرطب)	تواتر الكشف
العيدر الشائع	البيض	سفالبارد، النرويج	0.16	10/10 (100%)
الغاق الأوروبية	البيض	روست، النرويج	0.17	5/3 (60%)
نورس الزمّج	البيض	سفالبارد، النرويج	0.19	5/5 (100%)
النورس الغلوكي	البيض	سفالبارد، النرويج	0.12	5/3 (60%)
المنك	الكبد	سوماروي، النرويج	0.18	10/10 (100%)
الدب القطبي	بلازما الدم	سفالبارد، النرويج	أقل من 0.3	10/0 (0%)
النورس الشائع	البيض	Tromsø, Norway	0.17	5/3 (60%)
فولمار القطب الشمالي	الكبد	جزيرة برنس ليوبولد، كندا	3.8	9/1 (11%)
نورس الزمّج أسود القدمين	البيض	جزيرة برنس ليوبولد، كندا	0.29	43/15 (35%)
	البيض	جزيرة برنس ليوبولد، كندا	0.22	44/13 (30%)
فولمار القطب الشمالي	البيض	جزيرة برنس ليوبولد، كندا	غير متوفر	52/1 (2%)

96- واكتُشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في زيت غدة الزمّج لجم البحر الكبير والنوء الأزرق المأخوذة من عينات من جزيرتين نائييتين، هما جزيرة غوف وجزيرة ماريون، على التوالي (Yamashita et al., 2021). وكانت تركيزات المادة UV-328 في زيت غدة الزمّج لهذه الطيور في حدود 1 إلى 7 ميكروغرام/غرام من وزن الدهون، وهي أعلى تركيزات للمادة UV-328 تم الإبلاغ عنها في الكائنات الحية حتى الآن (يرد مزيد من المناقشة في الفقرتين 153 و154).

97- ويعتبر أعلى تركيز للمادة UV-328 الموجود في الكائنات الحية في المناطق النائية، وهو 7055 نانوغرام/غرام من وزن الدهون، أعلى من التركيزات القصوى للملوثات العضوية الثابتة المعترف بها على النحو المشار إليه في موجزات المخاطر الخاصة بها، باستثناء الدوديكان الحلقي السداسي البروم. وقد كان لكل ملوث عضوي ثابت آخر تركيزات قصوى أقل في الكائنات الحية في المناطق النائية، مقارنة بالمادة UV-328، أي البارافينات المكورة القصيرة السلسلة (5200 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والبنزين الخماسي الكلور (1510 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والهكسان الحلقي السداسي الكلور - بيتا (810 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والهكسان الحلقي السداسي الكلور - ألفا (593 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والإيثر الثنائي الفينيل الخماسي البروم (366 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والإيثر الثنائي الفينيل العشاري البروم (250 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والنفثالينات البيرفلورية (162 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والإندوسولفان (130 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، وسداسي البروم ثنائي الفينيل (44 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، والبيوتاديين السداسي الكلور (9 نانوغرام/غرام من وزن الدهون). ووفقاً للمقرر ل.م. 7/9: "تهج لتقييم المواد الكيميائية وفقاً للمرفق هاء لاتفاقية استكهولم"، يمكن إجراء مقارنة لتركيزات مادة كيميائية مرشحة في الكائنات الحية من المناطق النائية بتركيزات الملوثات العضوية الثابتة المعترف بها. ويُرجى ملاحظة أن التركيزات المختارة لهذه المقارنة هي تلك التي أُبلغ عنها على أساس المادة الدهنية لغرض المقارنة.

2-1-3-2 الهواء المحيط

98- في شيكاغو، الولايات المتحدة الأمريكية، اكتُشفت المادة UV-328 في جزيئات الهباء الجوي في هواء المناطق الحضرية (العدد = 20) بتركيز قدره 1.60 بيكوغرام/م³ في المتوسط، وكان تواتر الكشف نسبته 95 في المائة (Wu et al., 2020). وفي إسبانيا، اكتُشفت المادة UV-328 في الجسيمات الدقيقة العالقة (PM₁₀) في الهواء المحيط بالقرب من مجمعين صناعيين يحتويان على مصانع للبلاستيك، هم كوستانتي (العدد = 10، وتواتر

الكشف = 70 في المائة) وميناء تاراغونا (العدد = 10، وتواتر الكشف = 100 في المائة)، بتركيز قدره 20 و 14 بيكوغرام/متر³ في المتوسط على التوالي (Maceira et al., 2019).

2-3-1-3 الماء

99- في حملة رصد أجريت في السويد، اكتُشفت المادة UV-328 في المياه السطحية (العدد = 6، وتواتر الكشف = 100 في المائة) في كل من المواقع الحضرية والخلفية بتركيزات قدرها 0.01-0.001 ميكروغرام/لتر (Brorström-Lundén et al., 2011). وعُثر أيضاً على ما يصل إلى 0.001 ميكروغرام/لتر من المادة UV-328 في مياه العواصف (العدد = 4، وتواتر الكشف = 75 في المائة) في هذه الدراسة.

100- وفي أوكيناوا، اليابان، اكتُشفت المادة UV-328 في مياه البحر والمياه العذبة من الشواطئ والشعاب المرجانية وأحد الأنهار (Tashiro & Kameda, 2013). وكانت المادة UV-328 هي المادة المهيمنة التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية في مياه البحر، والتي تراوحت تركيزات المادة UV-328 المكتشفة فيها بين 0.003 و 0.29 ميكروغرام/لتر. وفي محافظة سايتاما في اليابان، اكتُشفت المادة UV-328 في المياه السطحية للأنهار وأحد الجداول (Kameda et al., 2011). وفي الأنهار (العدد = 18، وتواتر الكشف = 67 في المائة)، كان نطاق التركيز قدره 0.03-4.8 ميكروغرام/لتر. وفي أحد المجريين اللذين جرى تحليلهما، كان تركيز المادة UV-328 قدره 0.07 ميكروغرام/لتر.

101- وفي تورنتو، كندا، اكتُشفت المادة UV-328 في مجريين حضريين، هما مجرى ميميكو ومجرى ليتل روج بتركيز قدره 0.02 و 0.24 ميكروغرام/غرام في المتوسط (رواسب معلقة)، على التوالي (Parajulee et al., 2018). وأشارت الدراسة إلى أن الانبعاثات المرتفعة والمتسقة نسبياً التي أدت إلى ملامح متجانسة لامتناهات الأشعة فوق البنفسجية في المواقع الحضرية والريفية كانت على الأرجح نتيجة للقمامة البلاستيكية/الحطام البلاستيكي أو الإطلاقات الصناعية. وفي المياه السطحية التي تم جمعها بالقرب من مدينة مونتريال، كندا، كان أقصى تركيز مقاس للمادة UV-328 قدره 0.003 ميكروغرام/لتر (Giraud et al., 2020).

102- وفي الماضي، عُثر على المادة UV-328 في نطاق تركيز يتراوح من 7 إلى 85 ميكروغرام/لتر في مياه الأنهار التي تم جمعها بالقرب من خليج ناراجانسيت بالولايات المتحدة الأمريكية، حيث أُنتجت المادة UV-328 في مرفق قريب بين عامي 1970 و 1985 (Jungclaus et al., 1978).

103- ويلاحظ أن التركيزات القصوى للمادة UV-328 التي اكتُشفت في الماء في دراسة Jungclaus et al. (1978) (أي 85 ميكروغرام/لتر) ودراسة Kameda et al. (2011) (أي 4.8 ميكروغرام/لتر) كانت أعلى من حد الذوبان في الماء للمادة UV-328. ولم تقم دراسة Jungclaus et al. (1978) بتصفية عينات المياه باستخدام شبكة، وبالتالي، قد تكون الجسيمات العالقة التي ائصت إليها المادة UV-328 عليها موجودة في المادة الخاضعة للتحليل. وقام Kameda et al. (2011) بتصفية عينات المياه باستخدام شبكة بمسام حجمها 1 ميكرومتر؛ ومع ذلك، ثبت أنه حتى عند استخدام مرشحات قياسية بمسام حجمها 0.45 ميكرومتر، تبقى بعض الجسيمات في المياه المفلترة (Nebbio & Piccolo, 2013).

2-3-1-4 مياه الصرف الصحي ورشيع مدافن القمامة

104- عُثر على المادة UV-328 بشكل متكرر في النفايات السائلة الداخلة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة الخارجة منها وحماؤها في أجزاء كثيرة من العالم. كما اكتُشفت في رشيع مدافن القمامة.

105- وفي دراسة أجريت في اليابان، عُثر على المادة UV-328 في جميع العينات (العدد = 5) من النفايات السائلة الداخلة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة الخارجة منها وحماؤها بتركيزات قدرها 0.02-0.05 ميكروغرام/لتر، و 0.003-0.002 ميكروغرام/لتر و 0.5 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف، على التوالي (Nakata & Shinohara, 2010). وتشير التقارير إلى معدل إزالة قدره 90 في المائة من المادة UV-328

في محطات معالجة مياه الصرف الصحي. وفي دراسة أجريت في محافظة سايتاما، اليابان، اكتشفت المادة UV-328 في النفايات السائلة الخارجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي (العدد = 4، وتواتر الكشف = 75 في المائة) بتركيز قدره 0.06 ميكروغرام/لتر في المتوسط (Kameda et al., 2011).

106- وأفادت دراسة أجريت لقياس 60 عينة من حمأة المجاري جُمعت من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في 33 مدينة عبر الصين عن تركيز قدره 0.06 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف في المتوسط من المادة UV-328 (تواتر الكشف = 97 في المائة) (Ruan et al., 2012). واحتوت حمأة مياه الصرف الصحي التي تم جمعها من مقاطعة هوبي على تراكيزات عالية للغاية من المادة UV-328، حيث بلغت 24.7 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (Ruan et al., 2012). وفي دراسة أخرى قامت بقياس العديد من مرشحات الأشعة فوق البنفسجية في الرواسب من نهر سونغهوا (الصين)، ونهر ساجيناو وديترويت (ميشيغان، الولايات المتحدة الأمريكية)، وحمأة الصرف الصحي من خمس من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في شمال شرق الصين، خلص إلى أن تركيز المادة UV-328 في الحمأة هو الأعلى بين المركبات المستهدفة، بتركيز قدره 1.3 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف في المتوسط (Zhang et al., 2011).

107- وفي جزيرة غران كناريا في إسبانيا، اكتشفت المادة UV-328 في النفايات السائلة الداخلة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة الخارجة منها بتركيزات تتراوح بين 0.02 و0.24 ميكروغرام/لتر و0.03 ميكروغرام/لتر على التوالي (Montesdeoca-Esponda et al., 2019). وفي دراسة أخرى في شمال غرب إسبانيا، اكتشفت المادة UV-328 في مياه الصرف الصحي غير المعالجة من إحدى محطات معالجة مياه الصرف الصحي بتركيز قدره 0.053 و0.065 ميكروغرام/لتر في المتوسط (تم جمع ثلاث عينات بفواصل بينها مدته شهر واحد) (Carpinteiro et al., 2012). وفي نفس الدراسة التي أجريت في لشبونة، البرتغال، اكتشفت المادة UV-328 في مياه الصرف الصحي غير المعالجة من إحدى محطات معالجة مياه الصرف الصحي بتركيز قدره 0.076 ميكروغرام/لتر في المتوسط وفي مياه الصرف الصحي المعالجة بمقدار 0.02 ميكروغرام/لتر (Carpinteiro et al., 2012).

108- وفي دراسة رصد أجريت في السويد، عُثِر على المادة UV-328 في 100 في المائة من عينات النفايات السائلة الخارجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي بتركيزات تتراوح بين 0.007-0.015 ميكروغرام/لتر وفي 50 في المائة من عينات حمأة محطات معالجة مياه الصرف الصحي بتركيزات تصل إلى 37 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (Brorström-Lundén et al., 2011). وفي نفس الدراسة، اكتشفت المادة UV-328 أيضاً في رشيح مدافن القمامة بتركيزات تتراوح بين 0.007-0.091 ميكروغرام/لتر. وفي النرويج، عُثِر على المادة UV-328 بتركيزات ملحوظة في عينات محطات معالجة مياه الصرف الصحي، خاصة في الحمأة (Ruus et al., 2019). وفي دراسة فرز سابقة في النرويج أيضاً، اكتشفت المادة UV-328 في مياه الصرف الصحي في نطاق تركيز من 0.02 إلى 0.07 ميكروغرام/لتر (Schlabach et al., 2019).

109- وفي كندا، اكتشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في النفايات السائلة الداخلة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي (العدد = 34، وتواتر الكشف = 97 في المائة)، والنفايات السائلة الخارجة منها (العدد = 34، وتواتر الكشف = 97 في المائة) والمواد الصلبة البيولوجية (العدد = 39، وتواتر الكشف = 92 في المائة) بتركيزات قصوى قدرها 0.13 ميكروغرام/لتر و0.06 ميكروغرام/لتر و0.82 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف على التوالي (Lu et al., 2017a). وفي دراسة أخرى بالقرب من بحيرة أونتااريو، كندا، اكتشفت المادة UV-328 في النفايات السائلة الداخلة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة الخارجة منها والنفايات الصلبة البيولوجية والمياه السطحية والرواسب بمستويات مقدرة بالنانوغرام/لتر والنانوغرام/غرام (De Silva et al., 2014). وبالإضافة إلى ذلك، عُثِر على المادة UV-328 في جميع طبقات الرواسب الجوفية الأسطوانية التي تم جمعها من بحيرة أونتااريو في الفترة من عام 1975 إلى عام 2013.

110- وكشفت حملات الرصد المكثفة التي أجريت في خليج نارغانسيت بالولايات المتحدة الأمريكية في الماضي عن وجود مستويات عالية من المادة UV-328 في حمأة محطات معالجة مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة الخارجة منها بالقرب من مصنع مواد كيميائية ينتج المادة UV-328 (Hites et al., 1979؛ و Jungclaus et al., 1978؛ و Oviatt et al., 1987). وكانت تركيزات المادة UV-328 في النفايات السائلة الخارجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في حدود 4 700-550 ميكروغرام/لتر (Jungclaus et al., 1978).

2-3-1-5 الرواسب

111- في دراسة أجريت في اليابان، تم جمع اثنين من الرواسب الجوفية الأسطوانية البحرية ممثلتين للفترة 1999-1930 على أساس أعماق الرواسب (Nakata, 2011). وأظهرت البيانات اتجاهًا زمنيًا متزايداً للمادة UV-328، وارتفاع التركيزات منذ عام 1970. وكانت التركيزات القصوى للمادة UV-328 قدرها 0.01 و 0.004 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف للراسبين الأسطوانيين الجوفيين. وفي دراسة أخرى في محافظة سايتاما، اليابان، اكتشفت المادة UV-328 في رواسب المياه العذبة في نطاق تركيز 0.01-1.7 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (تواتر الكشف = 24/20)؛ وكان نطاق التركيز في المواقع الخلفية قدره 0.03-0.09 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (تواتر الكشف = 5/3) (Kameda et al., 2011).

112- وعُثر على المادة UV-328 أيضاً في الرواسب الجوفية الأسطوانية في خليج نارغانسيت بالولايات المتحدة الأمريكية، بالقرب من مرفق أنتج المادة UV-328 بين عامي 1970 و 1985 (Cantwell et al., 2015)؛ و Hartmann et al., 2005؛ و Jungclaus et al., 1978؛ و Lopez-Avila & Hites, 1980). وكان تركيز المادة UV-328 في الرواسب الجوفية الأسطوانية أعلى في عام 1976 (بلغ 74 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف)، ولكنه ظل مرتفعاً (3-6 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف) بعد عقود من توقف المرفق عن إنتاج المادة UV-328. وعلاوة على ذلك، عُثر على تركيز للمادة UV-328 قدره 300 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف في رواسب النهر بالقرب من المرفق (Lopez-Avila & Hites, 1980).

113- وفي دراسة أجريت في دلتا نهر بيرل في الصين، عُثر على المادة UV-328 بتركيز أقل من الحد الكمي يبلغ 0.02 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف في رواسب القاع (العدد = 27) في اتجاه مجرى إحدى محطات معالجة مياه الصرف الصحي (Peng et al., 2017a). وقامت دراسة أخرى في الصين بقياس المادة UV-328 في الرواسب السطحية لخليج لايتشو، وكذلك في الرواسب الساحلية والبحرية من بحر بوهاي والبحر الأصفر (Apel et al., 2018a). وكان متوسط تركيزات المادة UV-328 قدره 4×10^{-5} ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (العدد = 12، وتواتر الكشف = 58 في المائة) في خليج لايتشو، و 4×10^{-5} ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (العدد = 22، وتواتر الكشف = 91 في المائة) في بحر بوهاي و 6×10^{-5} ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (العدد = 40، وتواتر الكشف = 50 في المائة) في البحر الأصفر.

114- واكتشفت المادة UV-328 أيضاً في الرواسب في المواقع الحضرية والخلفية في السويد ضمن نطاق تركيز قدره من 0.65 إلى 1.3 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (العدد = 6، وتواتر الكشف = 67 في المائة) (Brorström-Lundén et al., 2011). وفي دراسة فرز أجريت في أوسلوفجورد، النرويج، اكتشفت المادة UV-328 في الرواسب ضمن نطاق تركيز قدره 0.003-0.025 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (العدد=5، وتواتر الكشف = 100 في المائة) (Langford et al., 2015؛ و Thomas et al., 2014). ومنذ ذلك الحين، اكتشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في الرواسب في النرويج (Ruus et al., 2020؛ و Schlabach et al., 2019). واكتشفت المادة UV-328 أيضاً في رواسب بحر الشمال وبحر البلطيق، وتحديدًا في الرواسب السطحية من الخليج الألماني (العدد = 13، وتواتر الكشف = 31 في المائة)، ومنطقتي سكاجيرك وكاتيغات (العدد = 11، وتواتر الكشف = 82 في المائة) وبحر البلطيق الألماني (العدد = 24، وتواتر الكشف = 50 في المائة) (Apel et al., 2018b). وتراوحت التركيزات من عدم الاكتشاف إلى 9×10^{-5} ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف. وفي دراسة أخرى، اكتشفت المادة UV-328 بتركيز قدره 0.0046 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف في المتوسط في رواسب من نهري الراين واللبه، وبمستويات مماثلة في الجسيمات العالقة (Wick et al., 2016).

