نتيجة الجمع بين الطريحة والنقيضة

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

1972-2022

من التلوث إلى الحل

تقييم عالمي لمسألة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية

انظر المرفق الأول لمعرفة الأساس المنطقي والمعلومات الأساسية لهذا التقييم

برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2021©

الرقم الدولي المعياري للكتاب: 978-92-807-3881-0

رقم العمل: DEP/2379/NA

تجوز إعادة إنتاج هذا المنشور كلياً أو جزئياً وبأي شكل من الأشكال لأغراض تعليمية أو غير ربحية دون الحصول على إذن خاص من صاحب حق النشر، شريطة ذكر المصدر. ويرجو برنامج الأمم المتحدة للبيئة موافاته بنسخة من أي منشور يستند إلى هذا التقرير كمصدر من مصادره.

ولا يجوز استخدام هذا المنشور لإعادة بيعه أو لأي غرض تجاري آخر من أي نوع دون الحصول على إذن كتابي مسبق من برنامج الأمم المتحدة للبيئة. وينبغي توجيه طلبات الحصول على هذا الإذن، مع بيان الغرض من الاقتباس وحجم المحتوى المُقتبَس، إلى مدير شعبة الاتصالات ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة على العنوان التالي:

Director, Communications Division UNEP, P.O. Box 30552

إخلاء مسؤولية

لا يعني ذكر شركة تجارية أو منتج تجاري تأييد برنامج الأمم المتحدة للبيئة أو مؤلفي المنشور الضمني للشركة أو للمنتج. ولا يُسمح باستخدام المعلومات الواردة في هذا المنشور لأغراض الدعاية أو الإعلان. وترد أسماء العلامات التجارية ورموزها على نحو تحريري دون أي نية لانتهاك قوانين العلامات التجارية أو حقوق النشر.

وتعبر الآراء الواردة في هذا المنشور عن آراء مؤلفيه دون أن تجسد بالضرورة آراء برنامج الأمم المتحدة للبيئة. ونأسف لأي أخطاء أو إغفالات قد ظهرت في هذه الوثيقة عن غير قصد.

© يُذكَر أصحاب حقوق نشر الخرائط والصور والرسوم التوضيحية كل في موضعه.

صورة الغلاف الأمامي © شاترستوك/ نغوين كوانغ نغوك تونكين

المرجع المقترح عند الإشارة إلى هذا الموج

برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2021). من التلوث إلى الحل

- تقييم عالمي لمسألة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية. مصنف توليفي. نيروبي

الإنتاج

برنامج الأمم المتحدة للبيئة، قاعدة بيانات الموارد العالمية - أريندال

بدعم من

Norad

يشجع برنامج الأمم المتحدة للبيئة الممارسات السليمة بيئياً على الصعيد العالمي وفي أنشطته الخاصة. وتهدف سياستنا المتعلقة بالتوزيع إلى الحد من البصمة الكربونية لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة.

النتائج الرئيسية

1 تزايد كمية النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية بصورة سريعة. ومن المتوقع أن تتضاعف انبعاثات النفايات البلاستيكية في النظم الإيكولوجية المائية ثلاث مرات تقريباً بحلول عام 2040 بدون أن يتخذ حيالها أي إجراءات هادفة

يُعرّض حجم النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية المتزايد بصورة سريعة صحة جميع محيطات العالم وبحاره للخطر. والمواد البلاستيكية، بما في ذلك الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، موجودة الآن في كل مكان. وهي مؤشر على الأنثروبوسين، العصر الجيولوجي الحالي، وأصبحت جزءاً من سجل الحفريات على الأرض. وأطلقت المواد البلاستيكية اسمها على موطن ميكروبي بحري جديد، وهو "البلاستيسفير - أي الغلاف البلاستيكي".

وعلى الرغم من المبادرات والجهود الحالية، قدرت كمية المواد البلاستيكية في المحيطات بحوالي 199-75 مليون طن. وتختلف تقديرات الانبعاثات العالمية السنوية من المصادر البرية وفقاً للنهج المستخدمة. وفي ظل سيناريو بقاء الأمور على حالها وفي غياب التدخلات اللازمة، يمكن أن تتضاعف كمية النفايات البلاستيكية التي تدخل النظم الإيكولوجية المائية ثلاث مرات تقريباً من حوالي 14-9 مليون طن سنوياً في عام 2016 إلى ما بين 23 و37 مليون طن سنوياً بحلول عام 2040. وعند استخدام نهج آخر، من المتوقع أن تتضاعف الكمية تقريباً من نسبة تُقدر بنحو 19-23 مليون طن سنوياً في عام 2016 إلى حوالي 53 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030.

2 تشكل النفايات البحرية والمواد البلاستيكية تهديداً خطيراً لجميع أشكال الحياة البحرية، بينما تؤثر أيضاً على المناخ

إن المواد البلاستيكية تمثل الجزء الأكبر والأكثر ضرراً والأكثر مقاومة للتحلل في النفايات البحرية، حيث تمثل ما لا يقل عن 85 في المائة من مجموع النفايات البحرية. وهي تسبب آثاراً مميتة ودون مميتة في الحيتان والفقمات والسلاحف والطيور والأسماك وكذلك اللافقاريات مثل ذوات الصدفتين والعوالق والديدان والشعاب المرجانية. وتشمل آثارها التشبُّك، وهلاكها جوعاً وغرقاً، وتمزق الأنسجة الداخلية، والخنق، ونقص الأكسجين والضوء، والإجهاد الفسيولوجي، والضرر المتعلق بالسمية.

كما يمكن للمواد البلاستيكية أن تغير من دورة الكربون في العالم من خلال تأثيرها على العوالق والإنتاج الأولي في النظم البحرية ونظم المياه العذبة والنظم الأرضية. وتؤدي النظم الإيكولوجية البحرية، ولا سيما أشجار المانغروف والأعشاب البحرية والمرجان والمستنقعات المالحة، دوراً رئيسياً في احتجاز الكربون. وكلما زاد الضرر الذي يلحق بالمحيطات والمناطق الساحلية، كان من الصعب على هذه النظم الإيكولوجية أن تحد من آثار تغير المناخ وتظل قادرة على التكيف معه على حد سواء.

وعندما تتحل المواد البلاستيكية في البيئة البحرية، فإنها تنقل الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، والمواد التركيبية الاصطناعية، والسليلوزية، والمواد الكيميائية السامة، والمعادن والملوثات الدقيقة إلى المياه والرواسب، ثم تنتقل في نهاية المطاف إلى سلاسل الأغذية البحرية.

وتعمل الجسيمات البلاستيكية الدقيقة كناقلات للكائنات المسببة للأمراض الضارة بالبشر وأرصدة الأسماك وتربية الأحياء المائية. وعندما يتم ابتلاع الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، فإنها يمكن أن تسبب تغيرات في هيئة الجينات والبروتينات، والالتهاب، والإخلال بسلوك التغذية، وانخفاض النمو، وتغيرات في نمو الدماغ، وانخفاض معدلات الرشح والتنفس. ويمكنها أن تغير نجاح الإنسال للكائنات البحرية وبقائها وأن تعرض للخطر قدرة الأنواع الأساسية و"المهندسين" الإيكولوجيين على بناء الشعاب المرجانية أو الرواسب المضطربة بيولوجياً.

3 صحة الإنسان ورفاهه في خطر

تنشأ المخاطر التي تهدد صحة الإنسان ورفاهه عن حرق النفايات البلاستيكية في الهواء الطلق، وتناول المأكولات البحرية الملوثة بالمواد البلاستيكية، والتعرض للبكتيريا المسببة للأمراض المنقولة الموجودة على المواد البلاستيكية، والرشح من المواد التي تثير القلق بالنسبة للمياه الساحلية. ويحظى إطلاق المواد الكيميائية المرتبطة بالمواد البلاستيكية عن طريق الرشح في البيئة البحرية باهتمام متزايد، نظراً لأن بعض هذه المواد الكيميائية هي مواد مثيرة للقلق أو لها خصائص تعيق عمل الغدد الصماء.

ويمكن أن تدخل الجسيمات البلاستيكية الدقيقة جسم الإنسان عن طريق الاستنشاق والامتصاص عبر الجلد وتتراكم في الأعضاء بما في ذلك المشيمة. ومن المرجح أن يشكل امتصاص الإنسان للجسيمات البلاستيكية الدقيقة عن طريق تناول المأكولات البحرية تهديدات خطيرة للمجتمعات الساحلية ومجتمعات الشعوب الأصلية حيث تشكل الأنواع البحرية المصدر الرئيسي للغذاء. والروابط بين التعرض للمواد الكيميائية المرتبطة بالمواد البلاستيكية في البيئة البحرية وصحة الإنسان غير واضحة. ومع ذلك، ترتبط بعض هذه المواد الكيميائية بآثار صحية خطيرة، وخاصة لدى النساء.

وللمواد البلاستيكية البحرية تأثير واسع النطاق على المجتمع ورفاه الإنسان. وقد تمنع المواد البلاستيكية البحرية الناس عن زيارة الشواطئ والسواحل والتمتع بفوائد النشاط البدني والتفاعل الاجتماعي وتحسين الصحة البدنية والعقلية بوجه عام على حد سواء. وقد تتأثر الصحة العقلية من خلال معرفة أن الحيوانات البحرية الكاريزمية مثل السلاحف البحرية والحيتان والدلافين والعديد من الطيور البحرية معرضة للخطر. وهذه الحيوانات لها أهمية ثقافية بالنسبة لبعض المجتمعات. ويمكن أن تثير صور وأوصاف الحيتان والطيور البحرية ببطونها المليئة بالشظايا البلاستيكية، المنتشرة في وسائط الإعلام الرئيسية، آثاراً عاطفية قوية.

© Shutterstock/Tunatura

4 هناك تكاليف خفية للاقتصاد العالمي

تشكل النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية تهديداً خطيراً لسبل عيش المجتمعات الساحلية وكذلك للنقل البحري وعمليات الموانئ. وتقدر التكاليف الاقتصادية للتلوث البلاستيكي البحري فيما يتعلق بآثاره على السياحة ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية، إلى جانب التكاليف الأخرى مثل تكاليف التنظيف، بما لا يقل عن 6-19 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة على مستوى العالم في عام 2018. ومن المتوقع أن يمثل تسرب المواد البلاستيكية إلى المحيطات بحلول عام 2040 خطراً مالياً سنوياً بقيمة 100 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة على الأعمال التجارية إذا طلبت منها الحكومات تغطية تكاليف إدارة النفايات بالأحجام المتوقعة وإمكانية إعادة تدويرها. وعلى سبيل المقارنة، قدر حجم السوق العالمية للبلاستيك في عام 2020 بنحو 580 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة، في حين تُقدر القيمة النقدية لخسائر رأس المال الطبيعي البحري بما يصل إلى 2 500 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة سنوياً.

5 النفايات البحرية والمواد البلاستيكية هي عوامل مضاعفة للخطر

إن المخاطر المتعددة والمتعاقبة التي تشكلها النفايات البحرية والمواد البلاستيكية تجعلها بمثابة عوامل مضاعفة للخطر. ويمكن لهذه المخاطر أن تتفاعل مع غيرها من عوامل الإجهاد البيئي، مثل تغير المناخ والاستغلال المفرط للموارد البحرية، لإحداث أضرار أكبر بكثير مما لو حدثت بمعزل عن غيرها. وتؤثر التغيرات التي تحدثها الموائل في النظم الإيكولوجية الساحلية الرئيسية بسبب الآثار المباشرة للنفايات البحرية والمواد البلاستيكية على الإنتاج الغذائي المحلي وتلحق الضرر بالهياكل الساحلية، مما يؤدي إلى عواقب واسعة النطاق ولا يمكن التنبؤ بها، بما في ذلك فقدان القدرة على التكيف مع الظواهر الطبيعية القاسية وتغير المناخ في المجتمعات الساحلية. ولذا، يلزم تقييم مخاطر النفايات البحرية والمواد البلاستيكية عبر المخاطر التراكمية الأوسع نطاقاً.

6 لمصادر البرية هي المصادر الرئيسية للنفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية

أصبح ما يقرب من 7000 مليون طن من إجمالي 9200 مليون طن من الإنتاج البلاستيكي التراكمي المقدر بين عامي 1950 و2017 نفايات بلاستيكية، وتم التخلص من ثلاثة أرباعها ووضعها في مطامر النفايات، أو أصبحت جزءاً من مجاري النفايات غير المتحكم بها والتي تدار بصورة سيئة، أو تم التخلص منها أو تركها في البيئة، بما في ذلك في البحر. ويمكن للجسيمات البلاستيكية الدقيقة أن تدخل المحيطات عن طريق تحلل المواد البلاستيكية الأكبر حجماً، والرشحات من مواقع مطامر النفايات، والحمأة من نظم معالجة مياه الصرف الصحي، والجسيمات المحمولة جواً (على سبيل المثال من البلى على الإطارات وغيرها من المواد التي تحتوي على المواد البلاستيكية)، والجريان السطحي من الزراعة، وتكسير السفن، والخسائر العرضية للبضائع في البحر. ويمكن للظواهر الطبيعية القاسية مثل الفيضانات والعواصف وأمواج تسونامي أن تنقل كميات كبيرة من الحطام إلى المحيطات من المناطق الساحلية وتراكم القمامة على ضفاف الأنهار، وعلى طول الشواطئ وفي مصبات الأنهار. ومع توقع أن يصل الإنتاج العالمي التراكمي من المواد البلاستيكية بين عامي 1950 و2050 إلى 34 000 مليون طن، فمن المُلح الحد من الإنتاج البلاستيكي العالمي وتدفق النفايات البلاستيكية إلى البيئة.

7 نقل وتراكم النفايات البحرية والمواد البلاستيكية يحدث على مدى عقود

يتم التحكم في حركة النفايات البحرية والمواد البلاستيكية في المناطق الساحلية والبحرية عن طريق المد والجزر والتيارات والأمواج والرياح، مع تراكم المواد البلاستيكية العائمة في الدوامات الحلقية في المحيط وتركيز المواد الغارقة في أعماق البحار ودلتا الأنهار والأحزمة الطينية وأشجار المانغروف. ويمكن أن تكون هناك فترات زمنية كبيرة بين الخسائر على اليابسة والتراكم في المياه البحرية والرواسب في أعماق البحار. وتم إنتاج أكثر من نصف المواد البلاستيكية التي عُثر عليها تطفو في بعض الدوامات في فترة التسعينيات وما قبلها.

ويوجد الآن عدد متزايد من النقاط الساخنة التي تنطوي على احتمال تعرض عمل النظم الإيكولوجية وصحة الإنسان لمخاطر طويلة الأجل وواسعة النطاق. وتشمل المصادر الرئيسية البحر الأبيض المتوسط، حيث تتراكم كميات كبيرة من النفايات البحرية والمواد البلاستيكية بسبب طبيعتها المغلقة، مما يشكل مخاطر على الملايين من الناس؛ المحيط المتجمد الشمالي بسبب الأضرار المحتملة التي قد تلحق بطبيعته النقية والضرر الذي يلحق بالشعوب الأصلية والأنواع الأيقونية من خلال تناول المواد البلاستيكية في السلاسل الغذائية البحرية؛ ومنطقة شرق وجنوب شرق آسيا، حيث توجد كميات كبيرة من النفايات غير الخاضعة للرقابة بالقرب من أعداد بشرية كبيرة جداً تعتمد اعتماداً كبيراً على المحيطات.

8 التقدم التكنولوجي ونمو أنشطة العلم التشاركي تعمل على تحسين الكشف عن النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، ولكن اتساق القياسات لا يزال يشكل تحدياً

لقد حدثت تحسينات كبيرة فيما يتعلق بنظم الرصد والمسح العالمية الفعالة والميسورة التكلفة، فضلاً عن بروتوكولات الكشف عن القمامة والجسيمات البلاستيكية الدقيقة وتحديدها كمياً في العينات الفيزيائية والأحيائية. ومع ذلك، لا تزال هناك مخاوف بين العلماء بشأن التحيزات في أخذ العينات في تحديد الكميات المطلقة من الجسيمات البلاستيكية الدقيقة الموجودة في موائل مختلفة بسبب التباين الكبير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحاجة إلى مزيد من الاتساق بين مختلف منصات وأدوات أخذ العينات والمراقبة. وهناك حالياً 15 برنامجاً رئيسياً للرصد التشغيلي مرتبط بتنسيق العمل المتعلق بالنفايات البحرية، وأطر جمع البيانات، ومبادرات واسعة النطاق في مجال مستودعات البيانات والبوابات، ولكن البيانات والمعلومات الواردة منها منفصلة إلى حد كبير. وإلى جانب هذه البرامج، هناك عمليات المؤشرات وأنشطة جمع البيانات الأساسية، التي يدعمها عدد متزايد من الشبكات ومشاريع العلم التشاركي والعمليات التشاركية في جميع أنحاء العالم.

© Shutterstock/AlenaPaulus

9 معدلات إعادة تدوير المواد البلاستيكية أقل من 10 في المائة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري ذات الصلة بالمواد البلاستيكية كبيرة، ولكن بعض الحلول آخذة في الظهور

خلال العقود الأربعة الماضية تضاعف إنتاج المواد البلاستيكية العالمي أكثر من أربعة أضعاف، حيث بلغت قيمة سوق البلاستيك العالمي حوالي 580 بليون دولار أمريكي في عام 2020. وفي الوقت نفسه، من المتوقع أن ترتفع التكلفة العالمية المقدرة لإدارة النفايات الصلبة البلدية من 38 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2019 إلى 61 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2040 في ظل سيناريو بقاء الأمور على حالها. ومن المتوقع أن يزداد مستوى انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بإنتاج واستخدام المواد البلاستيكية التقليدية القائمة على الوقود الأحفوري والتخلص منها إلى حوالي 2.1 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2040، أو 19 في المائة من الميزانية العالمية للكربون. وباستخدام نهج آخر، قُدرت انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن المواد البلاستيكية في عام 2015 بنحو 1.7 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، ومن المتوقع أن ترتفع إلى حوالي 6.5 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050، أو 15 في المائة من الميزانية العالمية للكربون.

وتتمثل إحدى المشاكل الرئيسية في انخفاض معدل إعادة تدوير المواد البلاستيكية، الذي يقل حالياً عن 10 في المائة. وتُفقَد ملايين الأطنان من النفايات البلاستيكية في البيئة، أو تُشحن أحياناً آلاف الكيلومترات إلى وجهات تُحرق فيها أو يتم التخلص منها بإلقائها عموماً. وتُقدر الخسارة السنوية في قيمة نفايات التعبئة والتغليف البلاستيكية أثناء الفرز والتجهيز وحدها بما يتراوح بين 80 و120 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة. وتمثل المواد البلاستيكية المصنفة بأنها قابلة للتحلل البيولوجي مشكلة أخرى، لأنها قد تستغرق عدة سنوات لتتحلل في المحيطات، ويمكن أن تشكل، كقمامة، نفس المخاطر التي تشكلها المواد البلاستيكية التقليدية على الأفراد والتنوع البيولوجي وأداء النظم الإيكولوجية.

ولن تكون استراتيجية الحل الوحيد كافية للحد من كمية المواد البلاستيكية التي تدخل المحيطات. وثمة حاجة إلى تدخلات متعددة للنظام التآزري في مراحل المنبع الأولى والمراحل النهائية لإنتاج المواد البلاستيكية واستخدامها. وقد بدأت هذه التدخلات في الظهور بالفعل. وهي تشمل سياسات النهج الدائري، والتخلص التدريجي من المنتجات والبوليمرات غير الضرورية التي يمكن تجنبها والتي تسبب مشاكل، والأدوات المالية مثل الضرائب والرسوم والمصاريف، وخطط استرداد الودائع، وخطط مسؤولية المنتجين الموسعة، والتصاريح القابلة للتداول، وإزالة الإعانات الضارة، وابتكارات الكيمياء الخضراء للبوليمرات والمواد المضافة البديلة الأكثر أماناً، ومبادرات لتغيير مواقف المستهلكين، و" إغلاق التدفق" فيما يتعلق بإنتاج البلاستيك البكر من خلال نماذج الخدمة الجديدة والتصميم الإيكولوجي لإعادة استخدام المنتج.

10 مواصلة إحراز التقدم على جميع المستويات، مع وجود صك عالمي محتمل في الأفق

يساعد عدد متزايد من الأنشطة العالمية والإقليمية والوطنية على تعبئة المجتمع العالمي من أجل وضع حد للنفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية.

وما فتئت المدن والبلديات والشركات الكبرى تقلل من تدفقات النفايات إلى مطامة النفايات؛ والعمليات التنظيمية آخذة في التوسع، مدفوعة بالضغط الشعبي المتزايد؛ وكان هناك تصاعد في النشاط المحلي وإجراءات الحكومة المحلية بما في ذلك مجموعات النفايات المنزلية، وإعادة تدوير المواد البلاستيكية وحملات التنظيف التي يقوم بها المجتمع. بيد أن الحالة الراهنة هي مزيج من الممارسات التجارية المتباينة على نطاق واسع والترتيبات التنظيمية والطوعية الوطنية.

وهناك بالفعل بعض الالتزامات الدولية بالحد من النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، ولا سيما الناجمة عن المصادر البرية، فضلاً عن العديد من الاتفاقات الدولية السارية وصكوك القانون غير الملزمة المتعلقة بتجارة البلاستيك أو بالحد من الآثار على الحياة البحرية. ومع ذلك، لا تتضمن أي من السياسات الدولية المتفق عليها منذ عام 2000 هدفاً عالمياً وملزماً ومحدداً وقابل للقياس يحد من التلوث بالمواد البلاستيكية. وقد دفع ذلك العديد من الحكومات، فضلاً عن قطاع الأعمال والمجتمع المدني، إلى الدعوة إلى وضع صك عالمي بشأن النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية.

مقدمة

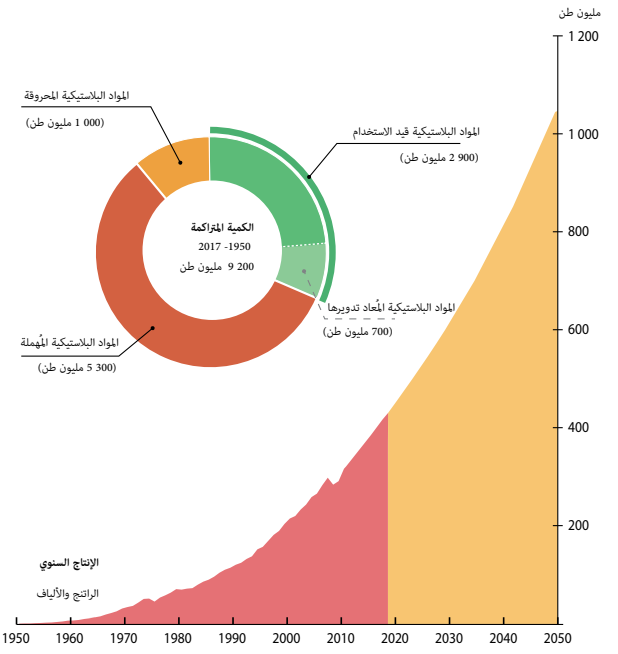
تتراكم النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية في محيطات العالم بمعدل غير مسبوق. ويقدر حجم المواد البلاستيكية الموجودة حالياً في المحيطات بما يتراوح بين 75 مليون و199 مليون طن [1] (Jang et al. 2015; Ocean Conservancy and McKinsey Centre for Business and Environment 2015; Law 2017; IRP 2019; Lebreton et al. 2019; Borrelle et al. 2020; Lau et al. 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020). ويمكن العثور على النفايات البلاستيكية في رواسب قاع البحر، وعلى الشواطئ، وفي العديد من المواقع الأخرى على الصعيد العالمي. وبالتالي، أصبح التلوث بالمواد البلاستيكية جزءاً من سجل الحفريات على الأرض والذي يعد سمة من سمات العصر الجيولوجي الحالي، الأنثروبوسين. وقد سُمّيَ مؤخراً ميكروبي بحري جديد باسم "البلاستيسفير - أي الغلاف البلاستيكي" (Amaral-Zettler et al. 2020).

وتدخل النفايات البحرية المحيطات بصورة مباشرة وغير مباشرة عبر مسارات تشمل اليابسة والأنهار والغلاف الجوي. وتشمل المصادر الرئيسية للبلاستيك في المحيط تيارات النفايات غير الخاضعة للرقابة على اليابسة، وتدفقات مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة، والبلى والتلف على المنتجات البلاستيكية بما في ذلك المنسوجات وإطارات المركبات، والجريان السطحي من الأرض، والتسرب من البلاستيك المستخدم في الزراعة، والمدخلات المباشرة من الصناعات البحرية (Geyer 2020).