2-3-1-6 التربة

115- اكتشفت المادة UV-328 في واحدة من أربع عينات للتربة مأخوذة من موقع حضري في السويد بتركيز قدره 0.74 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (Brorström-Lundén et al., 2011). وفي دراسة رصد حديثة أجريت في أوسلو بالنرويج، اكتشفت المادة UV-328 في عينة تربة مجمعة بتركيز قدره 9 10 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف (Heimstad et al., 2020).

2-3-1-7 البيانات الداخلية

116- في أوسلو، النرويج، اكتشفت المادة UV-328 في الهواء الداخلي (العدد = 24، وتواتر الكشف = 100 في المائة) وغبار الأراضي المستقرة (العدد = 26، وتواتر الكشف = 96 في المائة) عند نطاقات تركيز قدرها 0.02-5.3 نانوغرام/م³ ومن 1 إلى 18 000 نانوغرام/غرام على التوالي (Schlabach et al., 2019). واكتشفت المادة UV-328 أيضاً بشكل متكرر في عينات الغبار الداخلي في إسبانيا (العدد = 27، وتواتر الكشف = 100 في المائة)، بتركيز قدره 91 نانوغرام/غرام في المتوسط (Carpinteiro et al., 2010). ومن بين عينات الغبار هذه، تم جمع ثلاث عينات من كبائن المركبات، وتراوحت تركيزات المادة UV-328 من 52 إلى 124 نانوغرام/غرام. وفي الفلبين، اكتشفت المادة UV-328 في 30 عينة من أصل 37 عينة من غبار المنازل الذي تم جمعه من مناطق سكنية فضلاً عن مناطق الإغراق التابعة للبلديات، بمتوسط تركيز قدره 27 نانوغرام/غرام وتركيز أقصى قدره 304 نانوغرام/غرام (Kim et al., 2012a؛ Kim et al., 2012b). واكتشفت المادة UV-328 أيضاً بشكل متكرر في عينات الغبار في المنازل (العدد = 32) في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، بتركيز قدره 10-208 نانوغرام/غرام (تواتر الكشف = 100 في المائة) وأقل من حد الكشف إلى 90 نانوغرام/غرام (تواتر الكشف = 95 في المائة)، على التوالي (Wu et al., 2020). وبالإضافة إلى ذلك، اكتشفت المادة UV-328 في غبار النفايات الإلكترونية في كندا (العدد = 21، وتواتر الكشف = 100 في المائة)، بتركيز قدره من 5.6-161 000 نانوغرام/غرام (Wu et al., 2020). وتتشابه تركيزات المادة UV-328 في الغبار في هذا الأمثلة، باستثناء مثال غبار النفايات الإلكترونية، مع بعضها البعض وهي أقل القيم الإرشادية التي وضعتها الفلبين، على النحو المبين في القسم 2-3-2.

2-3-1-8 الكائنات الحية

117- اكتشفت المادة UV-328 في الكائنات الحية في العديد من مناطق العالم. وكشفت دراسات الرصد الحديثة في النرويج والتي شملت المادة UV-328 في قياساتها عن وجود المادة UV-328 في كائنات مختلفة. وفي إحدى الدراسات، اكتشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في كثيرات الشعر، والعوالق، وبلح البحر، وكبد سمك القد وفي دم وبيض نورس الرنجة (Ruus et al., 2020). واكتشفت المادة UV-328 في جميع أكباد سمك القد (العدد = 15)، بتركيزات تتراوح من 3.7 إلى 70 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب. وعُثر على المادة UV-328 أيضاً في دم وبيض جميع عينات نورس الرنجة (العدد = 15)، بتركيزات في نطاق 0.35-1.2 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في الدم و0.23-11 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في البيض. وفي دراسة أخرى، عُثر على المادة UV-328 في طائر صقر الشاهين والبومة السمراء والجرذ البني بتركيزات قدرها 0.43 و0.18 و0.28 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في المتوسط على التوالي (Heimstad et al., 2020). وفي دراسة مماثلة، عُثر على مادة UV-328 في دودة الأرض وصقر الشاهين والثعلب الأحمر والغريز بتركيزات قدرها 0.24 و0.7 و0.17 و0.12 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في المتوسط، على التوالي (Heimstad et al., 2020).

118- وتشير بيانات الرصد من الدانمرك وفنلندا والسويد إلى الانتشار واسع النطاق للمادة UV-328 في الكائنات الحية (Annex E, 2021). ففي الدانمرك، عُثر على المادة UV-328 بتركيزات تصل إلى 0.19 نانوغرام/غرام في بيض نورس الرنجة (العدد = 8، وتواتر الكشف = 50 في المائة)، و0.36-0.41 نانوغرام/غرام في كبد سمك القد (العدد = 2، وتواتر الكشف = 100 في المائة) وفي دهن الفقمة بتركيز قدره 0.8 نانوغرام/غرام (العدد = 2، وتواتر الكشف = 50 في المائة). وفي جزر فارو، اكتشفت المادة UV-328 بتركيز قدره 0.05 نانوغرام/غرام في بيض

الفولمار (العدد = 2، وتواتر الكشف = 50 في المائة) وبتركيز قدره 0.12 نانوغرام/غرام في كبد سمك القد (العدد = 2، وتواتر الكشف = 50 في المائة). وفي السويد، اكتشفت المادة UV-328 في دهن الفقمعة الرمادية بتركيز قدره 0.56 نانوغرام/غرام (العدد = 1).

119- وفي إسبانيا، اكتشفت المادة UV-328 في كائنات مائية مختلفة، بما في ذلك الأسماك التي عادةً ما يستهلكها الإنسان. وفي جزيرة غران كناريا، اكتشفت المادة UV-328 في ثلاثة أنواع من الأسماك (*Boops boops* و *Sphoeroides marmoratus* و *Sphyræna viridensis*) التي تم جمعها بالقرب من المصبات البحرية لمياه الصرف الصحي المعالجة (Montesdeoca-Esponda et al., 2020). وكانت التركيزات القصوى للمادة UV-328 في عينات العضلات والأحشاء قدرها 29.8 نانوغرام/غرام و 45.6 نانوغرام/غرام على التوالي. وفي جزر الكناري وكاتالونيا، اكتشفت المادة UV-328 في عينات عضلات للأسماك التي تم الحصول عليها من الأسواق، بتركيزات قدرها 100 نانوغرام/غرام من الوزن الجاف و 300 نانوغرام/غرام من الوزن الجاف لأنواع أسماك *Gadus morhua* و *Solea solea*، على التوالي (Gimeno-Monforte et al., 2020).

120- وفي دراسة قامت بقياس مختلف مثبتات الأشعة فوق البنفسجية من البنزوتريازول في أنهار الراين وإلبه وسار وسالي وموزيل الألمانية، اكتشفت المادة UV-328 في جميع عينات كبد الدنيس (*Abramis brama*). وأُخذت عينات من 20 سمكة على الأقل في كل نهر وتم تجميع الأعداد لتحليلها. وبلغ أقصى تركيز للمادة UV-328 تم قياسه حوالي 30 نانوغرام/غرام من الوزن الجاف في كبد عينات الدنيس من نهر الراين (Wick et al., 2016).

121- وفي عينات الأسماك البحرية (العدد = 58) من بين 20 نوعاً مأخوذة من خليج مانيليا بالفلبين، كان تواتر الكشف عن المادة UV-328 نسبته 88 في المائة (Kim et al., 2011). وكان متوسط تركيز المادة UV-328 في هذه الدراسة قدره 34.2 نانوغرام/غرام من وزن الدهون. وعُثر على أقصى تركيز للمادة UV-328 في أسماك الشيماني حيث بلغ 563 نانوغرام/غرام من وزن الدهون. وتشمل التركيزات الملحوظة الأخرى تلك التي عُثر عليها في البوري الرمادي المسطح الرأس وسمك المهر الشائع، بتركيزات قصوى تصل إلى 179 نانوغرام/غرام من وزن الدهون و 255 نانوغرام/غرام من وزن الدهون، على التوالي. وفي مصب نهر البييرل، الصين، اكتشفت المادة UV-328 في 18 نوعاً من أصل 24 نوعاً من الكائنات البحرية التي أُخذت العينات منها في إحدى الدراسات (Peng et al., 2017b). وعُثر على أعلى تركيز للمادة UV-328 في السمك البوري الأزرق قدرها 259 نانوغرام/غرام من وزن الدهون.

122- وفي دراسة قامت بقياس المادة UV-328 في بلح البحر الذي أُخذت عينات منه عبر المياه الساحلية لآسيا والمحيط الهادئ، عُثر على المادة UV-328 في بلح البحر الذي أُخذت العينات منه في كمبوديا بتركيز قدره 120 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في المتوسط (العدد = 2، وتواتر الكشف = 100 في المائة)، وفي الصين بتركيز قدره 96 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 5، وتواتر الكشف = 60 في المائة)، وفي الإقليم الإداري الخاص لهونغ كونغ في جمهورية الصين الشعبية بتركيز قدره 200 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 8، وتواتر الكشف = 75 في المائة)، وفي إندونيسيا بتركيز قدره 120 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 2، وتواتر الكشف = 100 في المائة)، وفي اليابان بتركيز قدره 120 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 7، وتواتر الكشف = 100 في المائة)، وفي جمهورية كوريا بتركيز قدره 220 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 17، وتواتر الكشف = 94 في المائة)، وفي ماليزيا بتركيز قدره 24 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 4، وتواتر الكشف = 25 في المائة)، وفي الفلبين بتركيز قدره 170 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 2، وتواتر الكشف = 100 في المائة) وفي الولايات المتحدة بتركيز قدره 69 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (العدد = 15، وتواتر الكشف = 33 في المائة) (Nakata et al., 2012). ولم تُكتشف المادة UV-328 في عينات بلح البحر المأخوذة من الهند (العدد = 2) وفييت نام (العدد = 3).

123- وفي بحر آرياكه في اليابان، اكتُشفت المادة UV-328 في جميع الكائنات البحرية التي أُخذت العينات منها، بما في ذلك الكائنات التي تعيش في مسطحات المد والجزر (الدودة الرملية، وصدفة المصباح، والمحار، والبطلينوس، وبطني الأقدام)، وكائنات المياه الضحلة (سرطان البحر والروبيان)، والأسماك (نطاق الطين ومفطح الرأس، وسمك موسى، ومفطح العين اليمنى، وفرخ الرمال، والينم، والبوري، وقاروص البحر، والسيف، وقوقع النسر، وأبو مطرقة)، والطيور الساحلية (البطة ذات الجسم البعقي والبطة البرية) والثدييات البحرية (خنازير البحر العديمة الزعانف) (Nakata et al., 2009, 2010). وعُثِر على المادة UV-328 في دهن خنازير البحر العديمة الزعانف (العدد = 5، وتواتر الكشف = 100 في المائة) بتركيز قدره 29 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في المتوسط وفي الأسماك الصغيرة بتركيز قدره 0.25 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في المتوسط (Nakata et al., 2009, 2010).

124- وفي دراسة أجريت في جدول مائي حضري في أونتاريو، كندا، اكتُشفت المادة UV-328 في 33-57 في المائة من الكائنات الحية التي أُخذت العينات منها، بتركيزات عالية في الكركند تصل إلى 1 300 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (Lu et al., 2016a). ووجدت دراسة أخرى أجريت في نفس المنطقة تراكم المادة UV-328 في كبد السمك (مقارنة ببقايا الأنسجة والصفراء والبلازما) ضمن نطاق تركيز قدره 0.6-21 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في الشبوطيات الماصة البيضاء (*Catostomus commersonii*) (Lu et al., 2017b). وفي كبد الكراكي الشمالي الذي أُخذت العينات منه بالقرب من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مونتريال، كانت التركيزات القصوى للمادة UV-328 ضمن نفس النطاق (39.7-40 نانوغرام/غرام من وزن الدهون) في المراحل الأولية والنهائية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مما يشير إلى أن النفايات السائلة الخارجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي قد لا تكون المصدر الأساسي في المسطح المائي المستقبلي بالمادة UV-328 (نهر سانت لورانس) (Giraud et al., 2020). وفي عينات من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، اكتُشفت المادة UV-328 في بلازما الدم في عدة كائنات حية بما في ذلك الأسماك والسلاحف النهاشة والغاق طويل الأذن والدلافين قارورية الأنف بعدة مئات من البيكوغرام/غرام من الوزن الرطب (Lu et al., 2019b). وكان أعلى تركيز للمادة UV-328 في بلازما الدم قدره 3.8 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في الشبوط الشائع. وعُثِر على تركيزات مماثلة للمادة UV-328 في دراسة سابقة لعينات من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، بتركيزات قدرها 3.9 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في بلازما الدم للشبوطيات الماصة البيضاء (Lu et al., 2016b).

125- وفي دراسة أجريت في منطقة البحيرات الكبرى، اكتُشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في بيض نورس الرنجة (تواتر الكشف = 83-100 في المائة في مستوطنات مختلفة) بتركيز أقصى قدره 13 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب (Lu et al., 2018). واكتُشفت المادة UV-328 أيضاً في سمك تروت البحيرات بتواترات مختلفة حسب الموقع (تواتر الكشف = 20-100 في المائة)، بتركيز أقصى قدره 6.7 نانوغرام/غرام من الوزن الرطب في سمك تروت بحيرة أونتاريو (Lu et al., 2018).

126- وتم قياس المادة UV-328 في زيت غدة الزمكي للطيور البحرية التي أُخذت عينات منها من جزر حول العالم (العدد = 145، وتواتر الكشف = 21 في المائة) (Yamashita et al., 2021). وكان قياس المادة UV-328 يتراوح بين 2 و54 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في الأويك المتوج الذي أُخذت عينات منه من جزيرة سانت لورانس (تواتر الكشف = 3/3)؛ و654 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في المور السميكة المنقار من جزيرة برييلوف (تواتر الكشف = 3/1)؛ و16-67 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في طائر نوء بولوير (تواتر الكشف = 7/3)، و3-5 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في طائر القطرس أسود القدمين (تواتر الكشف = 3/3) و31-2213 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في طائر النوء في هاواي (تواتر الكشف = 7/3)؛ و274 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في الأخبيل أحمر القدمين (تواتر الكشف = 3/1) و1302 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في الطير المداري أحمر المنقار من جزر غالاباغوس (تواتر الكشف = 3/1)؛ و5-24 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في جلم البحر ذي الأقدام اللحمية من غرب أستراليا (تواتر الكشف = 6/3)؛ و2-4 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في جلم البحر قصير الذيل من شرق أستراليا (تواتر الكشف = 5/3)؛ و3-5 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في طيور الحيتان

من نيوزيلندا (تواتر الكشف = 5/4)؛ و 7055-4430 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في جلم البحر الكبير من جزيرة غوف (تواتر الكشف = 3/3)؛ و 3003-1047 نانوغرام/غرام من وزن الدهون في طائر النوء الأزرق من جزيرة ماريون (تواتر الكشف = 3/3).

2-3-2 التعرض عند البشر

127- عُثر على المادة UV-328 في لبن الأم البشري والأنسجة الدهنية في أجزاء مختلفة من العالم (Kim et al., 2019؛ Lee et al., 2015؛ Yanagimoto & et al, 2011). وقد يتعرض البشر للمادة UV-328 من خلال ابتلاع الغبار الملوث وكذلك استهلاك المواد الغذائية الملوثة مثل الأسماك والمأكولات البحرية الأخرى. وتم حساب أن القيم الإرشادية للتعرض للمادة UV-328 عبر الغبار قدرها 90 000 نانوغرام/يوم و 22 500 نانوغرام/يوم للبالغين والأطفال الصغار، على التوالي (Kim et al., 2012a).

128- وفي الفلبين، كان المدخول اليومي المقدر للمادة UV-328 من الغبار 0.8-0.2 نانوغرام/يوم للبالغين و 4.6-0.5 نانوغرام/يوم للأطفال الصغار (Kim et al., 2012a). وكان المدخول اليومي المقدر للمادة UV-328 لدى الأطفال أعلى بخمس مرات منه لدى البالغين؛ ومع ذلك، كان المدخول اليومي المقدر لدى كل من الأطفال الصغار والبالغين أقل من القيم الإرشادية للتعرض للمادة UV-328 عن طريق ابتلاع الغبار.

129- وفي جمهورية كوريا، اكتشفت المادة UV-328 في لبن الأم البشري (العدد = 208)، بتواتر للكشف نسبته 98 في المائة وتركيز أقصى للمادة UV-328 قدره 334 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (Lee et al., 2015). وقدر المدخول اليومي المحسوب عن طريق استهلاك لبن الأم بنحو 0.36 ميكروغرام/كيلوغرام من وزن الجسم في اليوم. وفي عينات لبن الثدي (العدد = 87) من اليابان والفلبين وفييت نام، كان تواتر الكشف عن المادة UV-328 قدره 16 في المائة بمتوسط تركيز قدره 1.2 نانوغرام/غرام من وزن الدهون (Kim et al., 2019).