وتتأثر الحياة البحرية والنظم الإيكولوجية سلباً من جراء القمامة، بما في ذلك المواد البلاستيكية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة. وبالإضافة إلى ذلك، تشكل الجسيمات البلاستيكية الدقيقة في هذه النظم الإيكولوجية مخاطر محتملة على صحة الإنسان، من خلال استهلاك المأكولات البحرية على سبيل المثال. ويمكن أن تتسبب النفايات البحرية والمواد البلاستيكية، حسب نوعها وحجمها وموقعها، في آثار قاتلة وشبه مميتة على الحياة البحرية من خلال التشبك والخنق والابتلاع والتعرض للمواد الكيميائية المرتبطة بالمواد البلاستيكية والبكتيريا المسببة للأمراض في المناطق الساحلية حيث تشكل مخاطر على كل من النظم الإيكولوجية وصحة الإنسان (Rech et al. 2016; Turner 2016; Besseling et al. 2019; Guo and Wang 2019; Yu et al. 2019).

والشظايا البلاستيكية هي شكل من أشكال النفايات البلاستيكية الأكثر شيوعاً على الشواطئ. وتنتشر الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، التي تنشأ أساساً من خلال تفتيت الجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة، في كل مكان في البيئة البحرية. ويمكن للجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة أن تغير النجاح التكاثري للكائنات البحرية وبقائها وأن تُضعف قدرة الأنواع الأساسية و"المهندسين" الإيكولوجيين، مثل الشعاب المرجانية والديدان، على بناء الشعاب المرجانية أو الرواسب المضطربة بيولوجياً (Sussarellu et al. 2016; Green et al. 2017; Beckwith and Fuentes 2018; Bradney et al. 2019; Green et al. 2019; Reichert et al. 2019; Renzi et al. 2019; Saliu et al. 2019; Maes et al. 2020). وثمة أدلة على قدرة المواد البلاستيكية على تغيير دورة الكربون، مما يسهم في تغير المناخ، من خلال تأثيرها على سبيل المثال على الإنتاج الأولي في النظم البحرية ونُظم المياه العذبة والنُظم البرية. (Green et al. 2017; Beckwith and Fuentes 2018; Bradney et al. 2019; Green et al. 2019; Reichert et al. 2019; Renzi et al. 2019; Saliu et al. 2019).

وتتطلب المعالجة الفعالة لمشاكل النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية اتخاذ مجموعة واسعة من الإجراءات الموجهة نحو توليد النفايات والتخلص منها وإدارتها وتسربها من المصادر البرية والبحرية، فضلاً عن اتخاذ تدابير فيما يتعلق بكميات إنتاج المواد البلاستيكية الإجمالية والمكونات الكيميائية. وتعد المواد البلاستيكية من بين المواد الأكثر تنوعاً المنتجة حتى الآن. لقد غيرت المواد البلاستيكية حياة البلايين من البشر والاقتصاد العالمي. ومع ذلك، تعد التكاليف البيئية والاجتماعية لاستخدامها كبيرة. وتُقدر التكاليف الاقتصادية السنوية للتلوث البلاستيكي البحري فيما يتعلق بآثاره على السياحة ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية، إلى جانب التكاليف الأخرى بما في ذلك أنشطة التنظيف، بما لا يقل عن 6-19 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة سنوياً على مستوى العالم (Deloitte 2019). ومن المتوقع أنه بحلول عام 2040 ، يمكن أن تؤدي الكتلة المتوقعة من تسرب المواد البلاستيكية إلى المحيط إلى مخاطر مالية سنوية بقيمة 100 بليون دولار من دولارات الولايات للشركات إذا طلبت الحكومات منها تغطية تكاليف إدارة النفايات بالأحجام المتوقعة وقابلية إعادة التدوير (The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020). ومن المتوقع أن ينمو الإنتاج التراكمي العالمي للمواد البلاستيكية منذ عام 1950 من 9,2 مليار طن في عام 2017 إلى 34 مليار طن بحلول عام 2050 (Geyer (2020) (Figure 1. ولذلك، من المُلح"إغلاق التدفق" فيما يتعلق بإنتاج المواد البلاستيكية البكر، والحد من كميات النفايات غير الخاضعة للرقابة أو التي يساء إدارتها وتدخل في المحيطات، وزيادة مستوى إعادة تدوير النفايات البلاستيكية، التي تقدر حالياً بأقل من 10 في المائة (Andrades et al. 2018; Boucher and Billard 2019; Geyer 2020). وينتج قطاع تصنيع المواد البلاستيكية انبعاثات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري (Shen et al. 2020)، مما يساهم في آثارها على المناخ (The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020).



المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2021. من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للتلوث البحري بالقمامة والمواد البلاستيكية، مقتبس من Jambeck et al. ، 2018؛ و PlasticsEurope، 2019؛ و Geyer، 2020
مقدم من مركز GRID-Arendal

الشكل 1: الإنتاج العالمي للبلاستيك وتراكمه واتجاهاته المستقبلية

(1)) تشير كلمة طن الواردة في هذا التقرير إلى الطن المتري.

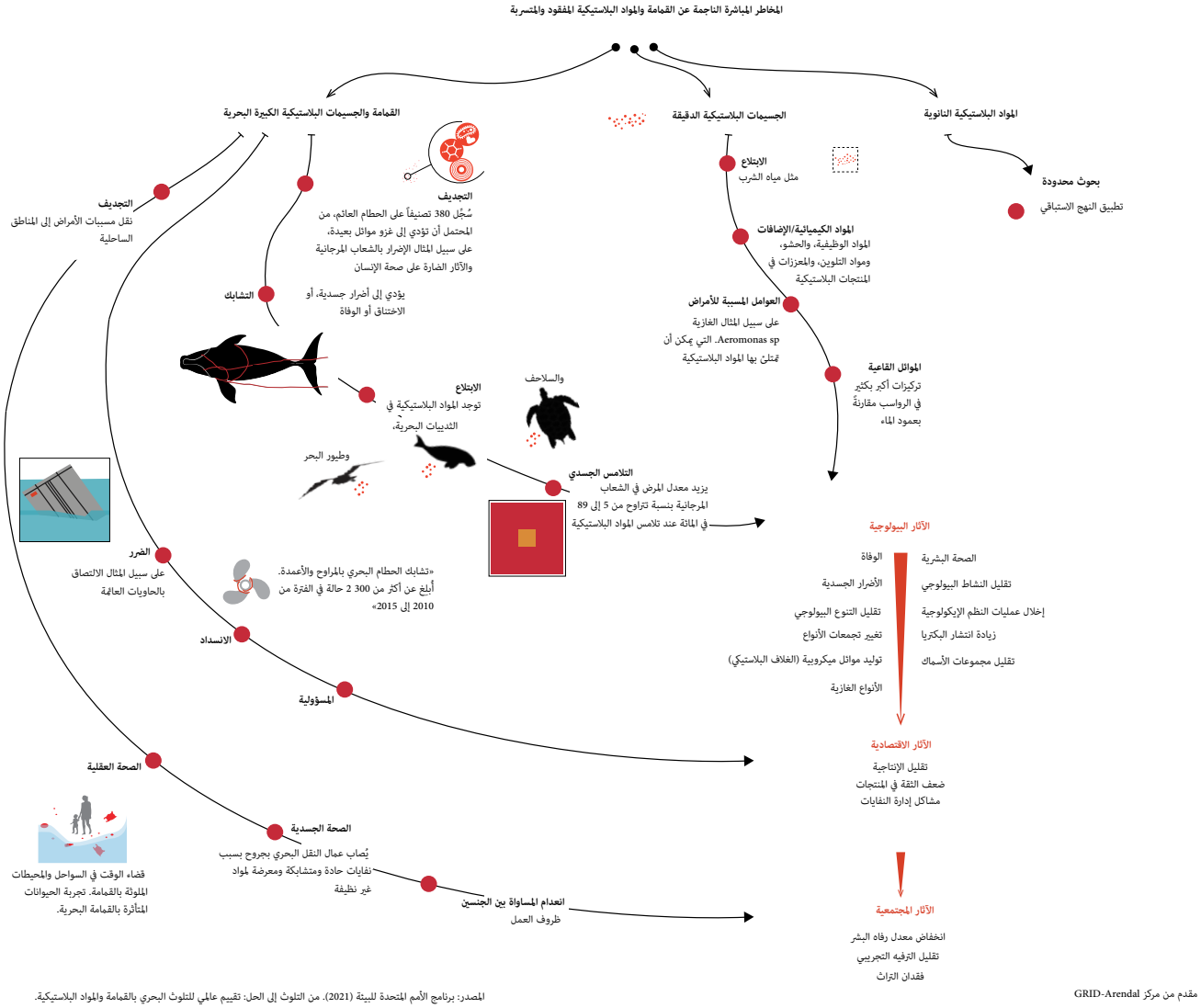
الآثار البيئية والصحية والاجتماعية والاقتصادية

الآثار البيئية

تضر النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية بالأداء الصحي للمحيطات. فمنذ نشر تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة لعام 2016 المعنون: الحطام البلاستيكي البحري والجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة - الدروس والبحوث العالمية الرامية إلى حفز العمل وتوجيه التغيير في السياسات العامة، أظهر بحث جديد كبير الأضرار الكبيرة التي تسببها النفايات البحرية، وخاصة المواد البلاستيكية ونواتج تفككها، للحياة البحرية ووظائف النظام الإيكولوجي وكذلك المخاطر المحتملة على صحة الإنسان (الشكل 2).

وتشمل الآثار المميتة وشبه المميتة للبلاستيك ابتلاعها من قِبل الحيتان والفقمات والسلاحف والطيور والأسماك، مما قد يؤدي إلى الجوع الشديد والتمزقات في النظم الداخلية، وخنق الشعاب المرجانية، مما يسبب الحرمان من الأكسجين والضوء؛ وغرق السلاحف والطيور والثدييات بسبب التشبُّك في معدات صيد الأسماك المتروكة أو المفقودة ومواد التغليف البلاستيكية؛ والإجهاد الفسيولوجي والضرر السمي الناجم عن ابتلاع الجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة من قِبل العوالق والمحار والأسماك والديدان البحرية، وجميعها مهمة للغاية لوظائف النظام الإيكولوجي (Browne et al. 2008; Carson et al. 2013; Wright et al. 2013a, b; Adimey et al. 2014; Hämer et al. 2014; Rochman et al. 2014; Au et al. 2015; Brennecke et al. 2015; Desforges et al. 2015; Wilcox et al. 2015; Holland et al. 2016; Green et al. 2017; Lusher et al. 2017a; Anbumani and Kakkar 2018; Duncan et al. 2018 a; Duncan et al. 2018b; Hallanger and Gabrielsen 2018; McNeish et al. 2018; Reynolds and Ryan 2018; Arias et al. 2019; Battisti et al. 2019; Donohue et al. 2019; Nelms et al. 2019a Sun et al. 2019; Landrigan et al. 2020; Vethaak and Legler 2021).

وعندما تتفكك المواد البلاستيكية في البيئة البحرية، تنتقل الجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة والمواد الكيميائية السامة والمعادن إلى المياه السطحية المفتوحة ثم إلى الرواسب في نهاية المطاف، حيث يمكن هضمها في سلاسل الأغذية البحرية (Arthur et al. 2009; Ashton et al. 2010; Mattsson et al. 2015; Haward 2018; Karlsson et al. 2018; UNEP 2018a). وتتم دراسة آثار الضرر الناجم عن الجسيمات البلاستيكية الدقيقة وآلياتها السببية بشكل غير متساوٍ في هذا المجال. غير أنه قد تبين في ظل الظروف المختبرية أنها تسبب تغيرات في التعبير الجيني والبروتيني، والالتهابات، وخلل في سلوك التغذية، وانخفاض النمو والنجاح التكاثري، وتغيرات في نمو الدماغ، وانخفاض معدلات التشيح والتنفس، ومجموعة من الأمراض التي تؤدي إلى انخفاض معدل البقاء على قيد الحياة (von Moos 2012; Au et al. 2015; Cole et al. 2015; Nobre et al. 2015; Paul-Pont et al. 2016; Sussarellu et al. 2016; Cui et al. 2017; Lusher et al. 2017a; Anbumani and Kakkar 2018; Arthur et al. 2019; Bradney et al. 2019; Green et al. 2019; SAPEA 2019; European Union 2019a; Jacob et al. 2020; Lindeque et al. 2020; Peng, L. et al. 2020; de Ruijter et al. 2020; Silva et al. 2020; Xu et al. 2020).



المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2021). من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للتلوث البحري بالقمامة والمواد البلاستيكية.

الشكل 2: المخاطر المباشرة والآثار المباشرة للقمامة البحرية والمواد البلاستيكية

كما يمكن أن تكون الجسيمات البلاستيكية الدقيقة مسؤولة عن التغيرات المادية في البيئة، على سبيل المثال على الشواطئ حيث قد تسبب تقلبات في درجات الحرارة يمكن أن تؤثر على تحديد نوع الجنس في بيض السلاحف البحرية المدفونة في الرمال (Carson et al. 2011; Beckwith and Fuentes 2018).

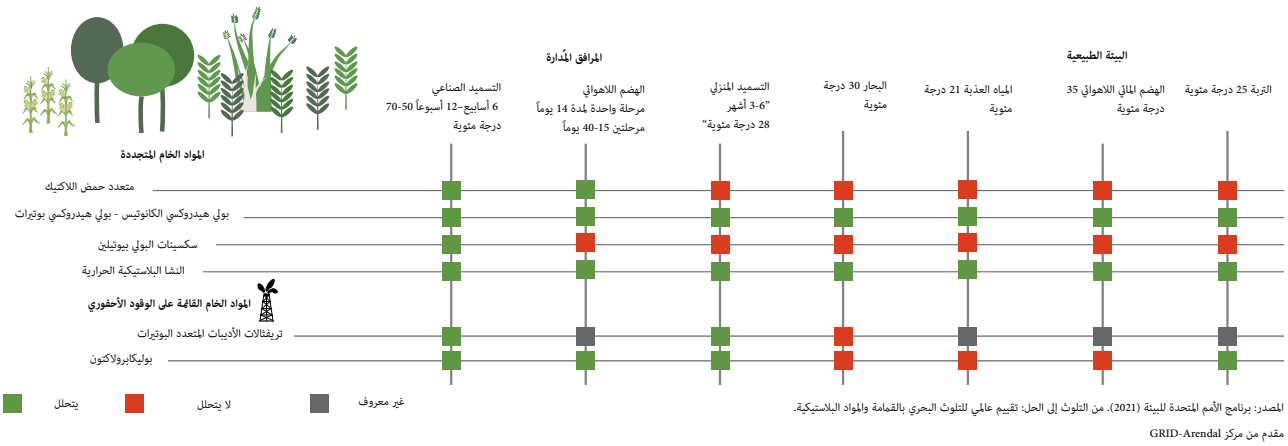
يمكن أن تعمل الجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة كناقلات للكائنات المسببة للأمراض الضارة بالحياة البحرية وصحة الإنسان على حد سواء (مثل بكتيريا الضمة (فيبريو)، الأمرة البكتيرية المسؤولة عن الكوليرا، وبكتريا إيروموناس سالمونيسيدا، المسؤولة عن التسبب في الطفح الدملي وتسمم الدم في الأسماك السلمونية) وتوفر الظروف لنقل البلازميد في التجمعات البكتيرية وتعزيز النقل الأفقي لترميز الجينات لمقاومة مضادات الميكروبات (Kirstein et al. 2016; Viršek et al. 2017; Huang et al. 2019; Arias-Andres et al. 2018; Yang et al. 2019; Goel et al. 2021). ويخلق حجم الجسيمات البلاستيكية الدقيقة المتناقصة باستمرار مساحات سطحية كبيرة قد تتطور فيها مجتمعات "البلاستيسفير - أي الغلاف البلاستيكي" الميكروبية والأغشية الحيوية.

ويحظى إطلاق المواد الكيميائية المرتبطة بالمواد البلاستيكية عن طريق الرشح في البيئة البحرية أو ما بعد الابتلاع في أنسجة الحياة البحرية اهتماماً متزايداً، لأن بعض هذه المواد الكيميائية، مثل بيسفينول - ألف، لها خصائص تعوق عمل الغدد الصماء بينما يعتبر البعض الآخر من المواد المثيرة للقلق (e.g.UNEP/IPCP 2016; Hermabessiere et al. 2017; Hong et al. 2017a; M'Rabat et al. 2018; Groh et al. 2019; Guo and Wang 2019; Flaws et al. 2020; Thaysen et al. 2020; UNEP 2020d). وقد ثبت أن الجسيمات البلاستيكية الدقيقة تمتص الملوثات العضوية الثابتة وكذلك المعادن النزرة (Camacho et al. 2019; Guo and Wang 2019; Fred-Ahmadu et al. 2020; Pozo et al. 2020). كما أن الرواسب الطبيعية والمواد العضوية لديها القدرة على إمتزاز المواد الكيميائية العضوية الكارهة للماء (Prata et al. 2020a؛ Koelmans et al. 2016).

إن مدى تلوث ومعدل نقل المواد الكيميائية من الجسيمات البلاستيكية الدقيقة إلى المياه البحرية وأنسجة الكائنات البحرية يعتمد اعتماداً كبيراً على الظروف الكيميائية والفيزيائية مثل طبيعة وقوة الروابط الكيميائية بين المواد الكيميائية والبوليمرات، ودرجة الحموضة، ودرجة الحرارة، والضغط، والحشف الإحيائي، ووجود المواد الخافضة للتوتر السطحي، وأحجام أنواع البوليمر المختلفة التي يتم تناولها، والتركيزات في الأمعاء وزمن بقاء المادة (Gouin et al. 2011; Koelmans et al. 2014; Bakir et al. 2016; Herzke et al. 2016; Koelmans et al. 2016; Rummel et al. 2016; Anbumani and Kakkar 2018; De Frond et al. 2019; Koelmans et al. 2019; UNEP 2020d).

وتشمل نواتج تفكك المواد البلاستيكية الأخرى في المحيطات الأليياف الدقيقة السليلوزية والاصطناعية والجسيمات البلاستيكية النانوية (Boucher and Friot 2017; Belzagui et al. 2019) التي تأتي مباشرة من مجاري النفايات، والجريان السطحي الزراعي، ومياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها من محطات المعالجة والتي قد تحتوي على الأليياف الدقيقة من غسل المنسوجات الاصطناعية، والجسيمات البلاستيكية الدقيقة التي تشكلت في المحيطات عن طريق التفتت والتآكل المادي. وعلى الرغم من تراكم الأليياف الدقيقة الاصطناعية والجسيمات البلاستيكية النانوية في الأحواض الرسوبية حيث يمكن أن تستمر لسنوات عديدة، فإن معظم الأليياف في المحيطات وفي الرواسب تتكون من بوليمرات طبيعية تتحلل في نهاية المطاف (Obbard et al. 2014؛ Remy et al. 2015; Woodall et al. 2015; Taylor et al. 2016; Welden and Cowie 2016; Avio et al. 2017; Bagaev et al. 2017; Dris et al. 2017; Miller et al. 2017; Sanchez-Vidal et al. 2018; Windsor et al. 2018; Henry et al. 2019; Primpke et al. 2019; Song et al. 2018; Ronda et al. 2019; Stanton et al. 2019b; Zambrano et al. 2019; Harris et al. 2020; Suaria et al. 2020).

ويتعلق مجال البحث السريع التوسع بالمواد البلاستيكية القابلة للتحلل البيولوجي وذات المصادر الأحيائية، وآثارها البيولوجية والبيئية، والوسم والتصديق للمنتجات الصناعية. وتبين نتائج الدراسات الميدانية أنه عندما تكون هذه المواد البلاستيكية خارج ظروف التسميد الصناعية أو خاضعة للرقابة، يمكن أن يستمر بعضها لسنوات عديدة بمجرد وجودها في بيئات بحرية دون أن تظهر أي علامات على التحلل البيولوجي (O'Brine and Thompson 2010; Alvarez-Zeferino et al. 2015; Green et al. 2015; Narancic et al. 2018; UNEP 2018a; Napper and Thompson 2019) (الشكل 3). ولذلك، من المرجح أن تشكل هذه الأنواع من المواد البلاستيكية في البيئة نفس المخاطر التي تشكلها المواد البلاستيكية التقليدية (Alvarez-Zeferino et al. 2015; Green 2016; Green et al. 2016; Green et al. 2017; Green et al. 2019; Napper and Thompson 2019; Zimmermann et al. 2020; UNEP 2021).



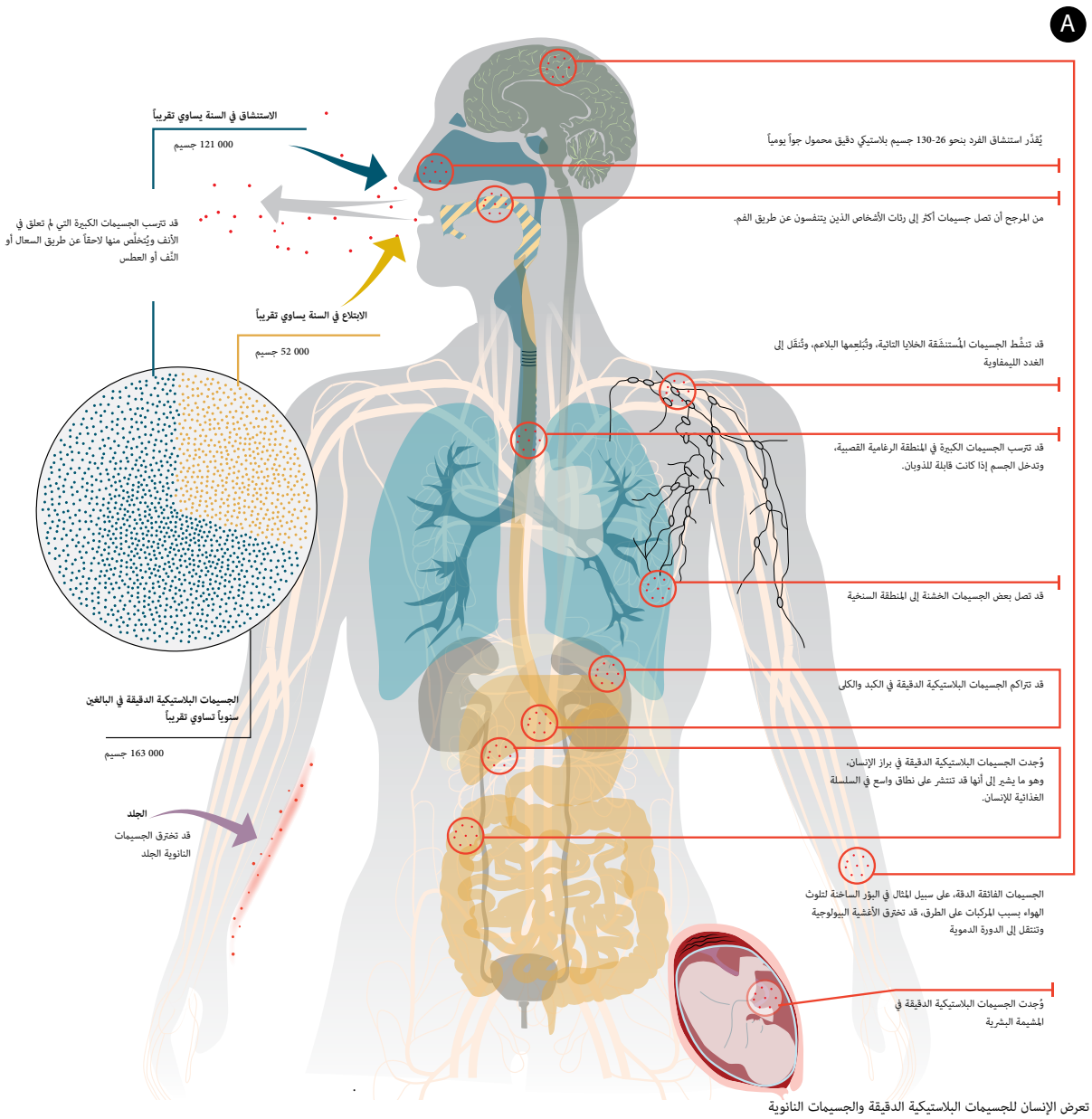
المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2021). من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للتلوث البحري بالقمامة والمواد البلاستيكية.
مقدم من مركز GRID-Arendal