130- واكتشفت المادة UV-328 في عينات الأنسجة الدهنية البشرية المأخوذة في اليابان (العدد = 22)، وتواتر الكشف = 81 في المائة، وجمهورية كوريا (العدد = 18)، وتواتر الكشف = 88 في المائة، والهند (العدد = 5)، وتواتر الكشف = 60 في المائة، وإسبانيا (العدد = 12)، وتواتر الكشف = 16 في المائة، والولايات المتحدة الأمريكية (العدد = 24)، وتواتر الكشف = 13 في المائة (Yanagimoto et al., 2011) على النحو المذكور في (Germany, 2014). وكانت أعلى التركيزات القصوى المبلغ عنها للمادة UV-328 في الأنسجة الدهنية البشرية في اليابان (35 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، وتليها جمهورية كوريا (20 نانوغرام/غرام من وزن الدهون) والهند (6 نانوغرام/غرام من وزن الدهون)، وإسبانيا (6 نانوغرام/غرام من وزن الدهون) والولايات المتحدة الأمريكية (2 نانوغرام/غرام من وزن الدهون).

4-2 تقييم المخاطر للنقاط الطرفية المثيرة للقلق

131- إن المادة UV-328 سامة للثدييات لأنها يمكن أن تسبب آثاراً ضارة عند التعرض المتكرر لأعضاء مستهدفة محددة، وخاصة الكبد والكلية. وبناءً على ذلك، خلصت لجنة تقييم المخاطر التابعة للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية إلى أن المادة UV-328 تفي بمعايير السمية لأعضاء مستهدفة محددة - التعرض المتكرر في الفئة الفرعية 2 (STOT RE 2) وفقاً للقاعدة التنظيمية المتعلقة بالتصنيف والوسم والتغليظ الصادرة عن المفوضية الأوروبية EC 1272/2008، بناءً على دراسات السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت في الجرذان (ECHA, 2013, 2014).

132- ولم يجر الإبلاغ عن أي دليل على التأثيرات المسرطنة للمادة UV-328 وسميتها الإنجابية وطفراتها (ECHA, 2020a؛ ECC and Health Canada, 2016).

133- وفي ملف التسجيل الخاص بالاتحاد الأوروبي، نُسبت بيانات الأخطار التالية إلى المادة UV-328: H373 - السمية لأعضاء مستهدفة محددة، التعرض المتكرر في الفئة الفرعية 2 (STOT RE 2) و H413 قد

تؤدي إلى تأثيرات ضارة طويلة الأمد للحياة المائية (سمية مزمنة للأحياء المائية 4) (ECHA, 2020a). وتحتوي نسبة 93 في المائة و88 في المائة من إخطارات المخزونات المقدمة بموجب القاعدة التنظيمية المتعلقة بالتصنيف والوسم للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية على المادتين H373 وH413، على التوالي. وتم الإبلاغ عن وجود المادتين H411 (سمية مزمنة للأحياء المائية 2) وH412 (سمية مزمنة للأحياء المائية 3) في 4 في المائة و2 في المائة من الإخطارات. وتصنيفات الأخطار الأخرى المشمولة بأقل من 2 في المائة من الإخطارات هي H302 (سمية حادة 4، الابتلاع)، وH312 (سمية حادة 4، الجلد)، وH315 (تهيج الجلد 2)، وH319 (تهيج العين 2)، وH332 (سمية حادة 4، الاستنشاق)، وH334 (حساسية التنفس 1)، وH335 (السمية لأعضاء مستهدفة محددة، التعرض لمرة واحدة في الفئة الفرعية 3) وH372 (السمية لأعضاء مستهدفة محددة، التعرض المتكرر في الفئة الفرعية 1) (ECHA, 2021). وقدم أحد الأطراف تصنيفاً للأخطار بعبارات H التالية: H303 (سمية حادة 5، الابتلاع)، وH312، وH330 (سمية حادة 1، الاستنشاق)، وH372 وH412 (Annex E, 2021).

1-4-2 السمية في الثدييات

1-1-4-2 سمية التعرض المتكرر للجرعات

134- أظهرت دراسات السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت على الجرذان وكلاب بيغل سمية المادة UV-328 في الثدييات، حيث كان الكبد والكلى العضوين المستهدفين الرئيسيين.

135- وتمت تغذية ذكور وإناث الجرذان وفقاً لنظام غذائي يحتوي على المادة UV-328 لمدة 90 يوماً (شبه مزمناً) (Til et al., 1968). وكان بروتوكول الاختبار مشابهاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 408 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (1968)، بدون الممارسات المخبرية الجيدة). وكانت تركيزات الاختبار الاسمية للمادة UV-328 في النظام الغذائي لمجموعات العلاج تبلغ 100 و200 و400 و800 و1600 جزء في المليون، والتي تتوافق مع مستويات جرعة المادة UV-328 الفعلية التي تبلغ تقريباً 10 و19 و40 و81 و173 ملغم/كجم من وزن الجسم في اليوم، على التوالي، بناءً على وزن الجسم والاستهلاك الغذائي للجرذان الخاضعة للاختبار (ECHA, 2020a؛ وTil et al., 1968). ولم يجر إضافة المادة UV-328 إلى النظام الغذائي في المجموعات المرجعية. وأظهرت نتائج الفحوصات المرضية الدموية في الأسبوع 12 من الدراسة انخفاضاً يعتمد على الجرعة في محتوى الهيموغلوبين عند الذكور من مستوى الجرعة البالغ 19 ملغم/كجم من وزن الجسم في اليوم وعند الإناث من مستوى الجرعة البالغ 81 ملغم/كجم من وزن الجسم في اليوم فصاعداً (ECHA, 2013). وفي الذكور والإناث المعرضين لأعلى مستوى للجرعة، لوحظ انخفاض بنسبة 12 في المائة و6 في المائة في محتوى الهيموغلوبين مقارنةً بالمجموعة المرجعية، على التوالي (ECHA, 2013). وكان مدى الانخفاض في النسبة المئوية لحجم الخلية المعبأة متناسباً مع الانخفاض في محتوى الهيموغلوبين (ECHA, 2013). وزاد نشاط الجلوكوز - الفوسفاتاز في الكبد والكليتين معاً في كل من الذكور والإناث لجميع مستويات الجرعات مقارنةً بالمجموعة المرجعية (ECHA, 2013). ولم تجر أي فحوصات كيميائية بيولوجية أخرى. وزاد متوسط الأوزان النسبية للكبد بشكل واضح لجميع مستويات التغذية في كل من الذكور والإناث (ECHA, 2013). وزادت أوزان الكلى النسبية عند أعلى مستويات الجرعات الثلاث في كل من الذكور والإناث (ECHA, 2013). وكانت الأوزان النسبية للغدة الدرقية أعلى مما كانت عليه في المجموعة المرجعية ابتداءً من مستوى الجرعة البالغ 19 ملغم/كجم من وزن الجسم في اليوم (ECHA, 2013). وفي ذكور الجرذان، زادت الأوزان النسبية للطحال عند أعلى مستويين للجرعة، وزادت الأوزان النسبية للخصيتين عند أعلى ثلاثة مستويات للجرعات (ECHA, 2013). وترد الأوزان النسبية لجميع الأعضاء التي تم قياسها في الدراسة في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17. وكشف الفحص المرضي الشامل للكبد بعد 13 أسبوعاً عن تضخم ملحوظ للكبد وتغير لونه إلى اللون الأخضر (ECHA, 2013). وكشفت الفحوصات المجهرية للكبد عن تلف كبدي في جميع مستويات جرعات المادة UV-328 في كل من ذكور وإناث الجرذان، وانخفضت الشدة مع انخفاض مستويات الجرعات (ECHA, 2013). وعند أعلى مستويين من الجرعات، لوحظ أحياناً نخر بؤري في الذكور وبدرجة أقل في الإناث (ECHA, 2013). ولوحظ تغير لون الكلى إلى اللون

الأخضر في كل من الذكور والإناث المعرضين لأعلى مستويين من الجرعات (ECHA, 2013). وكشفت الفحوصات المجهريّة للكلّي عن حدوث نخر أنبوبي عند أعلى مستويين من التغذية لدى الذكور (ECHA, 2013). واستناداً إلى التغيرات المرضية النسيجية التي لوحظت في كبد وكيّتي الذكور المعرضين لمستوى جرعة قدره 81 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم، لاحظت لجنة تقييم المخاطر التابعة للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية استيفاء معايير الآثار الصحية الشديدة والضارة المحددة للتصنيف على أنها التعرض المتكرر للسمية لأعضاء مستهدفة محددة (ECHA, 2013). واستناداً إلى التغيرات في خواص الدم، والكيمياء البيولوجية السريرية، وأوزان الأعضاء، والتشريح المرضي التي لوحظت في هذه الدراسة، تم الإبلاغ عن أدنى مستوى تأثير ضار ملحوظ (LOAEL) قدره 10 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم في ملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييمها (ECHA, 2020a).

136- وفي دراسة أخرى، تمت تغذية ذكور وإناث كلاب بيغل وفقاً لنظام غذائي يحتوي على المادة UV-328 لمدة 90 يوماً (شبه مزمّن) (Ciba-Geigy, 1970؛ و ECHA, 2013). وكان بروتوكول الاختبار مشابهاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 409 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (بدون الممارسات المختبرية الجيدة)، باستثناء في حالة 3 حيوانات تم اختبارها لكل جنس ولكل مجموعة علاج بدلاً من 5. وكانت مستويات جرعة المادة UV-328 في الدراسة قدرها صفر (المجموعة المرجعية)، و15، و30، و60، و120 و240 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم. وتوفي كلب ذكر واحد في المجموعة الخاضعة للتجربة العلاجية ذات أعلى مستوى للجرعة خلال الأسبوع الثامن من الدراسة، وأظهرت الحيوانات التي تعرضت لجرعات أعلى انخفاضاً في استهلاك الطعام ووزن الجسم، بالإضافة إلى النعاس وضعف السلوك (ECHA, 2013). وكشفت الفحوصات المرضية الدموية عن انخفاض في عدد كريات الدم الحمراء، وتقلص حجم الخلايا المعبأة، وانخفاض محتوى الهيموغلوبين في الدم، وزيادة متوسط حجم الكريات الحمراء، وانخفاض متوسط تركيز الهيموغلوبين العضلي في الكلاب المعرضة لمستويات جرعة عالية قدرها 120 و240 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم (ECHA, 2013). وكانت محتويات الهيموغلوبين في ذكور الكلاب المعرضة لجرعة قدرها 120 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم وإناث الكلاب المعرضة لجرعة قدرها 240 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم أقل بنسبة 20 في المائة مقارنة بتلك الموجودة في المجموعة المرجعية (ECHA, 2013). وكشفت الفحوصات الكيميائية البيولوجية عن زيادة نشاط العديد من الإنزيمات في مصل الدم (ECHA, 2013). وشملت هذه الترانساميناز الغلوتامات بيروفات (GPT) (أو ألانين ترانس أميناز (ALT)، والترانساميناز الغلوتامات-أوكسالواسيتيك (GOT) أو ترانساميناز الأسبارتات (AST) والفوسفاتيز القلوي (ALP) (ECHA, 2013). ولوحظت زيادة في نشاط الإنزيمات الثلاثة عند الذكور ابتداءً من مستوى جرعة قدره 15 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم (ECHA, 2013). ولوحظ في الإناث ارتفاع مستوى إنزيم الفوسفاتيز القلوي في مصل الدم عند مستوى جرعة قدره 15 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم (ECHA, 2013). وانخفض البروتين الكلي في مصل الدم في ذكور وإناث الكلاب المعرضة للجرعات؛ وكانت القيم في ذكور وإناث الكلاب المعرضة لأعلى مستوى جرعات قدرها 86 في المائة و81.5 في المائة من قيم المجموعة المرجعية، على التوالي (ECHA, 2013). ولوحظت تغيرات في نمط البروتين في مصل الدم بدءاً من مستوى جرعة قدره 30 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم (ECHA, 2013). وفي عملية التشريح، زادت أوزان الكبد المطلقة للذكور والإناث عند جميع مستويات الجرعات بشكل ملحوظ مقارنةً بالمجموعة المرجعية (ECHA, 2013). وكشفت الفحوصات المرضية النسيجية للكبد عن تغيرات دهنية في خلايا كوبفر، والكريات البروتينية في السيتوبلازم، وتصبغ خلايا كوبفر باللون الأصفر، وتضخم خلايا كوبفر بدءاً من مستوى الجرعة البالغ 15 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم (ECHA, 2013). وشوهد تنكس دهني للخلايا الكبدية في الكلاب التي تعرضت لجرعة قدرها 60 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم ومستويات جرعة أعلى (ECHA, 2013). واستناداً إلى التأثيرات المرضية النسيجية التي لوحظت في الكلاب المعرضة لمستويات جرعة قدرها 60 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم، والتغيرات في نشاط العديد من الإنزيمات في مصل الدم والتغيرات التي لوحظت في نمط البروتين

في المصل، ذكرت لجنة تقييم المخاطر التابعة للوكالة الأوروبية للمواد الكيميائية أنه تم استيفاء معايير تصنيف المادة UV-328 في فئة خطر التعرض المتكرر للسمية لأعضاء مستهدفة محددة. واستناداً إلى نتائج هذه الدراسة، تم الإبلاغ عن مستوى تأثير ضار غير ملحوظ (NOAEL) قدره 30 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم وأدنى مستوى تأثير ضار ملحوظ قدره 60 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم في ملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها (ECHA, 2020a).

137- كما نظر التقييم الكندي للمادة UV-328 في دراسات السمية بالجرعات المتكررة المعروضة أعلاه وأجرى استنباطاً بنظيرين متشابهين هيكلياً، 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1-methyl-1-phenylethyl)phenol (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية 7-86-70321) و 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-methylphenol (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية 4-22-2440)، لسد الفجوات في البيانات المتعلقة بالسمية المزمنة (ECCC and Health Canada, 2016). ويشير التقييم الكندي في استنتاجه إلى أن مستويات التأثير المنخفض في الدراسات تراوحت تصاعدياً من 5 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم، ويخلص إلى أن أدنى مستوى تأثير ضار ملحوظ قدره 15 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم (ECCC and Health Canada, 2016).

138- واستناداً إلى مستوى التأثير الضار غير الملحوظ من دراسة السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت على الكلاب، تم استقراء المستويات المشتقة لعدم التأثير (DNEL) للبشر وتم الإبلاغ عنها في ملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها حسب الصناعة (ECHA, 2020a). ولم تستعرض أي سلطة المستويات المشتقة لعدم التأثير وهي ترد في الجدول 8. ولمزيد من المعلومات عن كيفية حساب المستويات المشتقة لعدم التأثير، انظر UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17. ولكن إذا تم حساب المستويات المشتقة لعدم التأثير استناداً إلى مستوى التأثير الضار الملحوظ من دراسة السمية المتكررة للجرعات التي أجريت في الجرذان، ستكون القيم ثلث القيم الموضحة في الجدول 8. وبالإضافة إلى ذلك، تمثل المستويات المشتقة لعدم التأثير قيمة مرجعية خارجية، وتستند عادة إلى أدنى مستوى موثوق به للتأثير الضار غير الملحوظ، وليس على مستوى التأثير الضار الملحوظ. ولذا، فإن القيم المبلغ عنها في الجدول 8 تطوي على قدر كبير من عدم اليقين ولا ينبغي استخدامها للمقارنة مع التركيزات المقاسة في الإنسان.

الجدول 8- المستويات المشتقة لعدم التأثير للتأثيرات النظامية الناتجة عن التعرض طويل الأمد للمادة UV-328 بين العمال وعامة السكان على النحو الوارد ملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها (ECHA, 2020a).

طريق التعرض	المستويات المشتقة لعدم التأثير للعمال	المستويات المشتقة لعدم التأثير لعامة السكان
الاستنشاق	0.7 ملغم/م ³	0.17 ملغم/م ³
الجلد	0.3 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم	0.14 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم
الفم		0.14 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم

2-1-4-2 السمية الحادة

139- اختبرت العديد من الدراسات السمية الحادة للمادة UV-328 الناتجة عن التعرض لجرعة واحدة (ECHA, 2020a). وفي دراسة ترقيمية عن طريق الفم في الجرذان والفئران، لم يجر الإبلاغ عن أي تغيرات إجمالية في الأعضاء بعد التعرض لجرعة واحدة من المادة UV-328 (Ciba-Geigy, 1978). وكانت الجرعة المميّنة النصفية (LD₅₀) عن طريق الفم تبلغ حوالي 2 300 ملغم/كغم من وزن الجسم. وفي دراسة أخرى مماثلة أجريت على الجرذان، كانت الجرعة المميّنة النصفية (LD₅₀) أعلى من الجرعة القصوى المستخدمة في الدراسة وبالبالغة 7 750 ملغم/كغم من وزن الجسم (Ciba-Geigy, 1978). وفي الجرذان البيضاء (دراسة مشابهة أجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 401 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، بدون الممارسات المختبرية الجيدة، 1987)، كانت الجرعة المميّنة النصفية (LD₅₀) أعلى من جرعة الدراسة البالغة 2 000 ملغم/كغم من وزن الجسم (ECHA, 2020a).