التحلل البيولوجي وفقاً لمعايير المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس والجمعية الأمريكية الدولية للاختبار والمواد

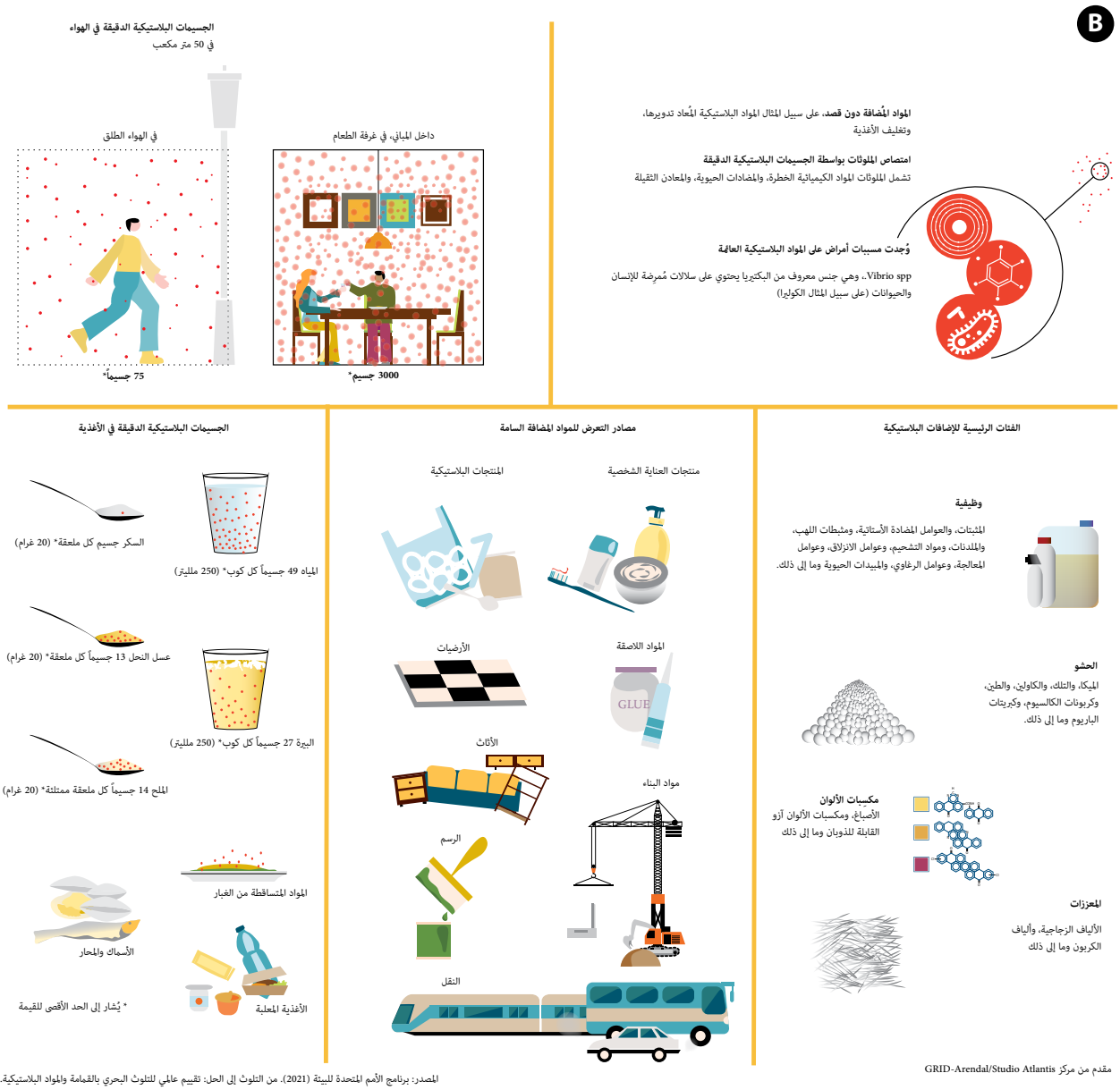
الشكل 3: المواد البلاستيكية الحيوية وتحللها الأحيائي

الآثار على صحة الإنسان

تظهر آثار النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية على صحة الإنسان أساساً من عدم كفاية معالجة النفايات، ولا سيما على اليابسة؛ وابتلاع المأكولات البحرية الملوثة؛ والتعرض للبكتيريا المسببة للأمراض والمواد التي تثير القلق المنقولة إلى المياه الساحلية عن طريق المواد البلاستيكية العائمة (Landrigan et al. 2020). ويشكل التعرض للأبخرة السامة والمواد الكيميائية المسببة للسرطان المرتبطة بحرق المواد البلاستيكية في حفر مفتوحة وسوء عمليات الحرق خطراً صحياً خطيراً، إضافةً إلى ما يترتب على ذلك من آثار جنسانية معروفة بين العاملين في مجال النفايات في القطاع غير الرسمي (van den Bergh and Botzen 2015؛ UNESCAP 2019؛ ILO 2019؛ UNEP 2017؛ ILO 2017).



الشكل 4 - ألف: تعرض الإنسان للجسيمات البلاستيكية الدقيقة والجسيمات النانوية

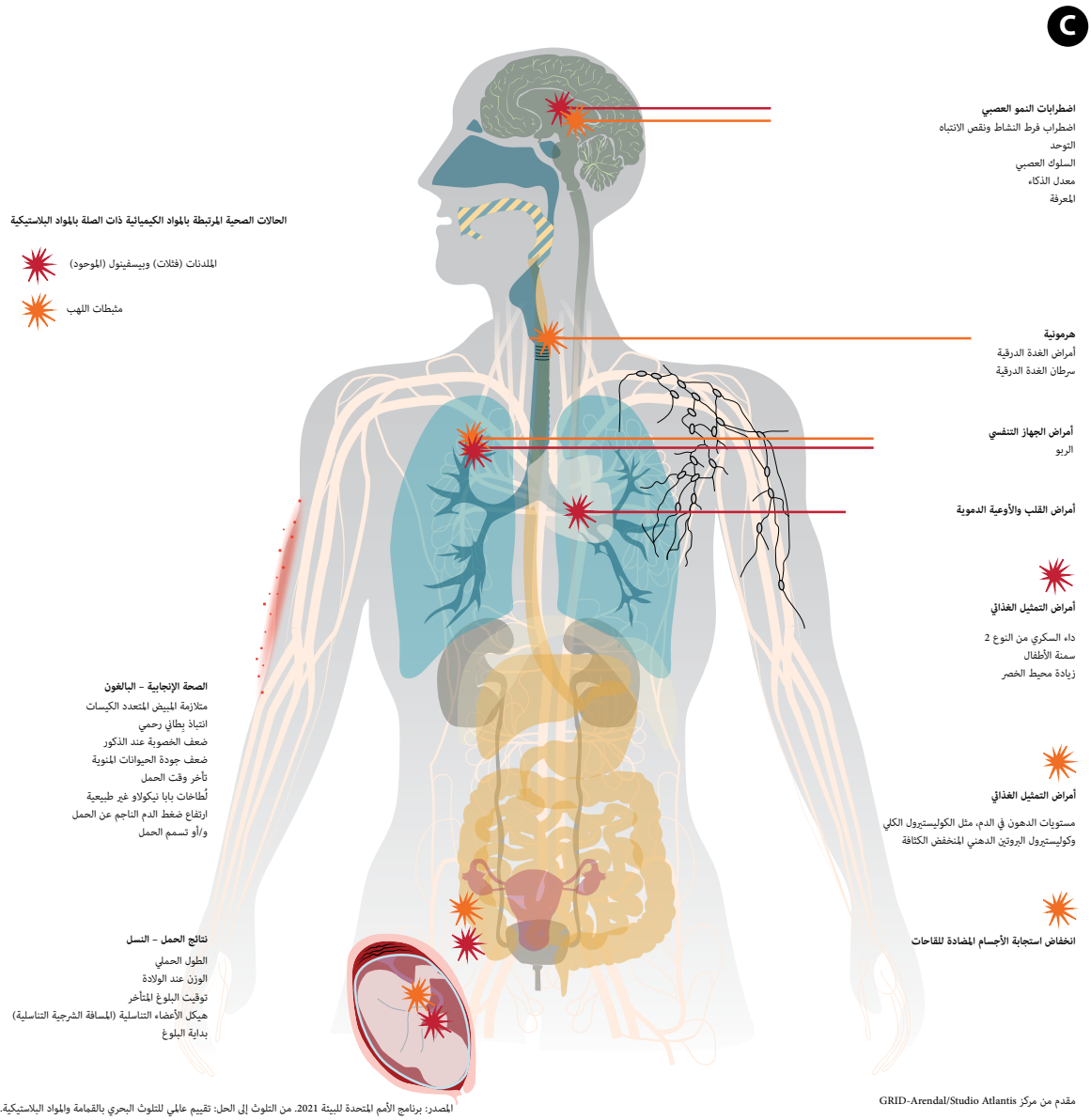


المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2021). من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للتلوث البحري بالقمامة والمواد البلاستيكية.

الشكل 4 -باء: تعرض الإنسان للجسيمات البلاستيكية والمواد الكيميائية المرتبطة بها

© Shutterstock/pcess609

وبشكل أعم، تشكل المواد البلاستيكية الدقيقة والجسيمات البلاستيكية النانوية مخاطر محتملة على صحة الإنسان. وتشير الأدلة المستقاة من الدراسات السريرية إلى أنها يمكن أن تدخل جسم الإنسان عن طريق الابتلاع والاستنشاق والامتصاص من خلال الجلد ويمكن أن تتراكم في الأعضاء بما في ذلك في المشيمة (Wright and Kelly 2017; Cox et al. 2019; Koelmans et al. 2019; WHO 2019, Landrigan et al. 2020) (الشكل 4). وعلى الرغم من عدم إثبات وجود صلة بالمأكولات البحرية بشكل كامل، ولا تزال مستويات التعرض الإجمالية للمواد البلاستيكية البحرية وكذلك الآثار الصحية غير مؤكدة، إلا أن هناك أدلة كافية على أن المواد الكيميائية المرتبطة بالمواد البلاستيكية مثل ميثيل الزئبق والملدنات ومثبطات اللهب يمكن أن تدخل جسم الإنسان على طول هذه المسارات وترتبط بآثار صحية خطيرة، لا سيما في النساء وفي بعض المجتمعات المحلية الساحلية الأصلية حيث تعتبر الأنواع البحرية المصدر الرئيسي للغذاء (Dehaut et al. 2016; Wright and Kelly 2017; Koelmans et al. 2019; WHO 2019; Adyel 2020; Kögel et al. 2020; Prata et al. 2020; Landrigan et al. 2020; Tekman et al. 2020



المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2021. من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للتلوث البحري بالقمامة والمواد البلاستيكية.

الشكل 4 - جيم: الآثار الصحية البشرية الناجمة عن التعرض للمواد الكيميائية المرتبطة بالمواد البلاستيكية

الآثار الاجتماعية والاقتصادية

تؤكد الدراسات المتعلقة بآثار النفايات البحرية والمواد البلاستيكية على النقل البحري وعمليات الموانئ ومصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية أنها تؤدي إلى إلحاق أضرار بالسفن من جراء الاصطدامات والتشابك في المراوح والمخاطر الملاحية الحالية (Jeffrey et al. 2016؛ Hong et al. 2017b)؛ وتعطيل العمليات في الموانئ (IMarEST 2019)؛ والحد من كفاءة وإنتاجية عمليات الصيد التجاري وتربية الأحياء المائية من خلال التشابك المادي والأضرار (Richardson et al. 2019; Deshpande et al. 2020) وتشكيل مخاطر مباشرة على الأرصدة السمكية وتربية الأحياء المائية (Lusher et al. 2017a)؛ ويمكن أن يكون لها آثار بصرية وجمالية وخيمة، على سبيل المثال على السياح والأشخاص الآخرين الذين يزورون الشواطئ (Munari et al. 2015; Pasternak et al. 2017; UNEP 2017; Petrolia et al. 2019; Williams and Rangel-Buitrago 2019).