140- وفي دراسة (1973) أجريت بروتوكول اختبار مشابه للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 403 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (بدون الممارسات المختبرية الجيدة)، تعرضت الجرذان للهباء الجوي عن طريق الأنف للمادة UV-328 لمدة 4 ساعات باستخدام الإيثانول كوسيط (ECHA, 2020a). وكان التركيز المميت النصفى (LC₅₀) أعلى من التركيز المستخدم في الدراسة والبالغ 0.4 ملغم/لتر من الهواء. وكان توزيع حجم الجسيمات في الهباء الجوي يزيد عن 7 ميكرومتر في حوالي 7.5 في المائة من الحالات، ويتراوح بين 3 و7 ميكرومتر في 5 في المائة من الحالات، ويتراوح بين 1 و3 ميكرومتر في 55 في المائة من الحالات، ويقبل عن 1 ميكرومتر في 32.5 في المائة من الحالات. وفي دراسة أخرى (1977)، تعرضت الجرذان للمادة UV-328 لمدة ساعة واحدة من خلال استنشاق الغبار (تعرض الجسم بأكمله) (ECHA, 2020a). وكان التركيز المميت النصفى (LC₅₀) أعلى من تركيز الاختبار البالغ 0.13 ملغم/لتر في الهواء (ECHA, 2020a).

141- وتراوحت الجرعة المميتة النصفية (LD₅₀) المقاسة عن طريق الجلد في الأرناب بين 1.1 و3.0 غرام/كغم من وزن الجسم بعد التعرض لمرة واحدة للمادة UV-328 (ECHA, 2020a). ولم يجر الإبلاغ عن أي تهيج/تحسس جلدي أو تهيج في العين (ECHA, 2020a).

2-4-1-3 السمية الإنجابية والنمائية

142- لا توجد دراسات عن السمية الإنجابية والنمائية للمادة UV-328. غير أن النتائج المستخلصة من دراسات السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت على الجرذان والكلاب (الموصوفة في 2-4-1-1) تشير إلى احتمال حدوث آثار ضارة على الإنجاب/النمو في الثدييات. ففي ذكور الجرذان التي تعرضت للجرعات من المادة UV-328 تبلغ 40 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم أو أعلى، زاد الوزن النسبي للخصية زيادة كبيرة (ECHA, 2013). ولم تجر الفحوصات المرضية النسيجية للأعضاء التناسلية للجرذان في الدراسة. وفي ذكور وإناث الجرذان، كانت الأوزان النسبية للغدة الدرقية أعلى مما كانت عليه في المجموعة المرجعية بدءاً من مستوى الجرعة البالغ 19 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم. وللحصول على بيانات عن الأوزان النسبية للخصية والغدة الدرقية في العينات الخاضعة للاختبار، انظر UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17.

143- وأظهرت الدراسة التي أجريت على الكلاب أن بعض الكلاب التي تعرضت لجرعات تبلغ 60 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم أو أعلى تعرضت لتغيرات في أعضائها التناسلية تعزى إلى تناول المادة UV-328 (ECHA, 2013, 2020a). وفي بعض الكلاب الذكور، تم الإبلاغ عن ضمور في الأنابيب ووجود خلايا عملاقة متعددة النواة في الخصيتين وكذلك عيوب في تكوين الحيوانات المنوية (ECHA, 2013, 2020a). ولوحظ في بروتينات بعض ذكور الكلاب المعرضة لمستويات جرعة تبلغ 120 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم و240 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم، ضمور قوي وتصلب في اللحمة (ECHA, 2013, 2020a). وفي بعض إناث الكلاب التي تعرضت لجرعات تبلغ 60 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم وأعلى، تم الإبلاغ عن ضمور طفيف في كل طبقات الرحم (ECHA, 2013, 2020a). وبناءً على هذه البيانات، من المحتمل أن يكون للمادة UV-328 تأثيراً سلبياً على الإنجاب.

144- وأجريت دراسة Zhuang et al. 2017 تجارب في المختبر باستخدام مقاييس حيائية بخميرة مؤتلفة ثنائية الهجين لتقييم الأنشطة المعطلة للمادة UV-328 تجاه مستقبلات الأندروجين البشرية (AR) قبل وبعد تنشيط الاستقلاب بواسطة ميكروسومات الكبد البشري (HLM) وإنزيم CYP3A4. وتعرضت خلايا الخميرة للمادة UV-328 في نطاق تركيز 10×5^{-4} -50 ميكرومتر. ولم تُلاحظ أي سمية لخلايا الخميرة في نطاق التركيز هذا. وقبل تنشيط الاستقلاب بواسطة الاستقلاب وإنزيم CYP3A4، لم يجر الإبلاغ عن أي نشاط fdv؛ مضاد للأندروجين في نطاق التركيز 10×5^{-4} -5 ميكرومتر. ومع ذلك، لوحظت سمية مضادة ضعيفة عند تركيز للمادة UV-328 قدره 50 ميكرومتر. وتم استكشاف ثلاثة تركيبات، 0.0025 و0.025 و0.25 ميكرومتر، لمقارنة التأثيرات المضادة للأندروجين قبل وبعد الاستقلاب. وبعد تنشيط الاستقلاب بواسطة إنزيم CYP3A4، أدى التعرض للمادة UV-328

إلى زيادة كبيرة في النشاط المضاد للأندروجين مقارنةً بالاستقلاب السابق عند تركيز الاختبار البالغ 0.25 ميكرومتر؛ وزاد معدل تثبيط مستقبلات المادة UV-328 من 3.0 ± 17.1 في المائة إلى 4.9 ± 40.7 في المائة. وبعد تثبيط الاستقلاب بواسطة ميكروسومات الكبد البشري، لوحظت أيضاً زيادة كبيرة في معدل التثبيط (6.3 ± 28.0) في المائة إلى 1.5 ± 43.3 في المائة). وتشير هذه البيانات إلى أنه من المحتمل أن يكون للمادة UV-328 تأثيرات مضادة للأندروجين. وفي دراسة أخرى في المختبر باستخدام مقاييس بخصيرة ثنائية الهجين، لم يلاحظ أي نشاط استروجيني كبير للمادة UV-328 في نطاق الاختبار من 10^{-3} إلى 10^{-7} م (التركيز النهائي للمادة UV-328 المذاب في سلفوكسيد ثنائي الميثيل (DMSO)) (Kawamura et al., 2003).

2-4-2 السمية الإيكولوجية

145- لم يجر إثبات السمية الإيكولوجية الحادة للمادة UV-328 بشكل قاطع في الاختبارات المعيارية (ترد التفاصيل أدناه). غير أن الدراسات الحديثة للتعرض طويل الأمد للمادة UV-328 في الكائنات المائية تشير إلى احتمال حدوث تأثيرات ضارة بناءً على النتائج في أسماك الزرد كاملة النضج (Hemalatha et al., 2020). وتتنبأ بيانات النمذجة من برنامج العلاقات البيئية بين الهيكل والنشاط (ECOSAR) أيضاً أن المادة UV-328 سامة إيكولوجياً (US EPA, 2012).

146- ونظراً لانخفاض قابلية ذوبان المادة UV-328 في الماء، فإن دراسات السمية الإيكولوجية طويلة الأمد أنسب لتقييم السمية الإيكولوجية المائية للمادة UV-328. وبحث دراسة Hemalatha et al., 2020 آثار التعرض للمادة UV-328 في أسماك الزرد كاملة النضج (*Danio rerio*). وجرت أقيمت كائنات الاختبار (العدد = 750) مع الظروف المختبرية وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 305 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وبعد التأقلم، تم تقسيم الأسماك إلى خمس مجموعات تجريبية - المجموعة المرجعية في المياه، والمجموعة المرجعية في المذبيبات وثلاث مجموعات معالجة. وتم الاحتفاظ بثلاث نسخ من كل مجموعة، واحتوت كل نسخة على 50 سمكة في محلول اختبار بسعة قدرها 25 لترًا. وتعرضت الأنواع المختبرة في مجموعات المعالجة للمادة UV-328 بتركيز قدره 0.01 و 0.1 و 1 ملغم/لتر محضرة في سلفوكسيد ثنائي الميثيل لمدة 14 و 28 و 42 يوماً. وتم تجديد محاليل الاختبار الموجودة في الخزانات كل 24 ساعة للحفاظ على تركيز الاختبار المناسب، ولكن لم يبلغ المؤلفون عما إذا كان قد تم التحقق من التركيزات عن طريق القياسات التحليلية. وأشارت الفحوصات البيوكيميائية لأنسجة الكبد في اليومين 14 و 28 إلى زيادة كبيرة في أنشطة ديسموتاز فوق الأكسيد (SOD) والكاتالاز (CAT) والجلوتاثيون بيروكسيداز (GPx) عند مستويات التعرض البالغة 0.1 و 1 ملغم/لتر. كما أجريت فحوصات مرضية نسيجية لعينات الكبد. وفي الأسماك التي تعرضت للمادة UV-328 بمقدار 0.01 و 0.1 ملغم/لتر لمدة 14 يوماً، لوحظ عدد قليل من الآفات النسيجية مثل أشباه الجيوب الكبدية، ودرجة منخفضة من فجوات خلايا الكبد وتضخم النواة، في جميع أجزاء أنسجة الكبد. وفي الأسماك المعرضة لكمية قدرها 1 ملغم/لتر من المادة UV-328، لوحظت الكريات الحمضية، ونوى متجمعة، والانحلال والتفريغ السيتوبلازمي، والجيوب المتوسعة، التتسكس النووي والتضخم. وفي اليوم 28، أصبحت الآفات أكثر انتشاراً ومصحوبة بتفريغ دهني في جميع مجموعات المعالجة. وبالإضافة إلى ذلك، لوحظ انتفاخ غائم في خلايا الكبد ونخر شديد في الكبد في العديد من الأماكن في الأسماك التي تعرضت لكمية قدرها 0.1 و 1 ملغم/لتر. وفي اليوم 42، أصبحت التغيرات النسيجية أكثر شدة مع زيادة التركيز، وكان من أشدها نزيفاً في الأوردة، وتضخماً على النواة، ونخراً مع آفات جيبيية، وتتكساً كاملاً لخلايا الكبد. وبالإضافة إلى ذلك، في مجموعة التعرض البالغة 1 ملغم/لتر، لوحظ تراكمات الجيوب في الدم والماكرولفاج في الأسماك في اليوم 42. ولم يحدث نفوق للأسماك خلال فترات التأقلم أو التعرض. ولم يجر الإبلاغ عن التأثيرات على طول الأسماك أو نموها.

147- وبحث دراسة Giraudo et al. 2020 تأثيرات التعرض للغذاء الذي يحتوي على المادة UV-328 في أسماك تراوت قوس القزح الصغيرة (*Oncorhynchus mykiss*) لمدة 28 يوماً وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 305 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وتم تحضير محاليل مركزة من المادة

UV-328 في الأستونيتريل، واستُخدمت بعد ذلك لتحضير محاليل العمل في الماء المقطر. وتم تحضير كريات علف التراوت بحيث يتم الحصول على تركيز اسمي قدره 50 نانوغرام/غرام من المادة UV-328 في العلف. ووضعت الأسماك في أربعة خزانات فرز سعة 60 لتراً، واقع 13 سمكة في كل خزان. وكانت ثلاثة من الخزانات بمثابة خزانات معالجة حيث جرى تغذية الأسماك وفقاً لنظام غذائي يحتوي على المادة UV-328. وعمل الخزان المتبقي كخزان مرجعي (يحتوي على نفس التركيز النهائي من الأستونيتريل الموجود في خزانات المعالجة). وجرى تغذية الأسماك يومياً بحصة ثابتة من الغذاء تعادل 4 في المائة من متوسط الوزن الرطب لجسم السمكة. وكان وزن الأسماك 0.14 ± 3.25 غرام في المتوسط. وبعد 28 يوماً، أُخذت عينات من الأسماك بشكل عشوائي وتعرضت للنفوق الرحيم لمواصلة تحليلها. وأظهرت التحليلات أن التعرض للمادة UV-328 عند مستوى التغذية هذا لم ينتج عنه أي آثار على طول السمكة ووزنها وحالة جسم فولتون. غير أن التعرض للمادة UV-328 أدى إلى تغييرات في النسخ، مما أدى إلى نسخ البروتينات الريبوسومية، وتقليل تنظيم الجينات المشاركة في الاستجابات المناعية والتأثير على الجينات المشاركة في تحقيق توازن الحديد (Giraud et al., 2020). وجرى تغذية الأسماك في مجموعة المعالجة التي لم يجر التخلص منها بالنفوق الرحيم بنظام غذائي مرجعي لمدة خمسة أيام بعد فترة 28 يوماً للسماح بالتقوية. وخلال فترة التقوية هذه، انخفضت تركيزات المادة UV-328 في كبد الأسماك بنسبة 20.9 في المائة يومياً، وتم الإبلاغ أن العمر النصفى التقديري للتقوية يبلغ 3 أيام.

148- وبحثت دراسة Giraud et al. 2017 آثار التعرض للمادة UV-328 في الطحالب الخضراء للمياه العذبة *Chlamydomonas reinhardtii* وقشريات المياه العذبة *Daphnia magna*. وبالنسبة للتجارب التي أُجريت على الطحالب، تم تخفيف الخلايا المتنامية باطراد في وسط عاذب لتحقيق كثافة للخلية تبلغ 10×10^6 خلية/ملم. وتعرضت الطحالب بعد ذلك للمادة UV-328 بتركيز قدره 0.01 و 10 ميكروغرام/لتر (مخففة في سلفوكسيد ثنائي الميثيل بنسبة 0.05 في المائة) لمدة 96 ساعة. وأجريت التجارب في ثلاث نسخ، وتم الاحتفاظ بنسخة مرجعية تحتوي على مستويات سلفوكسيد ثنائي الميثيل المقابلة. وتم الإبلاغ عن زيادة في إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية بعد التعرض للمادة UV-328 (Giraud et al., 2017). ولم تكن قابلية بقاء الخلايا المعرضة مختلفة بشكل كبير عن الخلايا المرجعية. وفيما يخص التجارب التي أُجريت على القشريات (وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 211 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي)، تم تعريض خمس مجموعات مماثلة من 12 من *Daphnia magna* حديثي الولادة (أقل من 24 ساعة) للمادة UV-328 بتركيزات قدرها 0.01 و 10 ميكروغرام/لتر (مخففة في سلفوكسيد ثنائي الميثيل بنسبة 0.05 في المائة) لمدة 21 يوماً. ولم تحدث حالات نفوق، ولم تُلاحظ أي آثار على النمو والتكاثر ونسخ الجينات بعد فترة التعرض البالغة 21 يوماً.

149- ويتنبأ برنامج العلاقات البيئية بين الهيكل والنشاط بالقيمة المزمدة (ChV) والتركيز المميت النصفى/التركيز الفعال النصفى أقل من 0.1 (LC₅₀/EC₅₀ < 0.1) لمغم/لتر للمادة UV-328 في أسماك المياه العذبة وبرغوث الماء والطحالب الخضراء (US EPA, 2012). ويتم حساب القيمة المزمدة على أنها المتوسط الهندسي لكل من التركيز الذي لا يُلاحظ فيه أي تأثير (NOEC) وأدنى تركيز يُلاحظ فيه تأثير (LOEC).

150- وتشير بيانات السمية الإيكولوجية المتاحة التي تم الحصول عليها من دراسات السمية الحادة التي أُجريت على كائنات المياه العذبة (الأسماك والقشريات والطحالب) وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي إلى عدم وجود آثار ضارة للمادة UV-328 في نطاق قابلية الذوبان في الماء. ومع ذلك، نظراً لانخفاض قابلية ذوبان المادة UV-328 في الماء، فمن المتوقع أن مثل هذا الطريق للتعرض (أي، المادة UV-328 المذابة بحرية في الماء، على عكس ذوبانها في النظام الغذائي) خلال فترة تعرض قصيرة لن يؤدي بشكل كافٍ إلى تركيزات ذات تأثير داخلي للمادة UV-328 في كائنات الاختبار. ومع ذلك، يجري الإبلاغ هنا عن قيم السمية الإيكولوجية للمادة UV-328 في الأسماك والقشريات والطحالب، كما هو مبين في الجداول من 9 إلى 11. ملاحظة: بالنسبة لدراسات السمية الإيكولوجية حيث يتم الاستشهاد بملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها (ECHA, 2014) كمرجع، يُتاح ملخص فقط.

الجدول 9- قيم السمية الإيكولوجية للمادة UV-328 في الأسماك.

أنواع الأسماك	طريقة الاختبار	التركيز المميت النصفى (LC ₅₀) / التركيز الذي لا يُلاحظ فيه أي تأثير (NOEC)	المرجع (المراجع)
<i>Danio rerio</i>	المبادئ التوجيهية للاختبار رقم 203 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، بدون الممارسات المخبرية الجيدة، 1988	$100 \leq LC_{50}/NOEC$ ملغم/لتر بعد 96 ساعة	ECHA, 2020a
<i>Oryzias latipes</i>	المبادئ التوجيهية للاختبار رقم 203 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، وفق الممارسات المخبرية الجيدة، 2007	$0.08 < LC_{50}$ ملغم/لتر بعد 96 ساعة	ECHA, 2020a

الجدول 10- قيم السمية الإيكولوجية للمادة UV-328 في القشريات.

أنواع القشريات	طريقة الاختبار	التركيز الفعال النصفى (EC ₅₀) / التركيز الذي لا يُلاحظ فيه أي تأثير (NOEC)	المرجع (المراجع)
<i>Daphnia magna</i>	المبادئ التوجيهية للاختبار رقم 202 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، وفق الممارسات المخبرية الجيدة، 2007	$83 < EC_{50}$ ميكروغرام/لتر بعد 48 ساعة	ECHA, 2020a ECHA, 2020a ECHA, 2020a
<i>Daphnia pulex</i>	المبادئ التوجيهية للاختبار رقم 202 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، بدون الممارسات المخبرية الجيدة، 1988	$10 \leq NOEC$ ملغم/لتر بعد 48 ساعة	Kim et al., 2011

الجدول 11- قيم السمية الإيكولوجية للمادة UV-328 في الطحالب.