ولا تمثل التكاليف السنوية للتلوث البلاستيكي البحري التي تتراوح بين 19-6 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة، استناداً إلى الآثار المترتبة على السياحة ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية وتكاليف عمليات التنظيف (Deloitte 2019)، سوى نسبة صغيرة من سوق البلاستيك العالمي، التي تقدر قيمتها بأكثر من 579 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2020 (Statista 2021a). ونظراً لعدم كفاية البحوث المتاحة، لا تشمل هذه التكاليف الآثار على صحة الإنسان أو النظم الإيكولوجية البحرية. ويشكل الافتقار إلى أرقام شاملة عن جميع التكاليف الاقتصادية المتصلة بالنفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية مشكلة شائعة (Newman et al. 2015; UNEP 2017; Gattringer 2018).

ويتعين عموماً معالجة أربعة أنواع من التكاليف الاقتصادية: النفقات الفعلية اللازمة لمنع الأضرار الناجمة عن النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية أو التعافي منها؛ والخسائر المتعلقة بالناتج أو الإيرادات؛ الخسائر المتعلقة بالبلاستيك كمادة قيمة سُحبت من الإنتاج؛ وتكاليف الرعاية الاجتماعية، بما في ذلك الآثار الصحية البشرية وخسائر خدمات النظم الإيكولوجية. وركزت غالبية الدراسات المنشورة على الأضرار الاقتصادية أو الخسائر المباشرة على الصعد الإقليمية والوطنية والمحلية وعلى التعديلات اللازمة في الأسعار من أجل استيعاب التكاليف الاجتماعية للمواد البلاستيكية (Hall 2000; Ferreira et al. 2007; MacFadyen 2009; Mouat et al. 2010; McIlgorm et al. 2011; Jang et al. 2014; Oosterhuis et al. 2014; Newman et al. 2015; Krelling et al. 2017; Gattringer 2018; Leggett et al. 2018; Dalberg Advisors, WWF Mediterranean Marine Initiative 2019; Qiang et al. 2020).

وقد تناولت بعض الدراسات التكاليف البيئية والاجتماعية غير السوقية وغير الملموسة للقمامة البحرية والمواد البلاستيكية. على سبيل المثال، صُنفت "زيادة القمامة في المحيط" في مجتمع صيد ساحلي يقع على بحر أندمان في تايلاند، كأعلى عامل إجهاد بيئي (Lynn et al. 2017). وتشمل القياسات غير المباشرة الأخرى تجنب التكاليف المتصلة بقطاع جمع النفايات غير الرسمي؛ فعلى سبيل المثال، قُدر أن جامعي النفايات غير الرسميين مسؤولون عن جمع 55-64 في المائة من المواد البلاستيكية لإعادة تدويرها على الصعيد العالمي في عام 2016 (Lau et al. 2020). غير أنه بالنسبة للعديد من البلدان، لا توجد بيانات اقتصادية عن تكاليف الأضرار الناجمة عن النفايات البحرية، بما في ذلك المواد البلاستيكية (Janssen et al. 2014; Jambeck et al. 2018).

وبلغت التكاليف الاقتصادية السنوية المقدرة للنفايات البحرية في بلدان رابطة التعاون الاقتصادي لآسيا والمحيط الهادئ، في عام 2008 ما مقداره 1,26 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة (McIlgorm et al. 2008; McIlgorm et al. 2011)، ارتفع إلى 10,8 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2015 (Asia-Pacific Economic Cooperation 2017; McIlgorm et al. 2020). وتعكس هذه الأرقام الخاصة بمنطقة آسيا والمحيط الهادئ زيادة الإنتاج العالمي للبلاستيك. وتقدر ستاتيستا Statista (2021b) أن الإنتاج العالمي التراكمي بلغ 8,3 مليون طن في عام 2017 وسينمو إلى 34 مليون طن في عام 2030. كما أن الصناعات البحرية في العالم تنمو أيضاً: فمنذ عام 2019، بلغ إجمالي قيمة تجارة النقل البحري السنوية وحدها أكثر من 14 تريليون دولار أمريكي (غرفة الشحن البحري الدولية لعام 2021).

إن تقدير تكاليف الضرر الذي يلحق بوظائف النظام الإيكولوجي لهو أمر صعب. Beaumont et al. (2019)) used De Groot et al. (2012) and Costanza et al. (2014)، على الرغم من المخاوف بشأن الدقة، لاستخلاص تقدير لانخفاض قيمة رأس المال الطبيعي البحري في المحيطات بسبب البلاستيك الذي يتراوح بين 500 و2500 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة سنوياً. ويعد تحليل فقدان المنافع التي توفرها خدمات النظم الإيكولوجية البحرية طريقة مناسبة لتقدير التكاليف غير السوقية وغير الملموسة للمواد البلاستيكية البحرية؛ ولكن قبل تطبيق هذه الطريقة على الصعيد العالمي، ستكون ثمة حاجة إلى تحليل شامل ومتعدد التخصصات لمراعاة الترابط بين النظم الاقتصادية والاجتماعية والإيكولوجية (Gattringer 2018).

وبالمقارنة مع حجم سوق البلاستيك العالمي في عام 2020، الذي يقدر بنحو 580 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة (Statista 2021a)، تشير تقارير منظمة التجارة العالمية إلى أن قيمة صادرات البضائع العالمية وحدها بلغت حوالي 17,65 تريليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2020 (مقارنة ب 19014 تريليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2019 و19,55 تريليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2018، قبل تفشي جائحة مرض فيروس كورونا (كوفيد - 19) (منظمة التجارة العالمية- عام 2021). وحُسبت مؤخراً قيمة التدفقات التجارية للبلاستيك من المواد الخام إلى السلع التامة الصنع لتصل إلى حوالي تريليون دولار أمريكي (مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الأونكتاد) 2020). ومع ذلك، لا يعكس سعر البلاستيك البكر التكاليف البيئية والاقتصادية والاجتماعية الكاملة للتخلص منه. وبدلاً من ذلك، ينقل عبء هذه التكاليف، على سبيل المثال، إلى المجتمعات الساحلية والقطاعات البحرية. وتوقعت صناديق بيو الخيرية Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ (2020)، باستخدام سيناريو بقاء الأمور على حالها لعام 2040، أن 4 بلايين شخص من المرجح أن يكونوا بدون خدمات منظمة لجمع النفايات بحلول ذلك العام وأن الأعمال التجارية قد تواجه مخاطر مالية سنوية بقيمة 100 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة إذا طلبت منها الحكومات تغطية تكاليف إدارة النفايات بالأحجام المتوقعة وقابلية إعادة التدوير.

وتدل هذه الأرقام على وجود إخفاقات واسعة النطاق في السوق وتؤكد الحاجة إلى نهج قائم على الحلول على نطاق المنظومة، يركز على التحديات - التكنولوجية (مثل قابلية التوسع في تقنيات إعادة التدوير المختلفة والمواد البديلة)، والاقتصادية (مثل التكلفة النسبية لمختلف الحلول) والبيئية (مثل انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بالحلول المختلفة) والاجتماعية (مثل الإنصاف والعدالة الاجتماعية لجامعي النفايات) - التي تحتاج إلى مواجهة لمنع سوء إدارة النفايات البلاستيكية وما يلاحقها من تكاليف التلوث البيئي التي تدخل البيئة البحرية (Lau et al. 2020).

وثمة وعي متزايد في جميع أنحاء العالم بأن البيئة البحرية مهددة من جراء التلوث بالمواد البلاستيكية وكذلك من الصيد الجائر (Lotze et al. 2018; Hartley et al. 2018b; Wyles et al. 2019). وهناك أدلة على أن الناس ينعمون بالرفاهية نتيجة معرفة أن الحيوانات البحرية ستظل موجودة حتى لو لم يسبق لهم رؤية هذه الحيوانات بأنفسهم (Börger et al. 2014; Jobstvogt et al. 2014; Aanesen et al. 2015; Eagle et al. 2016). وينطبق هذا بصفة خاصة على الحيوانات البحرية الكاريزمية مثل السلاحف والحيتان والدلافين والطيور البحرية، التي غالباً ما تكون لها أهمية ثقافية وعاطفية للأفراد. ويمكن أن يكون لصور وأوصاف الحيتان أو الطيور البحرية التي تمتلئ معدتها بالشظايا البلاستيكية، وهي منتشرة في وسائل الإعلام الرئيسية (مثل رويترز 2017)، تأثير ضار قوي في هذا الصدد (Lotze et al. 2018).

إن الإخفاق في زيارة الشواطئ والسواحل نظراً لوجود النفايات البحرية والمواد البلاستيكية يمكن أن تكون له آثار صحية ويعني بذلك عدم وجود فرصة للتمتع بفوائد مثل النشاط البدني والتفاعل الاجتماعي (مثل تعزيز الروابط الأسرية) والتحسين العام للصحة البدنية والعقلية على حد سواء (Ashbullby et al. 2013; Papathanasopoulou et al. 2016; Kiessling et al. 2017; Hartley et al. 2018a; White et al. 2020). ومن ناحية أخرى، يمكن أن تحفز الحاجة إلى تخليص هذه المناطق من القمامة مبادرات المواطنين بما في ذلك أنشطة تنظيف الشواطئ (Brouwer et al. 2017؛ Hartley et al. 2018b).

ويمكن أن يكون لمعالجة النفايات البحرية والمواد البلاستيكية آثار مختلفة على مجموعات معينة (مثل النساء والأطفال وعمال النفايات والمجتمعات الساحلية حيث يتم فيها جمع النفايات البلاستيكية وحرقها) (منظمة العمل الدولية 2017؛ برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2017؛ منظمة العمل الدولية 2019؛ اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ 2019). وقد اقتُرح إدراج التكاليف الاجتماعية للمواد البلاستيكية البحرية عند النظر في الطرق التي يتم بها إنتاج المواد البلاستيكية واستخدامها وإعادة استخدامها وإعادة معالجتها (van den Bergh و Botzen 2015). ويمكن أن تنتهك النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية عددًا من حقوق الإنسان. فهي تؤثر على الأشخاص الذين يعيشون في ظروف هشة بشكل غير متناسب، بما في ذلك أولئك الذين يعيشون في فقر، والمجتمعات الأصلية والساحلية، والأطفال، مما قد يؤدي إلى تفاقم المظالم البيئية القائمة (الجمعية العامة للأمم المتحدة، عام 2021).

تقييم المخاطر الناجمة عن النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية

إن المخاطر المتعددة والمتعاقبة التي تمثلها النفايات البحرية والمواد البلاستيكية البحرية فيما يتعلق بالنظم الإيكولوجية والمجتمع تعني أنها قد تعمل كعوامل مضاعفة للخطر (مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث، 2019). وتعتبر المواد البلاستيكية، على وجه الخصوص، من عوامل الإجهاد التي يمكن فهمها على أنها تعمل جنباً إلى جنب مع عوامل الإجهاد الأخرى (مثل تغير المناخ والاستغلال المفرط للموارد البحرية)، مما يؤدي إلى أضرار أكبر بكثير عند النظر إليها بمعزل عن غيرها (Backhaus and Wagner 2019). فعلى سبيل المثال، تمثل انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن إنتاج واستخدام المواد البلاستيكية القائمة على الوقود الأحفوري والتخلص منها 19 في المائة من إجمالي ميزانية الانبعاثات المسموح بها في عام 2040 إذا كان للعالم أن يتجنب تغيراً مناخياً كبيراً (The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020). ولا تؤثر التغيرات التي تحدث في الموائل في النظم الإيكولوجية الساحلية الرئيسية بسبب الآثار المباشرة للنفايات البحرية، بما في ذلك المواد البلاستيكية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة، على الإنتاج الغذائي المحلي وحماية السواحل فحسب، بل قد تؤدي إلى عواقب مجتمعية ثانوية واسعة النطاق ولا يمكن التنبؤ بها من خلال ضعف قدرة النظم الإيكولوجية على الصمود وإمكانات المجتمعات الساحلية على تحمل الظواهر الجوية الشديدة وتغير المناخ (Galloway et al. 2017; Carvalho-Souza et al. 2018; Woods et al. 2019; GESAMP 2020a). وتؤكد هذه القضايا الحاجة الملحة إلى اتباع نهج متسق لإدارة مخاطر النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية (Hardesty and Wilcox 2017; Royer et al. 2018; Adam et al. 2019; Backhaus and Wagner 2019; UNDRR 2019; GESAMP 2020a; Peng, L. et al. 2020; Shen et al. 2020).