أنواع لطحالب	طريقة الاختبار	التركيز المميت النصفى (LC ₅₀) / التركيز الذي لا يُلاحظ فيه أي تأثير (NOEC)	المرجع (المراجع)
<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	المبادئ التوجيهية للاختبار رقم 201 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ظروف شبه ثابتة وفق الممارسات المخبرية الجيدة، 2007	$0.016 = NOEC$ ملغم/لتر (حد الاختبار)	ECHA, 2020a
<i>Scenedesmus subspicatus</i>		$0.1 > NOEC$ ملغم/لتر لتثبيط النمو بعد 72 ساعة	Hicks and Geldhill, 1993

151- وتجدر الإشارة بالنسبة للطحالب، *Scenedesmus subspicatus*، أنه تمت ملاحظة بعض التأثير من حيث تثبيط النمو بعد 72 ساعة من التعرض للمادة UV-328 في جميع التركيزات المخبرية (بما في ذلك أدنى تركيز قدره 0.1 ملغم/لتر) (Hicks & Gledhill, 1993). غير أنه لم تُلاحظ أي تأثيرات في دراسة حديثة للطحالب وفق الممارسات المخبرية الجيدة حديثة أجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 201 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.

152- وفي الكائنات الحية الدقيقة المأخوذة من حمأة المجاري، كان التركيز الفعال النصفى (EC₅₀) وتركيز التثبيط النصفى (IC₅₀) بعد 3 ساعات أكبر من تركيز الاختبار البالغ 100 ملغم/لتر (وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار رقم 209 الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، في ظروف ثابتة، وبدون الممارسات المخبرية الجيدة، 1988) (ECHA, 2020a).

153- وبناءً على تركيزات التأثير غير المحدود من دراسات السمية الإيكولوجية الحادة في كائنات المياه العذبة، تم الإبلاغ عن تركيزات غير مؤثرة متوقعة للمادة UV-328 للكائنات المائية في ملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها حسب الصناعة (ECHA 2020a). وترد معلومات عن كيفية حساب القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير (PNEC) في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17. ويوضح الجدول 12 القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للمصفوفات البيئية المختلفة والقيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للتسمم الثانوي، اللتان لم تستعرضهما أي سلطة. ملاحظة: إذا تم حساب القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للتسمم الثانوي بناءً على أدنى مستوى تأثير ضار ملحوظ من دراسة السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت في الجرذان، فإن القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للتسمم الثانوي سيكون أقل بعامل مقدره 6 من القيمة الموضحة في الجدول 12.

الجدول 12- القيم المتوقعة لتركيز المادة UV-328 الذي لا يحدث أي تأثير على الكائنات المائية في المياه العذبة والمياه البحرية ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي ورواسب المياه العذبة والرواسب البحرية، بالنسبة للكائنات الأرضية في التربة والتسمم الثانوي للمفترسات على النحو الوارد في ملف تسجيل لائحة تسجيل المواد الكيميائية وتقييمها والتصريح بها وتقييدها. المصدر: ECHA 2020a؛ و UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17

المصفوفة	القيم المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير
المياه العذبة	10 ميكروغرام/لتر
المياه العذبة (إطلاقات متقطعة)	100 ميكروغرام/لتر
المياه البحرية	1 ميكروغرام/لتر
محطات معالجة مياه الصرف الصحي	100 ميكروغرام/لتر
الرواسب (المياه العذبة)	451 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف للرواسب
الرواسب (البحرية)	45.1 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف للرواسب
التربة	9 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف
التسمم الثانوي في المفترسات (الكلب)	13.2 ميكروغرام/غ من الغذاء
التسمم الثانوي في المفترسات (الجرذ)	2.2 ميكروغرام/غ من الغذاء

154- وتشير مقارنة بيانات الرصد البيئي (الفرع 2-3-1) بالقيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير إلى أن التركيزات البيئية تكون أقل في معظم الحالات من القيم المتوقعة ذات الصلة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير. ومع ذلك، هناك حالات تقترب فيها التركيزات البيئية من القيم المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير أو تتجاوزها. وتشمل هذه اكتشاف المادة UV-328 بتركيزات تصل إلى 4.8 ميكروغرام/لتر في الأنهار اليابانية الملوثة، وهي بنفس مقدار القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير البالغة 10 ميكروغرام/لتر لنظم المياه العذبة. وتشير بيانات الرصد من خليج ناراجانسيت، الولايات المتحدة الأمريكية، والتي تمثل موقعاً ملوث تاريخياً بالمادة UV-328، إلى أن القيم المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للمياه العذبة (10 ميكروغرام/لتر) ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي (1 000 ميكروغرام/لتر) قد تم تجاوزها في الماضي، نظراً للإبلاغ عن تركيزات قصوى قدرها 85 ميكروغرام/لتر و 700 ميكروغرام/لتر في هذه المصفوفات، على التوالي؛ كما اقتربت تركيزات المادة UV-328 المقاسة في الرواسب (300 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف) من القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير لرواسب المياه العذبة (451 ميكروغرام/غرام من الوزن الجاف).

155- وبالإضافة إلى ذلك، قد تكون التركيزات العالية للمادة UV-328 المكتشفة في زيت غدة الزمكي في المناطق النائية (وهي 1-7 ميكروغرام/غرام من وزن الدهون في جلم البحر الكبير من جزيرة غوف وطائر النوء الأزرق من جزيرة ماريون) ذات صلة بالتسمم الثانوي في المفترسات. ويمكن أن تشمل الثدييات المفترسة للطيور البحرية الموجودة على الجزر الجرذان والقطة الوحشية والفئران الصغيرة والخنازير والنمس والثعالب وزبابة المسك (Townsend et al., 2011). وفي حين أن التركيزات في زيت غدة الزمكي قد لا تكون قابلة للمقارنة مباشرة مع القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للتسمم الثانوي، فإن دراسة التغذية (Tanaka et al. (2020b) أظهرت أن تركيزات المادة UV-328 في زيت غدة الزمكي كانت قبل 32 يوماً من التعرض مشابهة جداً للتركيزات الموجودة في دهون البطن. ولذلك، بافتراض وجود محتوى دهني يتراوح بين 5 في المائة و15 في المائة من إجمالي وزن

الجسم في الطيور البحرية (Spear & Ainley, 1998)، فإن تركيزات المادة UV-328 في جسم الطيور البحرية بأكمله (من 0.05 إلى 1.1 ميكروغرام/غرام) ستكون أقل بمقدار عامل واحد أو اثنين مقارنة بالقيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للتسمم الثانوي في المفترسات (13.2 ميكروغرام/غرام غذاء، على النحو المحسوب على أساس مستوى التأثير الضار غير الملحوظ في الكلاب).

156- والقيم المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير للتسمم الثانوي المحسوبة على أساس أدنى مستوى تأثير ضار ملحوظ في الجرذان ($PNEC_{oral} = 2.2$ ميكروغرام/غرام من الغذاء؛ انظر UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17) وتركيز المادة UV-328 في الجسم بأكمله في الطيور البحرية بنفس الحجم. ويشير هذا إلى احتمال وجود تأثيرات ضارة في الثدييات المفترسة للطيور البحرية في المناطق النائية. ملاحظة: نظراً لعدم وجود دراسات عن السمية في الطيور نتيجة المادة UV-328، فإن تأثيرات التركيزات المرتفعة للمادة UV-328 على الطيور البحرية غير معروفة.

157- ولا توجد بيانات عن السمية الإيكولوجية للمادة UV-328 في الأحياء البرية الأرضية بخلاف دراسات السمية بالجرعات المتكررة التي نوقشت في الفرع 2-4-1. غير أن تقييم الفرز الكندي للمادة UV-328 يقدر أن القيم المرجعية للسمية المزمدة تبلغ 2.34 و 3.86 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم لقضاعة الأنهار والمنك، على التوالي، بناءً على النتائج المستمدة من دراسة السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت على الجرذان (ECCC and Health Canada, 2016؛ وTil et al., 1968). وتم حساب القيم المرجعية للسمية المزمدة لقضاعة الأنهار والمنك لأنها تمثل الثدييات الأرضية التي تستهلك الأسماك في البيئة الكندية. واستناداً إلى التركيزات المقدرة للمادة UV-328 في المياه السطحية الناتجة عن الإطلاقات الصناعية من قطاع البلاستيك وقطاع الدهانات والطلاءات (الجدولان 4 و 5 على التوالي)، وكذلك اعتبارات التراكم البيولوجي للمادة UV-328 في الأسماك من المستوى الغذائي المتوسط، تم تقدير تركيزات مخلفات الأنسجة للمادة UV-328 في الأسماك (ECCC and Health Canada, 2016). وتطبيق نموذج الطاقة البيولوجية للأحياء البرية، تم حساب إجمالي المتحصل عليه اليومي (TDI) من المادة UV-328 لقضاعة الأنهار والمنك حيث بلغ 1.58 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم و 1.50 ملغم/كغم من وزن الجسم في اليوم، على التوالي (ECCC and Health Canada, 2016). وتم حساب حاصل المخاطر (RQ) لمختلف سيناريوهات الإطلاق الصناعي المذكورة سابقاً في الفرع 2-1-3. وتم حساب حاصل المخاطر بقسمة إجمالي المتحصل عليه اليومي على القيم المرجعية للسمية المزمدة. وفي معظم السيناريوهات، خلص إلى أن حاصل المخاطر أقل من 1 (ECCC and Health Canada, 2016). غير أنه تم الإبلاغ عن حاصل مخاطر قدره 1.68 لقضاعة الأنهار للسيناريو الذي يتم فيه سكب المادة UV-328 في نهر صغير من موقع صناعي في قطاع البلاستيك بافتراض استخدام 25 طنناً من المادة UV-328 سنوياً في الموقع (ECCC and Health Canada, 2016). وتتوفر معلومات إضافية عن سيناريوهات الإطلاق الصناعي المختلفة في الوثيقة UNEP/POPS/POPRC.17/INF/17.

2-4-3 التفاعلات السمية التي تنطوي على مواد كيميائية متعددة

158- هناك نقص عام في دراسات التفاعل مع المواد الأخرى التي تقع ضمن فئة بنزوتريازول فينولي. ومع ذلك، أجرت دراستان حديثتان (موصوفتان في الفرع 2-4-2) قياساً لتأثيرات التعرض المتزامن للمادة UV-328 والمادة UV-234 في *Chlamydomonas reinhardtii* و *Daphnia magna* و *Oncorhynchus mykiss* (Giraud et al., 2017, 2020). وفي *C.reinhardtii*، زاد إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلي بعد التعرض للمادة UV-328 وزاد بيروكسيد الدهون بعد التعرض للمادة UV-324. ولوحظت تأثيرات تآزرية على مستوى النسخ بعد التعرض لمزيج من المادة UV-328 والمادة UV-234، مع زيادة تنظيم الجلوتاثيون بيروكسيداز بحاصل من 2 إلى 6، مما يشير إلى احتمال وجود تأثير على نظام المقاومة المضاد للأكسدة (Giraud et al., 2017). ومع ذلك، لم يُلاحظ أي تأثير سلبي. وفي *D. magna*، لم تُلاحظ أي تأثيرات على النمو والتكاثر ونسخ الجينات بعد 21 يوماً من التعرض لكمية قدرها 0.01 و 10 ميكروغرام/لتر من المادة UV-328 و UV-234 ومزيج من المادتين (Giraud et al., 2017). وفي *O. mykiss*، لم يُلاحظ أي دليل واضح على وجود تأثيرات تآزرية كبيرة عند التعرض لمزيج من المادة UV-234 و UV-328 (Giraud et al., 2020).

4-4-2 استنتاج بشأن السمية

159- خلص إلى أن المادة UV-328 ترتبط بآثار صحية ضارة بناءً على نتائج دراسات السمية في الثدييات، ومن المحتمل أن تعرض صحة الإنسان والبيئة للخطر، حيث يمكن أن تتسبب في تلف الكبد والكلية من خلال التعرض لها لفترات طويلة أو التعرض المتكرر لها عن طريق الفم (السمية لأعضاء مستهدفة محددة، التعرض المتكرر في الفئة الفرعية 2). وتُتاح أدلة محدودة للآثار الضارة على الجهاز التناسلي للذكور من دراستين قديميتين غير معياريتين، أُجريت على الجرذان والكلاب. ولا تُتاح دراسات تناسلية معيارية عصرية، أُجريت للمادة UV-328، لإثبات النتائج المستخلصة من هاتين الدراستين غير المعياريتين. ولم تُثبت السمية الإيكولوجية الحادة للمادة UV-328 في الاختبارات المعيارية. ولم تُلاحظ أي تأثيرات طويلة الأمد في البيانات المتاحة عن الطحالب أو برغوث الماء. غير أن التأثيرات طويلة الأمد للمادة UV-328 التي لوحظت في أسماك الزرد كاملة النضج تشير إلى احتمال حدوث تأثيرات ضارة على الكبد في الأسماك. وكانت المستويات المرتفعة من المادة UV-328 الموجودة في الطيور البحرية المهاجرة في المناطق النائية مماثلة للمستويات المتوقعة لتأثير التسمم الثانوي في مفترساتها من الثدييات، مما يشير إلى احتمال حدوث تأثيرات ضارة على الثدييات في المناطق النائية، مع ما لذلك من عواقب غير معروفة للطيور نفسها.

3- تجميع للمعلومات

160- إن المادة UV-328 هي بنزوتريازول فينولي الذي يُستخدم كمادة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية في مجموعة واسعة من التطبيقات الصناعية والمنتجات الاستهلاكية، والتي تشمل الدهانات، والطلاءات، والمواد المانعة للتسرب، والمواد اللاصقة، وأحبار الطباعة، والعبوات الاستهلاكية، ومبيدات الآفات الخاملة، والمنسوجات، والمطاط والمواد البلاستيكية. والاستخدامات الرئيسية للمادة UV-328 هي في دهانات وطلاءات السيارات، وكمادة مضافة في البلاستيك، بما في ذلك البولييمرات وأحبار الطباعة والمواد اللاصقة المستخدمة في تغليف المواد الغذائية. وفي قطاع السيارات، تُستخدم المادة UV-328 في الدهانات والطلاءات والمواد المانعة للتسرب، وكذلك في الألواح الكريستالية السائلة والعدادات المركبة على المركبات، وكراتنج للأجزاء الداخلية والخارجية للمركبات.

161- وتُنتج المادة UV-328 بكميات كبيرة على الصعيد العالمي (أكثر من 1 000 طن في السنة)، ولكن لا توجد بيانات متاحة للجمهور عن الكمية التي أُنتجت ولأي استخدامات. وفي السنوات الأخيرة، تم تحديد المادة UV-328 بوصفها مادة تثير قلقاً بالغا في الاتحاد الأوروبي وتم إدراجها في القائمة الوطنية للمواد ذات الأولوية في النرويج. والمادة UV-328 مقيدة في تشريعات مملكة البحرين.

162- وتُطلق المادة UV-328 في البيئة أثناء إنتاج واستخدام المادة لأغراض صناعية، وأثناء استخدامها في المنتجات ونتيجة لإدارة نهاية عمر المنتجات المحتوية على المادة UV-328. ونتيجة لذلك، اكتُشفت في أماكن بيئية مختلفة، بما في ذلك الهواء والماء والتربة والرواسب والكائنات الحية والبشر في أجزاء مختلفة من العالم.

163- والمادة UV-328 ليست قابلة للتحلل البيولوجي بسهولة، وقد أظهرت البيانات التجريبية وبيانات الرصد أن المادة UV-328 ثابتة في التربة والرواسب. وأظهرت الدراسات الميدانية أن المادة UV-328 ثابتة في التربة، والعمر النصف لاختنائها أكبر من العتبة الواردة في المرفق دال والبالغة ستة أشهر. ويشير الاستنباط من مركب ذي تركيبة مشابهة لفئة بنزوتريازول فينولي إلى أن العمر النصف لتحلل المادة UV-328 في الرواسب يتجاوز عتبة المرفق دال البالغة ستة أشهر. وتؤكد ذلك بيانات الرصد المأخوذة من عينات الرواسب الجوفية الأسطوانية التي تم جمعها بالقرب من مرفق أنتجت فيه المادة UV-328 في الماضي، حيث ظلت المادة UV-328 موجودة في الرواسب الجوفية الأسطوانية حتى بعد عقود من توقف المرفق عن إنتاج المادة. وتشير نتائج النمذجة إلى أن المادة UV-328 ثابتة في الماء، وعمرها النصف أكبر من العتبة الواردة في المرفق دال البالغة شهرين.

164- كما أن المادة UV-328 متراكمة بيولوجياً، ويزيد معامل تفرق المادة UV-328 في الأوكتاوول/الماء (log K_{ow}) عن 5، وذات معاملات تركيز بيولوجي مفاضة تجريبياً وعوامل تراكم بيولوجي مقدرة تتجاوز العتبة

الواردة في المرفق دال البالغة 5 000 لتر/كغم من الوزن الرطب. وتم أيضاً الإبلاغ عن عامل تراكم الرواسب في الكائنات الحية المقاس وقيم وعامل تضخيم غذائي مقدرة تزيد عن 1. واستناداً إلى البيانات الميدانية عن مستويات المادة UV-328 في خنازير البحر العديمة الزعانف وفرائسها، تم الإبلاغ عن أن المادة UV-328 تزيد في الكائنات المفترسة العليا.