وأشار فريق الخبراء المشترك المعني بالجوانب العلمية لحماية البيئة البحرية(2020a) إلى أنه لا يوجد نهج واحد إزاء المخاطر مناسب لتقييم النطاق الواسع للمخاطر المحتملة وطرق التعرض المرتبطة بالنفايات البحرية ومراعاة جميع العواقب البيئية والاجتماعية والاقتصادية المحتملة. ولذلك، اقتُرح وضع "إطار للمخاطر" واعتماد نهج متدرج لمعالجة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية (Koelmans et al. 2017; GESAMP 2020a). ويعكس هذا النهج الخبرة المتنامية في مجال تطوير أدوات لتقييم الأخطار والمخاطر في طائفة واسعة من التطبيقات. وتختلف العوامل ذات الصلة التي ينبغي النظر فيها. وهي تشمل المعرفة القائمة والضرورة المُلحة. وينبغي أن تُراعى الاعتبارات الاجتماعية والمخاطر المحتملة على الصحة العامة أو الصحة البيئية. والهدف من إطار المخاطر هذا هو وضع إطار للمخاطر يكون "ملائم للغرض المنشود" لضمان أن تُنحى المخاطر التي لا تحظى بأولوية جانباً ولإرشاد إدارة المخاطر (Koelmans et al. 2017). ويمكن لمصفوفات المخاطر أن توفر وسيلة لتسليط الضوء على وجود ثغرات في المعرفة والمساعدة في صياغة المشاكل.

© Shutterstock/Magnus Larsson

مصادر ومسارات النفايات البحرية، بما في ذلك المواد البلاستيكية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة

المصادر البرية والبحرية

يقدر حجم المواد البلاستيكية في المحيطات، الذي حسبه عدد من الباحثين، بما يتراوح بين 75 و199 مليون طن متري (Jang et al. 2015; Ocean Conservancy and McKinsey Centre for Business and Environment 2015; Law 2017; International Research Panel 2019; Lebreton et al. 2019; Borrelle et al. 2020; Lau et al. 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020). وأصبح ما يقرب من 7000 مليون طن من أصل 9200 مليون طن من الإنتاج التراكمي العالمي للمواد البلاستيكية نفايات بلاستيكية، بين عامي 1950 و2017، والتي تم التخلص من ثلاثة أرباعها وانتهى بها المطاف في المطامر أو مقالب النفايات أو مجاري النفايات غير الخاضعة للرقابة أو التي يساء إدارتها، أو البيئة الطبيعية، بما في ذلك المحيطات (Geyer 2020).

وتأتي النفايات البحرية أساساً من مصادر برية، بما في ذلك الزراعة، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، والتشييد، والنقل، والمنتجات والبوليمرات البلاستيكية الإشكالية، وغير الضرورية، والتي يمكن تجنبها، ومجموعة واسعة من منتجات الرعاية الشخصية والصحية؛ وينتج ما يقرب من 60 في المائة من تسرب الأجسام البلاستيكية الكبيرة عن مسارات النفايات غير الخاضعة للرقابة (UNEP 2018c; IRP 2019; van Truong et al. 2019; Geyer 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020). وتشمل المصادر البحرية مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية، والنقل البحري والعمليات البحرية، والسياحة البحرية (GESAMP 2015؛ GESAMP 2019; Ryan et al. 2019; FAO 2020; IMarEST 2020b) (Figure 5). وقد أدت معدات الحماية الشخصية، التي استخدمت على نطاق واسع خلال جائحة مرض فيروس كورونا (كوفيد-19)، إلى زيادة بشكل كبير في الكميات الحالية من النفايات البلاستيكية (Adyel 2020). وتختلف الانبعاثات العالمية السنوية المقدرة للنفايات البلاستيكية من المصادر البرية وفقاً للنُهج المستخدمة. ومن المتوقع أن يزيد حجم النفايات البلاستيكية التي تدخل النظم الإيكولوجية المائية بأكثر من الضعف مما يُقدر بنحو 19-23 مليون طن سنوياً في عام 2016 إلى ما يصل إلى 53 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030 (Borrelle et al. 2020). ومن المتوقع أن تتضاعف الانبعاثات التي تدخل النظم البيئية المائية ثلاث مرات تقريباً من 9-14 مليون طن سنوياً في عام 2016 إلى 23-37 مليون طن سنوياً بحلول عام 2040 (Lau et al. 2020). وباستخدام نهج آخر، يقدر Meijer et al. (2021) أن 0,8-2,7 مليون طن من النفايات البلاستيكية سنوياً تدخل المحيطات من النظم النهرية (الجدول 1).

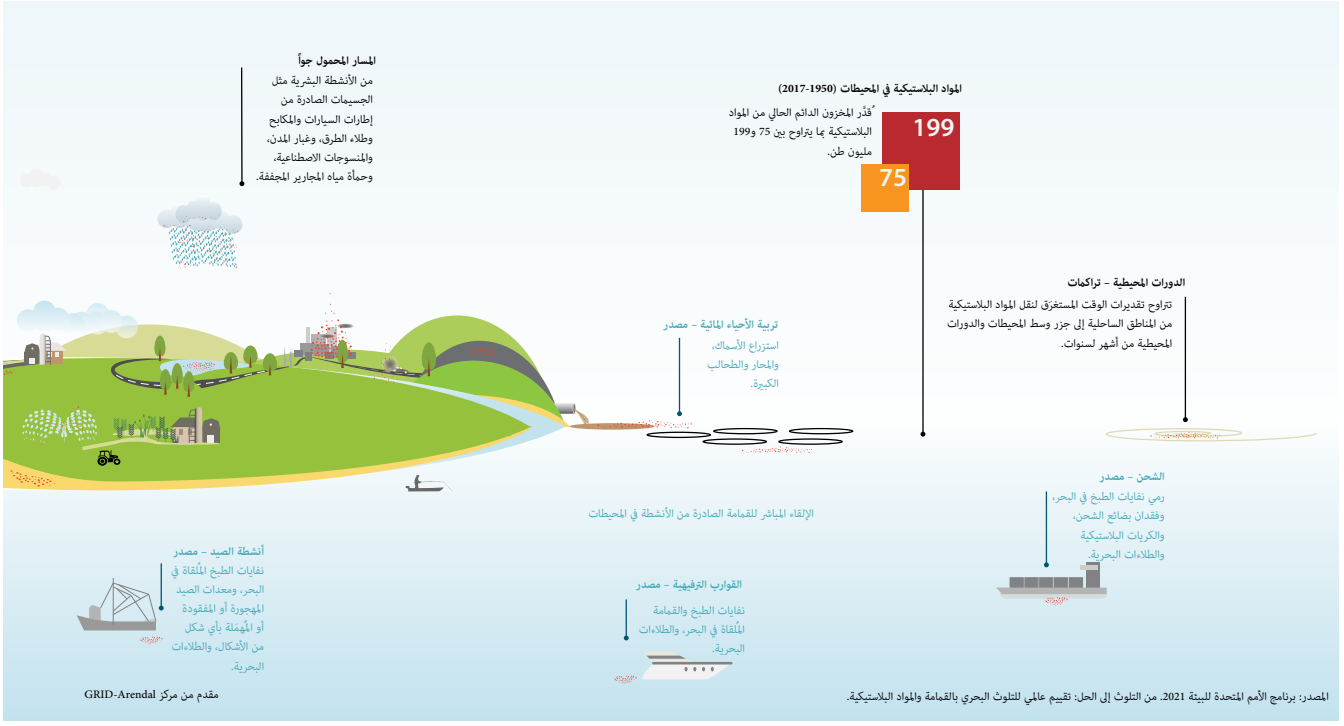
وتتواجد الجسيمات البلاستيكية الدقيقة في مواقع مطامر النفايات، والحمأة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي، وفي الجريان السطحي الزراعي (Mason et al. 2016؛ Li et al. 2017; Mahon et al. 2018; Cowger et al. 2019; He et al. 2019; Sun et al. 2019) (Figure 6). ويمكن أن تصبح التربة الزراعية بواليع للجسيمات البلاستيكية الدقيقة من خلال التطبيق المتعمد لمخلفات مياه المجاري والنفايات السائلة، والبذور المغلفة بالبلاستيك والمواد الكيميائية الزراعية (مثل الأسمدة الخاضعة للرقابة) (Nizzetto et al. 2016a, b; Piehl et al. 2018; Accinnelli et al. 2019; Corradini et al. 2019; Wang et al. 2019a,b).

تعد معدات الصيد المتروكة أو المفقودة أو المهملة من منشآت مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية أكبر فئة منفردة من حيث حجم الحطام الموجود على الشواطئ (Welden and Cowie 2017; European Commission 2018a) وفي البحر (Veiga et al. 2016; Vlachogianni et al. 2017; Lebreton 2018; Stelfox et al. 2016; Fleet et al. 2021). ويمكن أن يكون لشبك الصيد والحبال والأقفاص وخيوط النايلون تأثير غير متناسب عن طريق إتلاف الكائنات البحرية الرئيسية التي تشكل الموائل مثل الشعاب المرجانية والأعشاب البحرية من خلال سحج الأنسجة وخنقها (Ballesteros et al. 2018)، مما يقلل في بعض الأحيان بشكل كبير من مداها ووظائفها (Richards and Beger 2011; Carvalho-Souza et al. 2018).

ويعد تكسير السفن من المصادر الرئيسية للتلوث البلاستيكي في بعض المناطق الساحلية (العلوم من أجل السياسة المتعلقة بالبيئة 2016). وفي دراسة أجريت في حوض لبناء السفن في الهند، وجد المؤلفون آلاف الشظايا البلاستيكية الصغيرة، بمتوسط 81 ملغ لكل كيلوغرام من الرواسب، والتي ذكروا أنها نتيجة مباشرة لتكسير السفن (Reddy et al. 2006). ويُعتقد أن 1 إلى 2 في المائة من 6 ملايين قارب يتم صيانتها في أوروبا (أي ما لا يقل عن 80,000 قارب) تصل إلى نهاية عمرها الافتراضي كل عام، ولكن يتم تفكيك حوالي 2,000 قارب فقط بشكل كاف (المفوضية الأوروبية- عام 2017) (الشكل 7).

الجدول 1: تقديرات الانبعاثات العالمية السنوية للنفايات البلاستيكية من المصادر البرية إلى البيئة البحرية

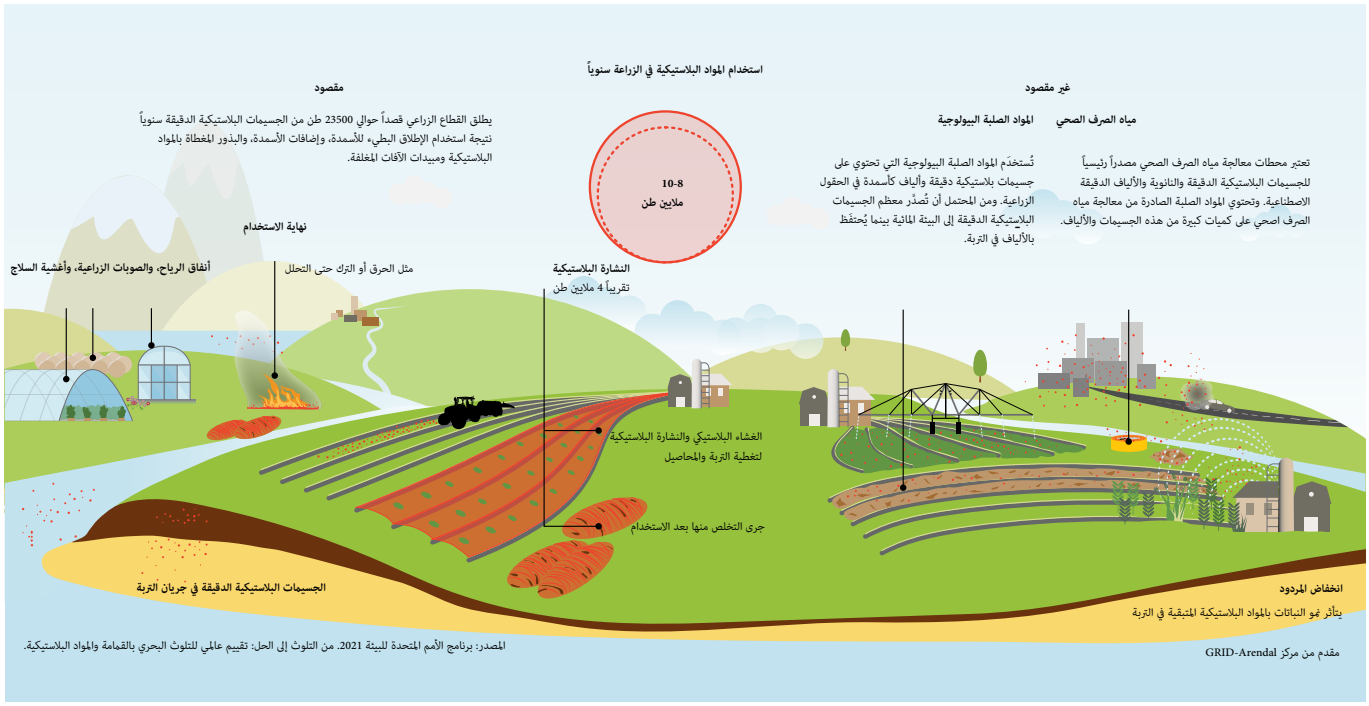
انبعاثات النفايات البلاستيكية المقدرة (مليون طن سنوياً)	جانب من المصدر إلى البحر	انبعاثات النفايات البلاستيكية المتوقعة (مليون طن سنوياً)	النهج المتبع
23-19	دخلت النظم الإيكولوجية المائية في عام 2016	53 بحلول عام 2030	دمج الأعداد المتوقعة النمو، وتوليد النفايات السنوي للفرد الواحد، ونسبة البلاستيك في النفايات؛ إدراج زيادة في المواد البلاستيكية المرتبطة بالزيادات المتوقعة في الإنتاج، ونسبة النفايات المدارة بشكل غير كاف حسب البلد (Borelle et al. 2020)
14-9	دخلت النظم الإيكولوجية المائية في عام 2016	27-23 بحلول عام 2040 (ما يعادل 50 كغم من المواد البلاستيكية لكل متر من الساحل في جميع أنحاء العالم)	المخزونات والتدفقات المُنَمَذَجة للنفايات الصلبة البلدية وأربعة مصادر للجسيمات البلاستيكية الدقيقة من خلال نظام البلاستيك العالمي باستخدام خمسة سيناريوهات (2016-2040) وبافتراض عدم اتخاذ أي إجراء فعال (Lau et al 2020)
2.7-0.8	دخلت المحيطات من النظم النهرية العالمية في عام 2015	--	استناداً إلى أكثر من 1000 نهر، تمت معايرته باستخدام الملاحظات الميدانية (Meijer et al. 2021)