165- ومن المرجح أن تراكم المادة UV-328 في الكائنات الحية يحدث عن طريق النقل التغذوي أو التعرض لرواسب ملوثة أو ابتلاع بلاستيك يحتوي على المادة UV-328. وأظهرت التجارب الميدانية في الطيور البحرية أن ابتلاع البلاستيك المحتوي على المادة UV-328 يمكن أن يؤدي إلى اكتشاف مستويات أعلى من المادة UV-328 في دهون البطن والكبد وزيت غدة الزمكي من الطيور البحرية مقارنة بالمصادر الأخرى للتعرض البيئي.

166- واكتُشفت المادة UV-328 بشكل متكرر في الكائنات الحية في المناطق النائية، بما في ذلك الكائنات الحية في القطب الشمالي والطيور البحرية المهاجرة في الجزر النائية، وذلك نتيجة لقدرتها على الانتقال البيئي بعيد المدى. ومن بين هذه الطيور البحرية طيور النوء الأزرق في جزيرة ماريون، والتي تبقى عادة في المحيط الجنوبي، جنوب الجبهة القطبية في القطب الجنوبي، ولكن لديها بعض من أعلى تركيزات المادة UV-328 التي تم قياسها في الكائنات الحية حتى الآن. وتتغذى طيور النوء الأزرق أساساً في المحيطات المفتوحة، وتم الإبلاغ عن أن أكثر من 90 في المائة من أعدادها ابتلعت حطاماً بلاستيكياً بحرياً. من المحتمل أن تكون التركيزات العالية للمادة UV-328 المقاسة في زيت غدة الزمكي لهذه الطيور ناتجة عن الانتقال البيئي بعيد المدى للمادة UV-328 في المحيطات عبر الحطام البلاستيكي. وكانت أعلى تركيزات للمادة UV-328 التي تم قياسها في الكائنات الحية حتى الآن في جلم البحر الكبير في جزيرة غوف، والتي قد تكون أيضاً نتيجة للانتقال طويل المدى للمادة UV-328 في المحيطات عبر الحطام البلاستيكي. ومع ذلك، نظراً لأن جلم البحر الكبير من الأحياء المهاجرة عبر خط الاستواء، فمن الممكن أن يكون الانتقال بعيد المدى للمادة UV-328 من مناطق المصدر إلى الجزيرة النائية قد حدث أساساً بسبب هجرتها.

167- واستناداً إلى خواصها الفيزيائية والكيميائية، من المتوقع أن تخضع المادة UV-328 لانتقال جوي بعيد المدى مرتبط بالجسيمات. وتقدر نتائج النمذجة أن احتمال تعرض المادة UV-328 لانتقال بعيد المدى عبر هذا المسار هي في نفس نطاق الملوثات العضوية الثابتة المعترف بها.

168- وفي البشر، يمكن أن يحدث التعرض للمادة UV-328 عن طريق ابتلاع/استنشاق الغبار الملوث وكذلك استهلاك الأسماك الملوثة والأغذية البحرية الأخرى. واستناداً إلى الاستقلاب البطيء للمادة UV-328 في جسم الإنسان، والإفراز المنخفض عن طريق البول وقدرتها UV-328 على الارتباط ببروتينات الدم، يمكن أن تتراكم المادة UV-328 بيولوجياً في البشر. واكتُشفت المادة UV-328 في الأنسجة الدهنية البشرية ولبن الثدي في أجزاء مختلفة من العالم.

169- وتم إثبات سمية المادة UV-328 في الثدييات في دراسات السمية بالجرعات المتكررة التي أجريت على الجرذان والكلاب. وبناءً على الآثار الضارة الكبيرة الموجودة في الدراسات، تُصنف المادة UV-328 وفقاً لمعايير النظام المنسق عالمياً للأمم المتحدة على أنها السمية لأعضاء مستهدفة محددة، التعرض المتكرر في الفئة الفرعية (2) في الاتحاد الأوروبي. والتأثير الصحي الأولي للمادة UV-328 هو تسمم الكبد. وترتبط المادة UV-328 أيضاً بآثار ضارة على الكلى بناءً على سمية الجرعات المتكررة التي لوحظت في الجرذان. وبالإضافة إلى ذلك، هناك مؤشرات على الآثار الضارة المحتملة للمادة UV-328 على التكاثر في الثدييات بناءً على التغيرات الكبيرة في وزن الخصية التي لوحظت في الجرذان، فضلاً عن انخفاض تكوين الحيوانات المنوية وتغيرات وزن الأعضاء التناسلية التي لوحظت في الكلاب. وقد تؤدي المادة UV-328 أيضاً إلى نشاط مضاد للأندروجين، بناءً على نتائج دراسة أجريت في مختبر.

170- وُحُص إلى أن المادة UV-328 مرتبطة بآثار ضارة على الأسماك، بناءً على تشريح الكبد الذي لوحظ في دراسة عن التعرض طويل الأمد للمادة UV-328 أجريت على أسماك الزرد كاملة النضج. وتشير تنبؤات النمذجة إلى أن المادة UV-328 سامة إيكولوجياً بالنسبة للكائنات المائية، ولكن دراسات السمية الإيكولوجية الحادة في الكائنات المائية التي أجريت وفقاً للمبادئ التوجيهية للاختبار الصادرة عن منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لم تُبلغ عن أي مستويات تأثير.

171- ومستويات المادة UV-328 الموجودة في البيئة حتى الآن بشكل عام أقل من مستويات التأثيرات الضارة، ولكن هناك حالات يمكن أن تصل فيها المستويات الحالية إلى مستويات التأثير الضار. وفي مناطق المصدر، في ظل سيناريوهات معينة للإطلاق الصناعي، تم الإبلاغ عن احتمال وجود مخاطر على الثدييات الأرضية بسبب استهلاك الأسماك الملوثة. وفي بعض الأنهار الملوثة في اليابان، تكون مستويات المادة UV-328 قريبة من القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير لنظم المياه العذبة. وفي المناطق النائية، كانت المستويات المرتفعة من المادة UV-328 الموجودة في جلم البحر الكبير في جزيرة غوف وفي النوء الأزرق في جزيرة ماريون قريبة من القيمة المتوقعة للتركيز الذي لا يحدث أي تأثير ذات الصلة للتسمم الثانوي في مفترستها من الثدييات، والعواقب على الطيور غير معروفة، حيث لا توجد دراسات عن السمية في الطيور.

4- البيان الختامي

172- لا تتواجد المادة UV-328 بشكل طبيعي في البيئة. ومع ذلك، فقد اكتُشفت في مختلف المصفوفات البيئية مثل الهواء والتربة والرواسب والمياه والكائنات الحية نتيجة للأنشطة البشرية. وُحُص إلى أن المادة UV-328 مرتبطة بآثار صحية ضارة بناءً على نتائج دراسات السمية التي أجريت على الثدييات والأسماك، واكتُشفت في البشر في مناطق مختلفة من العالم. واكتُشفت بشكل متكرر في الكائنات الحية في القطب الشمالي وفي الطيور البحرية المهاجرة في الجزر النائية بمستويات تقترب من مستويات التأثير الضار لمفترساتها من الثدييات. ويأتي اكتشافها المتكرر في المناطق النائية نتيجة لقدرتها على الانتقال البيئي بعيد المدى عبر الهواء والماء والأنواع المهاجرة.

173- واستناداً إلى الأدلة على ثباتها وتراكمها البيولوجي وسميتها في الثدييات، وانتشارها على نطاق واسع في الأماكن البيئية واكتشافها بشكل متكرر في الكائنات الحية في المناطق النائية، وُحُص إلى أنه من المرجح أن تؤدي المادة UV-328، نتيجة لانتقالها البيئي بعيد المدى، إلى آثار ضارة كبيرة على صحة الإنسان و/أو البيئة، بحيث يكون هناك ما يبرر اتخاذ إجراء عالمي بشأنها.

- Andrade, H., Glüge, J., Herzke, D., Ashta, N. M., Nayagar, S. M., & Scheringer, M. (2021). Oceanic long-range transport of organic additives present in plastic products: an overview. *Environmental Sciences Europe*, 33(1), 85. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00522-x>
- Annex E (2021). *Annex E information (risk profile) on UV-328. Submission of information from Parties and observers as specified in Annex E to the Stockholm Convention pursuant to Article 8 of the Convention*. <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC16/POPRC16Followup/UV328submission/tabid/8761/Default.aspx>
- Andrady, A. L., & Rajapakse, N. (2016). Additives and Chemicals in Plastics. In H. Takada & H. K. Karapanagioti (Eds.), *Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment* (pp. 1–17). Springer. https://doi.org/10.1007/698_2016_124
- Apel, C., Joerss, H., & Ebinghaus, R. (2018b). Environmental occurrence and hazard of organic UV stabilizers and UV filters in the sediment of European North and Baltic Seas. *Chemosphere*, 212, 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.08.105>
- Apel, C., Tang, J., & Ebinghaus, R. (2018a). Environmental occurrence and distribution of organic UV stabilizers and UV filters in the sediment of Chinese Bohai and Yellow Seas. *Environmental Pollution*, 235, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.051>
- Arnot, J. A., & Gobas, F. A. P. C. (2004). A food web bioaccumulation model for organic chemicals in aquatic ecosystems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(10), 2343–2355. <https://doi.org/10.1897/03-438>
- Arp, H. P. H., Kühnel, D., Rummel, C., MacLeod, M., Potthoff, A., Reichelt, S., Rojo-Nieto, E., Schmitt-Jansen, M., Sonnenberg, J., Toorman, E., & Jahnke, A. (2021). Weathering Plastics as a Planetary Boundary Threat: Exposure, Fate, and Hazards. *Environmental Science & Technology*, 55(11), 7246–7255. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c01512>
- Avagyan, R., Luongo, G., Thorsén, G., & Östman, C. (2015). Benzothiazole, benzotriazole, and their derivatives in clothing textiles—a potential source of environmental pollutants and human exposure. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8), 5842–5849. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3691-0>
- Bahrain (2021). *Comments on the draft risk profile on UV-328, submitted by the Kingdom of Bahrain*. <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC16/POPRC16Followup/CommentsonUV328,DechloranePlusMethoxychlor/tabid/8873/Default.aspx>
- Bidleman, T., Atlas, E. L., Knap, A. H., Atkinson, R., Miller, J., Bonsang, B., Rudolph, J., Burns, K., Tanabe, S., & Keene, W. C. (1990). The Long-Range Transport of Organic Compounds. In A. H. Knap, M.-S. Kaiser, & M.-S. Kaiser (Eds.), *The Long-Range Atmospheric Transport of Natural and Contaminant Substances* (pp. 259–302). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-0503-0_13
- Boethling, R. S., Howard, P. H., Beauman, J. A., & Larosch, M. E. (1995). Factors for intermedia extrapolation in biodegradability assessment. *Chemosphere*, 30(4), 741–752. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(94\)00439-2](https://doi.org/10.1016/0045-6535(94)00439-2)
- Bolgar, M., Hubball, J., Groeger, J., & Meronek, S. (2016). *Handbook for the chemical analysis of plastic and polymer additives*, 2nd ed. CRC Press. ISBN: 978-1-439-86074-8
- Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G. H., Hilleary, M. A., Eriksen, M., Possingham, H. P., De Frond, H., Gerber, L. R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N., Barnes, M., & Rochman, C. M. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, 369(6510), 1515–1518. <https://doi.org/10.1126/science.aba3656>
- Brandt, M., Becker, E., Jöhncke, U., Sättler, D., & Schulte, C. (2016). A weight-of-evidence approach to assess chemicals: case study on the assessment of persistence of 4,6-substituted phenolic benzotriazoles in the environment. *Environmental Sciences Europe*, 28(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0072-y>
- Brooke, M. (2004). *Albatrosses and Petrels across the World*. Oxford University Press. ISBN: 978-0198501251
- Brorström-Lundén, E., Hansson, K., Remberger, M., Kaj, L., Magnér, J., Andersson, H., Haglund, P., Andersson, R., Liljelind, P., & Grabic, R. (2011). *Screening of benzothiazoles, benzenediamines, dicyclohexylamine and benzotriazoles, Report B2023*.
- Cantwell, M. G., Sullivan, J. C., Katz, D. R., Burgess, R. M., Bradford Hubeny, J., & King, J. (2015). Source determination of benzotriazoles in sediment cores from two urban estuaries on the Atlantic Coast of the United States. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1), 208–218. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.075>

- Carpinteiro, I., Abuín, B., Rodríguez, I., Ramil, M., & Cela, R. (2010). Pressurized solvent extraction followed by gas chromatography tandem mass spectrometry for the determination of benzotriazole light stabilizers in indoor dust. *Journal of Chromatography A*, 1217(24), 3729–3735. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.04.022>
- Carpinteiro, Inma, Ramil, M., Rodríguez, I., & Nogueira, J. M. F. (2012). Combining stir-bar sorptive extraction and large volume injection-gas chromatography-mass spectrometry for the determination of benzotriazole UV stabilizers in wastewater matrices. *Journal of Separation Science*, 35(3), 459–467. <https://doi.org/10.1002/jssc.201100448>
- CEPA (1999). *Canadian Environmental Protection Act, 1999*. <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/C-15.31/>
- Chang, L., Bi, P., Liu, Y., Mu, Y., Nie, F., Luo, S., & Wei, Y. (2013). Simultaneous analysis of trace polymer additives in plastic beverage packaging by solvent sublation followed by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(29), 7165–7171. <https://doi.org/10.1021/jf401748a>
- Ciba-Geigy (1970). *Three months Toxicity Study. Tinuvin 328. Dietary administration - Beagle Dogs*.
- Ciba-Geigy (1978). *Acute Oral LD50 In The Rat Of TK 10046*.
- Ciba-Geigy (1988). *Test for Ready Biodegradability of Tinuvin 328 in the Modified Sturm Test, OECD-Guideline No. 301 B*.
- COSMOtherm (2020). *BIOVIA COSMOtherm, Release 2020 (Dassault Systemes)*.
- Danish EPA (2015). *Survey and health assessment of UV filters - Survey of chemical substances in consumer products No. 142, 2015*.
- De Silva, A., Muir, D., & Smyth, S. (2014). *Unpublished monitoring data submitted to Ecological Assessment Division of Environment Canada*.
- Denghel, H., Hiller, J., Leibold, E., & Göen, T. (2021). Human metabolism and kinetics of the UV absorber 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-di-tert-pentylphenol (UV 328) after oral administration. *Archives of Toxicology*. <https://doi.org/10.1007/s00204-021-03093-1>
- Disheng Technology (2017). *UV Absorber 328*. http://www.shinyangchem.com/product_detail_en/id/4.html
- Dutra, C., Freire, M. T. D. A., Nerín, C., Bentayeb, K., Rodriguez-Lafuente, A., Aznar, M., & Reyes, F. G. R. (2014). Migration of residual nonvolatile and inorganic compounds from recycled post-consumer PET and HDPE. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 25(4), 686–696. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20140016>
- ECCC and Health Canada (2016). *Screening Assessment Report on Phenol, 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1,1-dimethylpropyl)- (BDTP)*.
- ECHA (2013). *Committee for Risk Assessment RAC Opinion on the specific target organ toxicity of 2-benzotriazol-2-yl-4,6-di-tert-butylphenol (UV- 320) and 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol (UV-328)*.
- ECHA (2014). *Member State Committee Support Document for Identification of 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol (UV-328) as a substance of very high concern because of its PBT/vPvB properties*.
- ECHA (2017). *Read-Across Assessment Framework*. <https://doi.org/10.2823/619212>
- ECHA (2020a). *2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol Registration Dossier*. REACH registration dossier. Retrieved 22 April 2020 from <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/5280/1/1>
- ECHA (2020c). *Committee for Risk Assessment (RAC) Committee for Socio-economic Analysis (SEAC) Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on intentionally-added microplastics*. <https://echa.europa.eu/documents/10162/a513b793-dd84-d83a-9c06-e7a11580f366>
- ECHA (2020b). *Estimating the number and types of applications for 11 substances added to the Authorisation List in February 2020*. <https://doi.org/10.2823/11134>
- ECHA (2021). *Notified classification and labelling according to CLP criteria, 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol*. <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/97031>
- Endo, S., Yuyama, M., & Takada, H. (2013). Desorption kinetics of hydrophobic organic contaminants from marine plastic pellets. *Marine Pollution Bulletin*, 74(1), 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.018>
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., & Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLOS ONE*, 9(12), e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>

- EuPIA (2013). *EuPIA European Printing Ink Association, a sector of CEPE aisbl. INVENTORY LIST – VERSION December 2013 COMPRISING PACKAGING INK RAW MATERIALS APPLIED TO THE NON-FOOD CONTACT SURFACE OF FOOD PACKAGING.*
- European Commission Joint Research Centre (2017). *Food flavourings, food additives and food contact materials exposure tool. European Commission, Joint Research Centre (JRC) (Dataset).*
<http://data.europa.eu/89h/d3a2fee2-d6c6-4883-9b36-aa466b1d1cc8>
- Evangelidou, N., Grythe, H., Klimont, Z., Heyes, C., Eckhardt, S., Lopez-Aparicio, S., & Stohl, A. (2020). Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions. *Nature Communications*, 11(1), 3381. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17201-9>
- Fluegge, A. P., Waiblinger, F., Stein, M., Keck, J., Kramer, H. E. A., Fischer, P., Wood, M. G., DeBellis, A. D., Ravichandran, R., & Leppard, D. (2007). Probing the intramolecular hydrogen bond of 2-(2-hydroxyphenyl) benzotriazoles in polar environment: A photophysical study of UV absorber efficiency. *Journal of Physical Chemistry A*, 111(39), 9733–9744. <https://doi.org/10.1021/jp0721189>
- Germany (2014). *Annex XV Report: Proposal for Identification of a Substance of Very High Concern on the Basis of the Criteria set out in REACH 57: UV-328.*
- Gimeno-Monforte, S., Montesdeoca-Esponda, S., Sosa-Ferrera, Z., Santana-Rodríguez, J. J., Castro, Ó., Pocurull, E., & Borrull, F. (2020). Multiresidue Analysis of Organic UV Filters and UV Stabilizers in Fish of Common Consumption. *Foods*, 9(12), 1827. <https://doi.org/10.3390/foods9121827>
- Giraud, M., Colson, T. L. L., De Silva, A. O., Lu, Z., Gagnon, P., Brown, L., & Houde, M. (2020). Food-Borne Exposure of Juvenile Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) to Benzotriazole Ultraviolet Stabilizers Alone and in Mixture Induces Specific Transcriptional Changes. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(4), 852–862. <https://doi.org/10.1002/etc.4676>
- Giraud, M., Cottin, G., Esperanza, M., Gagnon, P., Silva, A. O. D., & Houde, M. (2017). Transcriptional and cellular effects of benzotriazole UV stabilizers UV-234 and UV-328 in the freshwater invertebrates *Chlamydomonas reinhardtii* and *Daphnia magna*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 36(12), 3333–3342. <https://doi.org/10.1002/etc.3908>
- Hangzhou Sunny Chemical Corp Ltd. (2003). *UV ABSORBER: UV-328.* <http://www.sunnychemical.com/UV-328.htm>
- Hartmann, P. C., Quinn, J. G., Cairns, R. W., & King, J. W. (2005). Depositional history of organic contaminants in Narragansett Bay, Rhode Island, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 50(4), 388–395. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.11.020>
- Heimstad, E. S., Moe, B., Nygård, T., Herzke, D., & Bohlin-Nizzetto, P. (2020). *Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment 2019.*
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1718/m1718.pdf>
- Heimstad, E. S., Nygård, T., Herzke, D., & Bohlin-Nizzetto, P. (2018). *Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment 2017.* <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1076/m1076.pdf>
- Hemalatha, D., Rangasamy, B., Nataraj, B., Maharajan, K., Narayanasamy, A., & Ramesh, M. (2020). Transcriptional, biochemical and histological alterations in adult zebrafish (*Danio rerio*) exposed to benzotriazole ultraviolet stabilizer-328. *Science of the Total Environment*, 739, 139851. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139851>
- Hicks, S., & Gledhill, D. (1993). *Acute Toxicity Screen of Tinuvin 328 to *Scenedesumus subspicatus*.*
- Hites, R. A., Jungclaus, G. A., Lopez-Avila, V., & Sheldon, L. S. (1979). Potentially Toxic Organic Compounds in Industrial Wastewaters and River Systems: Two Case Studies. *ACS Symposium Series*, 63–90.
- Howell, E. A., Bograd, S. J., Morishige, C., Seki, M. P., & Polovina, J. J. (2012). On North Pacific circulation and associated marine debris concentration. *Marine Pollution Bulletin*, 65(1–3), 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.04.034>
- Hunan Chemical BV (2016). *Technical Data Sheet, UV-328.*
- JAPIA (2021). *Response submitted by Japan Auto Parts Industries Association (JAPIA) to ECHA’s public consultation on the draft risk profile of UV-328.*
- Jungclaus, G. A., Lopez-Avila, V., & Hites, R. A. (1978). Organic Compounds in an Industrial Wastewater: A Case Study of Their Environmental Impact. *Environmental Science and Technology*, 12(1), 88–96. <https://doi.org/10.1021/es60137a015>
- Karlsson, T., Brosche, S., Alidoust, M., & Takada, H. (2021). *Plastic pellets found on beaches all over the world contain toxic chemicals.* International Pollutants Elimination Network (IPEN)

- Karlsson, T., Miller, P., & Brosche, S. (2022). *Recent research on UV-328 further proves its potential to undergo long-range transport, bioaccumulation, and cause harm*. International Pollutants Elimination Network (IPEN)
- Kameda, Y., Kimura, K., & Miyazaki, M. (2011). Occurrence and profiles of organic sun-blocking agents in surface waters and sediments in Japanese rivers and lakes. *Environmental Pollution*, 159(6), 1570–1576. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.055>
- Kawamura, Y., Ogawa, Y., Nishimura, T., Kikuchi, Y., Nishikawa, J., Nishihara, T., & Tanamoto, K. (2003). Estrogenic Activities of UV Stabilizers Used in Food Contact Plastics and Benzophenone Derivatives Tested by the Yeast Two-Hybrid Assay. *Journal of Health Science*, 49(3), 205–212. <https://doi.org/10.1248/jhs.49.205>
- Kim, J. W., Chang, K. H., Prudente, M., Viet, P. H., Takahashi, S., Tanabe, S., Kunisue, T., & Isobe, T. (2019). Occurrence of benzotriazole ultraviolet stabilizers (BUVVs) in human breast milk from three Asian countries. *Science of the Total Environment*, 655, 1081–1088. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.298>
- Kim, J. W., Isobe, T., Malarvannan, G., Sudaryanto, A., Chang, K. H., Prudente, M., & Tanabe, S. (2012a). Contamination of benzotriazole ultraviolet stabilizers in house dust from the Philippines: Implications on human exposure. *Science of the Total Environment*, 424, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.02.040>
- Kim, J. W., Isobe, T., Malarvannan, G., Sudaryanto, A., Kwang, H. C., Prudente, M., & Tanabe, S. (2012b). Analysis of Benzotriazole UV Stabilizers in House Dust Using an UHPLC-MS / MS. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry—Environmental Pollution and Ecotoxicology*, 261–267.
- Kim, J. W., Isobe, T., Ramaswamy, B. R., Chang, K. H., Amano, A., Miller, T. M., Siringan, F. P., & Tanabe, S. (2011). Contamination and bioaccumulation of benzotriazole ultraviolet stabilizers in fish from Manila Bay, the Philippines using an ultra-fast liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Chemosphere*, 85(5), 751–758. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.054>
- Lai, H. J., Ying, G. G., Ma, Y. B., Chen, Z. F., Chen, F., & Liu, Y. S. (2014a). Field dissipation and plant uptake of benzotriazole ultraviolet stabilizers in biosolid-amended soils. *Environmental Sciences: Processes and Impacts*, 16(3), 558–566. <https://doi.org/10.1039/c3em00568b>
- Lai, H. J., Ying, G. G., Ma, Y. B., Chen, Z. F., Chen, F., & Liu, Y. S. (2014b). Occurrence and dissipation of benzotriazoles and benzotriazole ultraviolet stabilizers in biosolid-amended soils. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 33(4), 761–767. <https://doi.org/10.1002/etc.2498>
- Langford, K. H., Reid, M. J., Fjeld, E., Øxnevad, S., & Thomas, K. V. (2015). Environmental occurrence and risk of organic UV filters and stabilizers in multiple matrices in Norway. *Environment International*, 80, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.03.012>
- Lavers, J. L., Bond, A. L., & Hutton, I. (2014). Plastic ingestion by Flesh-footed Shearwaters (*Puffinus carneipes*): implications for fledgling body condition and the accumulation of plastic-derived chemicals. *Environmental Pollution*, 187, 124–129. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.12.020>
- Lebreton, L. C. M., Greer, S. D., & Borrero, J. C. (2012). Numerical modelling of floating debris in the world's oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 64(3), 653–661. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.10.027>
- Lee, H., Byun, D. E., Kim, J. M., & Kwon, J. H. (2018). Desorption modeling of hydrophobic organic chemicals from plastic sheets using experimentally determined diffusion coefficients in plastics. *Marine Pollution Bulletin*, 126(December 2017), 312–317. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.032>
- Lee, S., Kim, S., Park, J., Kim, H. J., Jae Lee, J., Choi, G., Choi, S., Kim, S., Young Kim, S., Choi, K., Kim, S., & Moon, H. B. (2015). Synthetic musk compounds and benzotriazole ultraviolet stabilizers in breast milk: Occurrence, time-course variation and infant health risk. *Environmental Research*, 140, 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.04.017>
- Lohmann, R. (2012). Critical Review of Low-Density Polyethylene's Partitioning and Diffusion Coefficients for Trace Organic Contaminants and Implications for Its Use As a Passive Sampler. *Environmental Science & Technology*, 46(2), 606–618. <https://doi.org/10.1021/es202702y>
- Lopez-Avila, V., & Hites, R. A. (1980). Organic Compounds in an Industrial Wastewater. Their Transport into Sediments. *Environmental Science and Technology*, 14(11), 1382–1390. <https://doi.org/10.1021/es60171a007>
- Lu, Z., De Silva, A. O., McGoldrick, D. J., Zhou, W., Peart, T. E., Cook, C., Tetreault, G. R., Martin, P. A., & De Solla, S. R. (2018). Substituted Diphenylamine Antioxidants and Benzotriazole UV Stabilizers in Aquatic Organisms in the Great Lakes of North America: Terrestrial Exposure and Biodilution. *Environmental Science and Technology*, 52(3), 1280–1289. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05214>

- Lu, Z., De Silva, A. O., Peart, T. E., Cook, C. J., & Tetreault, G. R. (2017b). Tissue Distribution of Substituted Diphenylamine Antioxidants and Benzotriazole Ultraviolet Stabilizers in White Sucker (*Catostomus commersonii*) from an Urban Creek in Canada. *Environmental Science and Technology Letters*, 4(10), 433–438. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00355>
- Lu, Z., De Silva, A. O., Peart, T. E., Cook, C. J., Tetreault, G. R., Servos, M. R., & Muir, D. C. G. (2016a). Distribution, partitioning and bioaccumulation of substituted diphenylamine antioxidants and benzotriazole UV stabilizers in an urban creek in Canada. *Environmental Science and Technology*, 50(17), 9089–9097. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01796>
- Lu, Z., De Silva, A. O., Provencher, J. F., Mallory, M. L., Kirk, J. L., Houde, M., Stewart, C., Braune, B. M., Avery-Gomm, S., & Muir, D. C. G. (2019a). Occurrence of substituted diphenylamine antioxidants and benzotriazole UV stabilizers in Arctic seabirds and seals. *Science of the Total Environment*, 663, 950–957. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.354>
- Lu, Z., De Silva, A. O., Zhou, W., Tetreault, G. R., de Solla, S. R., Fair, P. A., Houde, M., Bossart, G., & Muir, D. C. G. (2019b). Substituted diphenylamine antioxidants and benzotriazole UV stabilizers in blood plasma of fish, turtles, birds and dolphins from North America. *Science of the Total Environment*, 647, 182–190. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.405>
- Lu, Z., Peart, T. E., Cook, C. J., & De Silva, A. O. (2016b). Simultaneous determination of substituted diphenylamine antioxidants and benzotriazole ultra violet stabilizers in blood plasma and fish homogenates by ultra high performance liquid chromatography–electrospray tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1461, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2016.07.027>
- Lu, Z., Smyth, S. A., Peart, T. E., & De Silva, A. O. (2017a). Occurrence and fate of substituted diphenylamine antioxidants and benzotriazole UV stabilizers in various Canadian wastewater treatment processes. *Water Research*, 124, 158–166. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.055>
- Luo, H., Xiang, Y., He, D., Li, Y., Zhao, Y., Wang, S., & Pan, X. (2019). Leaching behavior of fluorescent additives from microplastics and the toxicity of leachate to *Chlorella vulgaris*. *Science of The Total Environment*, 678, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.401>
- Luongo, G., Avagyan, R., Hongyu, R., & Östman, C. (2016). The washout effect during laundry on benzothiazole, benzotriazole, quinoline, and their derivatives in clothing textiles. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(3), 2537–2548. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5405-7>
- Maceira, A., Borrull, F., & Marcé, R. M. (2019). Occurrence of plastic additives in outdoor air particulate matters from two industrial parks of Tarragona, Spain: Human inhalation intake risk assessment. *Journal of Hazardous Materials*, 373(March), 649–659. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.04.014>
- Marchant, S., & Higgins, P. (1990). *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds, Vol. 1: Ratites to Ducks*. Oxford University Press. ISBN: 978-0195530681
- Maximenko, N., Hafner, J., & Niiler, P. (2012). Pathways of marine debris derived from trajectories of Lagrangian drifters. *Marine Pollution Bulletin*, 65(1–3), 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.04.016>
- MHLW (2020). *Positive list system for food utensils, containers and packaging, schedule 1 table 2 of the reference list (website in Japanese)*. https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_05148.html
- Montesdeoca-Esponda, S., Álvarez-Raya, C., Torres-Padrón, M. E., Sosa-Ferrera, Z., & Santana-Rodríguez, J. J. (2019). Monitoring and environmental risk assessment of benzotriazole UV stabilizers in the sewage and coastal environment of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Journal of Environmental Management*, 233(October 2018), 567–575. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.079>
- Montesdeoca-Esponda, S., Torres-Padrón, M. E., Novák, M., Krchová, L., Sosa-Ferrera, Z., & Santana-Rodríguez, J. J. (2020). Occurrence of benzotriazole UV stabilizers in coastal fishes. *Journal of Environmental Management*, 269(May). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110805>
- Montesdeoca-Esponda, S., Torres-Padrón, M. E., Sosa-Ferrera, Z., & Santana-Rodríguez, J. J. (2021). Fate and distribution of benzotriazole UV filters and stabilizers in environmental compartments from Gran Canaria Island (Spain): A comparison study. *Science of The Total Environment*, 756, 144086. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144086>
- Nakashima, E., Isobe, A., Kako, S., Itai, T., Takahashi, S., & Guo, X. (2016). The potential of oceanic transport and onshore leaching of additive-derived lead by marine macro-plastic debris. *Marine Pollution Bulletin*, 107(1), 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.038>
- Nakata, H. (2011). Benzotriazole UV Stabilizer (BUVs) in Human and Wildlife - Is it a POPs? *4th International Conference on Environmental Health Science - 2011*.

- Nakata, H., Murata, S., & Filatreau, J. (2009). Occurrence and concentrations of benzotriazole UV stabilizers in marine organisms and sediments from the Ariake Sea, Japan. *Environmental Science and Technology*, 43, 6920–6926. <https://doi.org/10.1021/es900939j>
- Nakata, H., Nishidome, A., & Shikata, N. (2013). Benzotriazole UV Stabilizers (BUVSs) in Road Dusts and Estimation for Their Amounts on the Surface of Road. *Journal of Environmental Chemistry*, 23(1), 37–42. <https://doi.org/10.5985/jec.23.37>
- Nakata, H., & Shinohara, R. (2010). Concentrations of Benzotriazole UV Stabilizers and Polycyclic Musks in Wastewater Treatment Plant Samples in Japan. *Interdisciplinary Studies in Environmental Chemistry-Environmental Specimen Bank, Eds.*, 51–59.
- Nakata, H., Shinohara, R. I., Murata, S., & Watanabe, M. (2010). Detection of benzotriazole UV stabilizers in the blubber of marine mammals by gas chromatography-high resolution mass spectrometry (GC-HRMS). *Journal of Environmental Monitoring*, 12(11), 2088–2092. <https://doi.org/10.1039/c0em00170h>
- Nakata, H., Shinohara, R. I., Nakazawa, Y., Isobe, T., Sudaryanto, A., Subramanian, A., Tanabe, S., Zakaria, M. P., Zheng, G. J., Lam, P. K. S., Kim, E. Y., Min, B. Y., We, S. U., Viet, P. H., Tana, T. S., Prudente, M., Frank, D., Lauenstein, G., & Kannan, K. (2012). Asia-Pacific mussel watch for emerging pollutants: Distribution of synthetic musks and benzotriazole UV stabilizers in Asian and US coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 64(10), 2211–2218. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.049>
- Nebbio, A., & Piccolo, A. (2013). Molecular characterization of dissolved organic matter (DOM): a critical review. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405(1), 109–124. <https://doi.org/10.1007/s00216-012-6363-2>
- Ngoc Do, A. T., Ha, Y., Kang, H.-J., Kim, J. M., & Kwon, J.-H. (2021). Equilibrium leaching of selected ultraviolet stabilizers from plastic products. *Journal of Hazardous Materials*, 427, 128144. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.128144>
- NHFPC (2016). *National Food Safety Standard: Standard for the Use of Additives in Food Contact Materials and Articles. GB 9685-2016*. www.nhc.gov.cn/
- NICNAS (2017). *Phenolic benzotriazoles: Environment tier II assessment*. [https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Phenolic benzotriazoles_ Environment tier II assessment.pdf](https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Phenolic%20benzotriazoles_%20Environment%20tier%20II%20assessment.pdf)
- Nishizawa, B., Thiebot, J.-B., Sato, F., Tomita, N., Yoda, K., Yamashita, R., Takada, H., & Watanuki, Y. (2021). Mapping marine debris encountered by albatrosses tracked over oceanic waters. *Scientific Reports*, 11(1), 10944. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90417-x>
- NITE (2018). *2-(2H-1,2,3-Benzotriazol-2-yl)-4,6-di-tert-pentylphenol*. Japan Chemicals Collaborative Knowledge (J-CHECK) Database, National Institute of Technology and Evaluation.
- Obbard, R. W. (2018). Microplastics in Polar Regions: The role of long range transport. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 1, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.004>
- OECD (2020). *Section 3 Software: Environmental Fate and Behaviour (Softwares for TG 305 and TG 318)*. <https://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/section-3-environmental-fate-behaviour-software-tg-305.htm>
- OECD (2021). *OECD Existing Chemicals Database*. <https://hpvchemicals.oecd.org/ui/Search.aspx>
- Oman (2021). *Comments on the draft risk profile on UV-328, submitted by the Sultanate of Oman*. <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC16/POPRC16Followup/CommentsonUV328,DechloranePlusMethoxychlor/tabid/8873/Default.aspx>
- Oviatt, C., Quinn, J., Maughan, J., Ellis, J., Sullivan, B., Gearing, J., Gearing, P., Hunt, C., Sampou, P., & Latimer, J. (1987). Fate and effects of sewage sludge in the coastal marine environment: a mesocosm experiment. *Marine Ecology Progress Series*, 41(Brooks 1983), 187–203. <https://doi.org/10.3354/meps041187>
- Parajulee, A., Lei, Y. D., Kananathalingam, A., Mitchell, C. P. J., & Wania, F. (2018). Investigating the Sources and Transport of Benzotriazole UV Stabilizers during Rainfall and Snowmelt across an Urbanization Gradient. *Environmental Science and Technology*, 52(5), 2595–2602. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00552>
- Peng, X., Fan, Y., Jin, J., Xiong, S., Liu, J., & Tang, C. (2017b). Bioaccumulation and biomagnification of ultraviolet absorbents in marine wildlife of the Pearl River Estuarine, South China Sea. *Environmental Pollution*, 225, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.035>
- Peng, X., Xiong, S., Ou, W., Wang, Z., Tan, J., Jin, J., Tang, C., Liu, J., & Fan, Y. (2017a). Persistence, temporal and spatial profiles of ultraviolet absorbents and phenolic personal care products in riverine and estuarine sediment of the Pearl River catchment, China. *Journal of Hazardous Materials*, 323, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.05.020>

- Peng, X., Zhu, Z., Xiong, S., Fan, Y., Chen, G., & Tang, C. (2020). Tissue Distribution, Growth Dilution, and Species-Specific Bioaccumulation of Organic Ultraviolet Absorbents in Wildlife Freshwater Fish in the Pearl River Catchment, China. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(2), 343–351. <https://doi.org/10.1002/etc.4616>
- Pouech, C., Lafay, F., Wiest, L., Baudot, R., Léonard, D., & Cren-Olivé, C. (2014). Monitoring the extraction of additives and additive degradation products from polymer packaging into solutions by multi-residue method including solid phase extraction and ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 406(5), 1493–1507. <https://doi.org/10.1007/s00216-013-7551-4>
- Provencher, J. F., Bond, A. L., Hedd, A., Montevecchi, W. A., Muzaffar, S. Bin, Courchesne, S. J., Gilchrist, H. G., Jamieson, S. E., Merkel, F. R., Falk, K., Durinck, J., & Mallory, M. L. (2014). Prevalence of marine debris in marine birds from the North Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 84(1–2), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.04.044>
- Provencher J., F. Malaisé, M. Mallory, B. Braune, L. Pirie-Dominix, L. Zhe. A 44-Year Retrospective Analysis of Plastic Additives in Seabird Eggs from the Canadian Arctic (1975 to 2019). Submitted for publication, 2022.
- Quillfeldt, P., Weimerskirch, H., Delord, K., & Cherel, Y. (2020). Niche switching and leapfrog foraging: Movement ecology of sympatric petrels during the early breeding season. *Movement Ecology*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40462-020-00212-y>
- Rani, M., Shim, W. J., Han, G. M., Jang, M., Al-Odaini, N. A., Song, Y. K., & Hong, S. H. (2015). Qualitative Analysis of Additives in Plastic Marine Debris and Its New Products. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3), 352–366. <https://doi.org/10.1007/s00244-015-0224-x>
- Rani, M., Shim, W. J., Han, G. M., Jang, M., Song, Y. K., & Hong, S. H. (2017). Benzotriazole-type ultraviolet stabilizers and antioxidants in plastic marine debris and their new products. *Science of the Total Environment*, 579, 745–754. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.033>
- Rapp, D. C., Youngren, S. M., Hartzell, P., & David Hyrenbach, K. (2017). Community-wide patterns of plastic ingestion in seabirds breeding at French Frigate Shoals, Northwestern Hawaiian Islands. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1–2), 269–278. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.047>
- Rieker, J., Lemmert-Schmitt, E., Goeller, G., Roessler, M., Stueber, G. J., Schettler, H., Kramer, H. E. A., Stezowski, J. J., Hoier, H., Henkel, S., Schmidt, A., Port, H., Wiechmann, M., Rody, J., Rytz, G., Slongo, M., & Birbaum, J. L. (1992). Ultraviolet stabilizers of the 2-(hydroxyphenyl)benzotriazole class. Influence of substituents on structure and spectra. *Journal of Physical Chemistry*, 96(25), 10225–10234. <https://doi.org/10.1021/j100204a025>
- Roman, L., Bell, E., Wilcox, C., Hardesty, B. D., & Hindell, M. (2019). Ecological drivers of marine debris ingestion in Procellariiform Seabirds. *Scientific Reports*, 9(1), 916. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37324-w>
- Rorije, E., Verbruggen, E. M. J., Hollander, A., Traas, T. P., & Janssen, M. P. M. (2011). *Identifying potential POP and PBT substances - Development of a new Persistence/Bioaccumulation-score*. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601356001.html>
- Ruan, T., Liu, R., Fu, Q., Wang, T., Wang, Y., Song, S., Wang, P., Teng, M., & Jiang, G. (2012). Concentrations and composition profiles of benzotriazole UV stabilizers in municipal sewage sludge in China. *Environmental Science and Technology*, 46(4), 2071–2079. <https://doi.org/10.1021/es203376x>
- Ruus, A., Bæk, K., Rundberget, T., Allan, I., Beylich, B., Schlabach, M., Warner, N., Borgå, K., & Helberg, M. (2019). *Environmental Contaminants in an Urban Fjord, 2018*. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1441/m1441.pdf>
- Ruus, A., Bæk, K., Rundberget, T., Allan, I., Beylich, B., Vogelsang, C., Schlabach, M., Götsch, A., Borgå, K., & Helberg, M. (2020). *Environmental Contaminants in an Urban Fjord, 2019*. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1766/m1766.pdf>
- Ryan, P. G. (1987). The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. *Marine Environmental Research*, 23(3), 175–206. [https://doi.org/10.1016/0141-1136\(87\)90028-6](https://doi.org/10.1016/0141-1136(87)90028-6)
- Ryan, P.G., Moore, C. J., van Franeker, J. A., & Moloney, C. L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526): p. 1999–2012. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0207>
- Scheringer, M., Stempel, S., Hukari, S., Ng, C. A., Blepp, M., & Hungerbühler, K. (2012). How many persistent organic pollutants should we expect? *Atmospheric Pollution Research*, 3(4), 383–391. <https://doi.org/10.5094/APR.2012.044>
- Schlabach, M., Halse, A. K., Kringstad, A., Nikiforov, V., Nizzetto, P. B., Pfaffhuber, K. A., Reid, M., Rostkowski, P., & Vogelsang, C. (2019). *Screening program 2018 Volatiles, Gd, BADGE, UV filters, Additives, and Medicines*. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1490/m1490.pdf>

- Schlabach, M., van Bavel, B., Lomba, J. A. B., Borgen, A., Gabrielsen, G. W., Götsch, A., Halse, A.-K., Hanssen, L., Kroghseth, I. S., Nikiforov, V., Nygård, T., Bohlin-Nizzetto, P., Reid, M., Rostkowski, P., & Samanipour, S. (2018). *Screening Programme 2017 – AMAP Assessment Compounds*. <http://hdl.handle.net/11250/2569237>
- Schoombie, S., Dilley, B. J., Davies, D., & Ryan, P. G. (2018). The foraging range of Great Shearwaters (*Ardenna gravis*) breeding on Gough Island. *Polar Biology*, *41*(12), 2451–2458. <https://doi.org/10.1007/s00300-018-2381-7>
- Shirakihara, M., Seki, K., Takemura, A., Shirakihara, K., Yoshida, H., & Yamazaki, T. (2008). Food Habits of Finless Porpoises *Neophocaena phocaenoides* in Western Kyushu, Japan. *Journal of Mammalogy*, *89*(5), 1248–1256. <https://doi.org/10.1644/07-MAMM-A-264.1>
- Spear, L. B., & Ainley, D. G. (1998). Morphological Differences Relative to Ecological Segregation in Petrels (Family: Procellariidae) of the Southern Ocean and Tropical Pacific. *The Auk*, *115*(4), 1017–1033. <https://doi.org/10.2307/4089519>
- SPIN (2021). *Substance in Preparations in Nordic Countries, Phenol, 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1,1-dimethylpropyl)-*. <http://www.spin2000.net/spinmyphp/>
- Suhrhoff, T. J., & Scholz-Böttcher, B. M. (2016). Qualitative impact of salinity, UV radiation and turbulence on leaching of organic plastic additives from four common plastics - A lab experiment. *Marine Pollution Bulletin*, *102*(1), 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.054>
- Sun, B., Hu, Y., Cheng, H., & Tao, S. (2019). Releases of brominated flame retardants (BFRs) from microplastics in aqueous medium: Kinetics and molecular-size dependence of diffusion. *Water Research*, *151*, 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.12.017>
- Swiss Federal Department of Home Affairs (2020). *Ordinance of the FDHA on materials and articles intended to come into contact with foodstuffs (SR 817.023.21), Annex 10*.
- Takada, H., Tanaka, K., Yamashita, R., & Watanuki, Y. (2019). Transfer of additives from ingested plastics to seabirds and their accumulation in the tissue. *ACS Spring 2019 National Meeting & Exposition*.
- Tanaka, K., Takada, H., Ikenaka, Y., Nakayama, S. M. M., & Ishizuka, M. (2020a). Occurrence and concentrations of chemical additives in plastic fragments on a beach on the island of Kauai, Hawaii. *Marine Pollution Bulletin*, *150*(September 2019), 110732. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110732>
- Tanaka, K., Takada, H., Yamashita, R., Mizukawa, K., Fukuwaka, M. A., & Watanuki, Y. (2015). Facilitated Leaching of Additive-Derived PBDEs from Plastic by Seabirds' Stomach Oil and Accumulation in Tissues. *Environmental Science and Technology*, *49*(19), 11799–11807. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01376>
- Tanaka, K., van Franeker, J. A., Deguchi, T., & Takada, H. (2019a). Piece-by-piece analysis of additives and manufacturing byproducts in plastics ingested by seabirds: Implication for risk of exposure to seabirds. *Marine Pollution Bulletin*, *145*, 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.028>
- Tanaka, K., Watanuki, Y., Takada, H., Ishizuka, M., Yamashita, R., Kazama, M., Hiki, N., Kashiwada, F., Mizukawa, K., Mizukawa, H., Hyrenbach, D., Hester, M., Ikenaka, Y., & Nakayama, S. M. M. (2020b). In Vivo Accumulation of Plastic-Derived Chemicals into Seabird Tissues. *Current Biology*, *30*(4), 723-728.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.12.037>
- Tanaka, K., Yamashita, R., & Takada, H. (2019b). *Transfer of Hazardous Chemicals from Ingested Plastics to Higher-Trophic-Level Organisms* (H. Takada & H. K. Karapanagioti (eds.); pp. 267–280). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/698_2018_255
- Tashiro, Y., & Kameda, Y. (2013). Concentration of organic sun-blocking agents in seawater of beaches and coral reefs of Okinawa Island, Japan. *Marine Pollution Bulletin*, *77*(1–2), 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.09.013>
- Teuten, E. L., Saquing, M. J., Knappe, U. D. R., Barlaz, A. M., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, J. S., Thompson, C. R., Galloway, S. T., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, H. P., Tana, S. T., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, P. M., Akkhavong, K., ... Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1526), 2027–2045. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>
- Thomas, K., Schlabach, M., Langford, K. H., Fjeld, E., Øxnevad, S., Rundberget, T., Bæk, K., Rostkowski, P., & Harju, M. (2014). *Screening program 2013: New bisphenols, organic peroxides, fluorinated siloxanes, organic UV filters and selected PBT substances*. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M176/M176.pdf>
- Til, H., van der Meulen, H., Huismans, J., & de Groot, A. (1968). *Short-term (49 day) and sub-chronic (90 day) toxicity studies with "BY 1137" in rats*.

- Tonneller, A., Coecke, S., & Zaldívar, J.-M. (2012). Screening of chemicals for human bioaccumulative potential with a physiologically based toxicokinetic model. *Archives of Toxicology*, 86(3), 393–403. <https://doi.org/10.1007/s00204-011-0768-0>
- Towns, D. R., Byrd, G. V., Jones, H. P., Rauzon, M. J., Russell, J. C., & Wilcox, C. (2011). Impacts of Introduced Predators on Seabirds. In *Seabird Islands* (pp. 56–90). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199735693.003.0003>
- US EPA (2012). *Estimation Programs Interface Suite for Microsoft Windows*.
- US EPA (2021). *Toxic Substances Control Act, Chemical Data Reporting on Phenol, 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1,1-dimethylpropyl)-*. <https://chemview.epa.gov/chemview/>
- US Food and Drug Administration (2021). *Inventory of Food Contact Substances Listed in 21 CFR*. <https://www.cfsanappsexternal.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?set=IndirectAdditives>
- van Franeker, J. A., Blaize, C., Danielsen, J., Fairclough, K., Gollan, J., Guse, N., Hansen, P.-L., Heubeck, M., Jensen, J.-K., Le Guillou, G., Olsen, B., Olsen, K.-O., Pedersen, J., Stienen, E. W. M., & Turner, D. M. (2011). Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental Pollution*, 159(10), 2609–2615. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.06.008>
- van Franeker, J. A., & Law, K. L. (2015). Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. *Environmental Pollution*, 203, 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.034>
- Van Sebille, E., Aliani, S., Law, K. L., Maximenko, N., Alsina, J. M., Bagaev, A., Bergmann, M., Chapron, B., Chubarenko, I., Cózar, A., Delandmeter, P., Egger, M., Fox-Kemper, B., Garaba, S. P., Goddijn-Murphy, L., Hardesty, B. D., Hoffman, M. J., Isobe, A., Jongedijk, C. E., ... Wichmann, D. (2020). The physical oceanography of the transport of floating marine debris. *Environmental Research Letters*, 15(2), 23003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6d7d>
- van Sebille, E., England, M. H., & Froyland, G. (2012). Origin, dynamics and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044040. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044040>
- Wick, A., Jacobs, B., Kunkel, U., Heininger, P., & Ternes, T. A. (2016). Benzotriazole UV stabilizers in sediments, suspended particulate matter and fish of German rivers: New insights into occurrence, time trends and persistency. *Environmental Pollution*, 212, 401–412. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.024>
- Wilcox, C., Van Sebille, E., & Hardesty, B. D. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(38), 11899–11904. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502108112>
- Wu, Y., Venier, M., & Hites, R. A. (2020). Broad Exposure of the North American Environment to Phenolic and Amino Antioxidants and to Ultraviolet Filters. *Environmental Science & Technology*, 54(15), 9345–9355. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c04114>
- Xu, Z., Xiong, X., Zhao, Y., Xiang, W., & Wu, C. (2020). Pollutants delivered every day: Phthalates in plastic express packaging bags and their leaching potential. *Journal of Hazardous Materials*, 384, 121282. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121282>
- Yamashita, R., Hiki, N., Kashiwada, F., Takada, H., Mizukawa, K., Hardesty, B. D., Roman, L., Hyrenbach, D., Ryan, P. G., Dilley, B., Muñoz-Pérez, J. P., Valle, C. A., Pham, C. K., Frias, J., Nishizawa, B., Takahashi, A., Thiebot, J., Will, A., Kokubun, N., Watanabe, Y. Y., Yamamoto, T., Shiomi, K., Shimabukuro, U., & Watanuki, Y. (2021). Plastic additives and legacy persistent organic pollutants (POPs) in preen gland oil from seabirds sampled across the globe. *Environmental Monitoring and Contaminants Research*, 1, 97–112. <https://doi.org/10.5985/emcr.20210009>
- Yamashita, R., Takada, H., Murakami, M., Fukuwaka, M. A., & Watanuki, Y. (2007). Evaluation of noninvasive approach for monitoring PCB pollution of seabirds using preen gland oil. *Environmental Science and Technology*, 41(14), 4901–4906. <https://doi.org/10.1021/es0701863>
- Yanagimoto, H., & et al. (2011). Poster: Occurrence of Benzotriazole UV Stabilizers and Synthetic Musks in Human Adipose Tissues Collected from Japan, South Korea, China, Spain and the USA. *32nd SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) North America* 257.
- Zhang, D., Liu, C., & Yang, Y. (2016). Determination of UV Absorbers and Light Stabilizers in Food Packing Bags by Magnetic Solid Phase Extraction Followed by High Performance Liquid Chromatography. *Chromatographia*, 79(1–2), 45–52. <https://doi.org/10.1007/s10337-015-2988-6>
- Zhang, Z., Ren, N., Li, Y. F., Kunisue, T., Gao, D., & Kannan, K. (2011). Determination of benzotriazole and benzophenone UV filters in sediment and sewage sludge. *Environmental Science and Technology*, 45(9), 3909–3916. <https://doi.org/10.1021/es2004057>

- Zhuang, S., Lv, X., Pan, L., Lu, L., Ge, Z., Wang, J., Wang, J., Liu, J., Liu, W., & Zhang, C. (2017). Benzotriazole UV 328 and UV-P showed distinct antiandrogenic activity upon human CYP3A4-mediated biotransformation. *Environmental Pollution*, 220, 616–624. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.011>
- Zhuang, S., Wang, H., Ding, K., Wang, J., Pan, L., Lu, Y., Liu, Q., & Zhang, C. (2016). Interactions of benzotriazole UV stabilizers with human serum albumin: Atomic insights revealed by biosensors, spectroscopies and molecular dynamics simulations. *Chemosphere*, 144, 1050–1059. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.09.085>
-