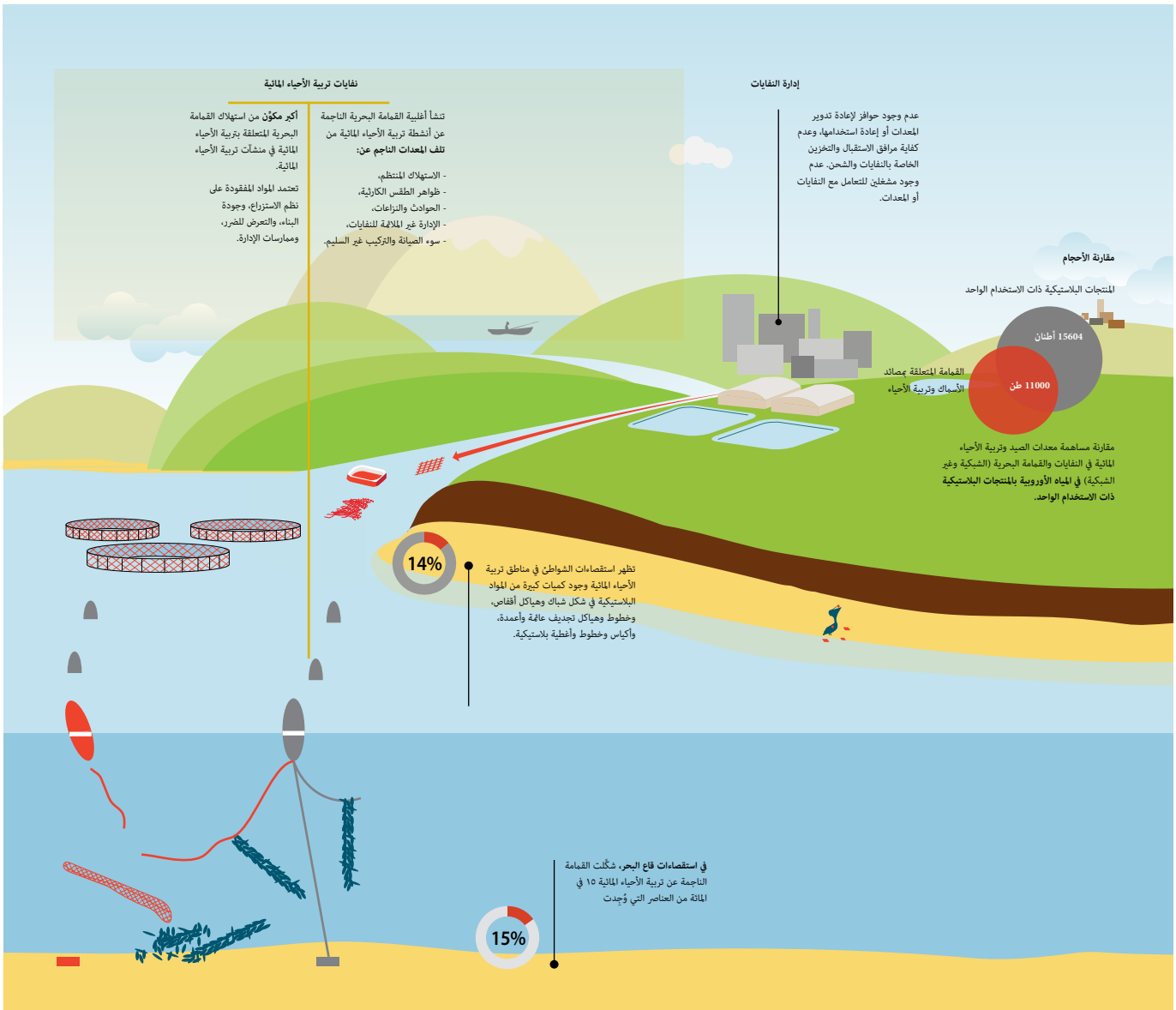
الشكل 5: المسارات الرئيسية للنفايات البلاستيكية التي يولدها الإنسان في البيئة البحرية

تدخل النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية إلى المحيطات على طول مسارات متعددة مثل الجريان السطحي من الأرض، والتدفقات النهرية، وتدفقات مياه الصرف الصحي والمياه الرمادية، والنقل عبر الغلاف الجوي، وكذلك مباشرةً من العمليات البحرية (الشكلان 6 و7) (Alomar et al. 2016; Nizzetto et al. 2016a; Nizzetto et al. 2016b; Auta et al. 2017; Lebreton et al. 2017; Alimi et al. 2018; Horton and Dixon 2018; Best 2019; Akarsu et al. 2020; Chen et al. 2020; Birch et al. 2020; Peng, L. et al. 2020). ويمكن أن تؤدي الظواهر المناخية البالغة الشدة مثل الفيضانات والعواصف وأمواج تسونامي أيضاً إلى كميات كبيرة من الحطام من المناطق الساحلية وتراكم القمامة من ضفاف الأنهار ومصبات الأنهار والشواطئ (Werbowski et al. 2021) ومن الأضرار التي لحقت بالبنية التحتية الساحلية في المحيطات (NOAA 2015; Lusher 2017b; Murray et al. 2018; GESAMP 2019). وساعدت الدراسات الاستقصائية لحطام قاع البحر على تحديد المسارات الأكثر احتمالاً التي تسلكها النفايات البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة باستخدام ملصقات العلامات التجارية لتحديد عمرها ومصادرها المحتملة (Cau 2019).

وبمجرد دخول النفايات البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة إلى البيئة البحرية، يتم التحكم في حركتها من خلال المد والجزر والتيارات والأمواج والرياح في المحيط. وفي المناطق الساحلية، يتفاعل المد والجزر مع خصائص الضفاف، ويحرك القمامة داخل وخارج المناطق البحرية، اعتماداً على تركيبتها الكيميائية وشحنتها السطحية وكثافتها وحجمها وشكلها (Mattsson et al. 2015؛ Chubarenko et al. 2016; Fazey and Ryan 2016; Kooi et al. 2016; Pedrotti et al. 2016; Zhang 2017; Alimi et al. 2018; Chubarenko et al. 2018; Dussud et al. 2018a,b; Lebreton et al. 2018; Castro-Jiménez et al. 2019; Lebreton et al. 2019; Napper and Thompson 2019; Onink et al. 2019; Peng, G. et al. 2020; van Sebille et al. 2020; Harris et al. 2021) (Figure 8.

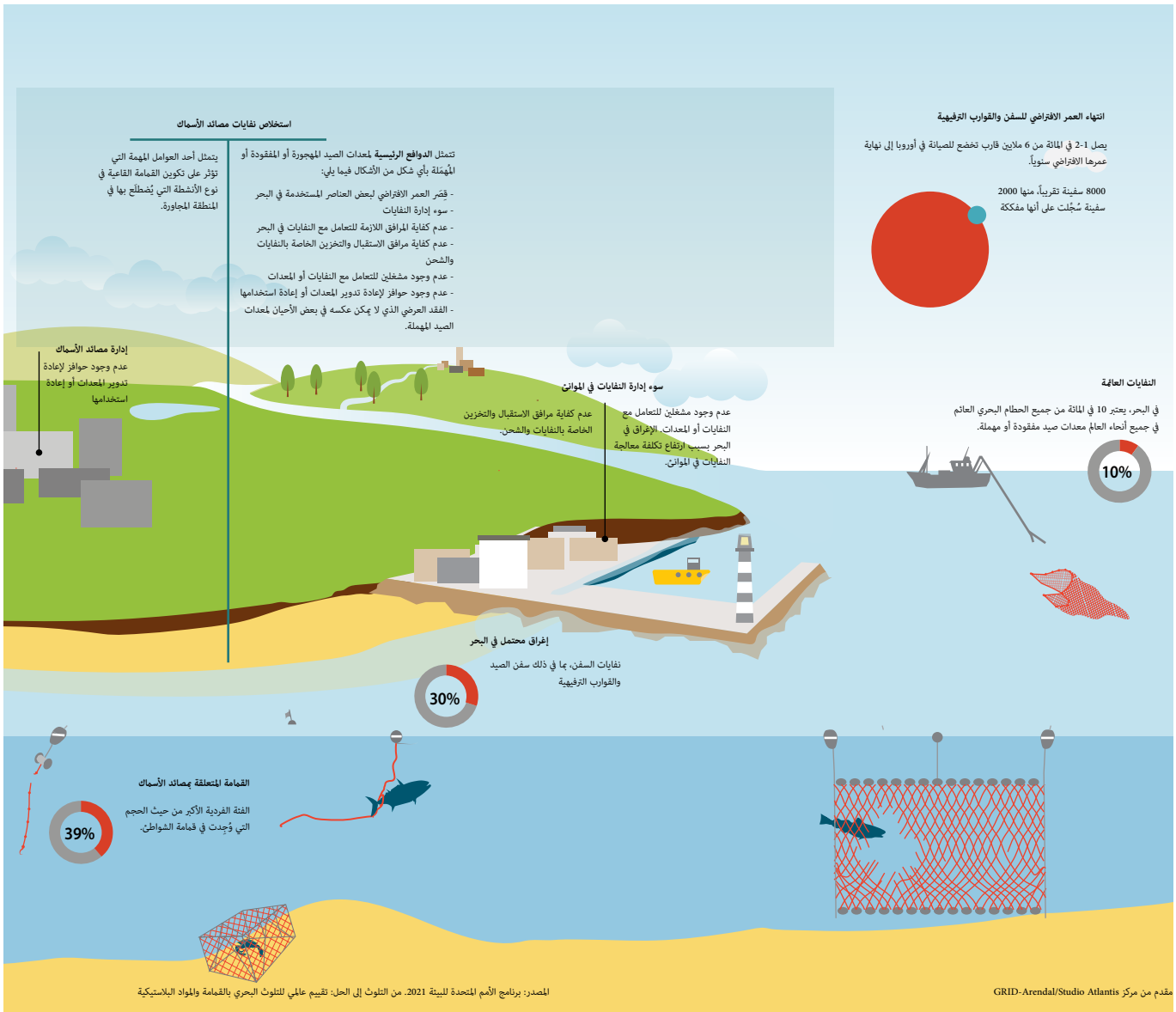


الشكل 6: الممارسات الزراعية التي تسهم في النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية

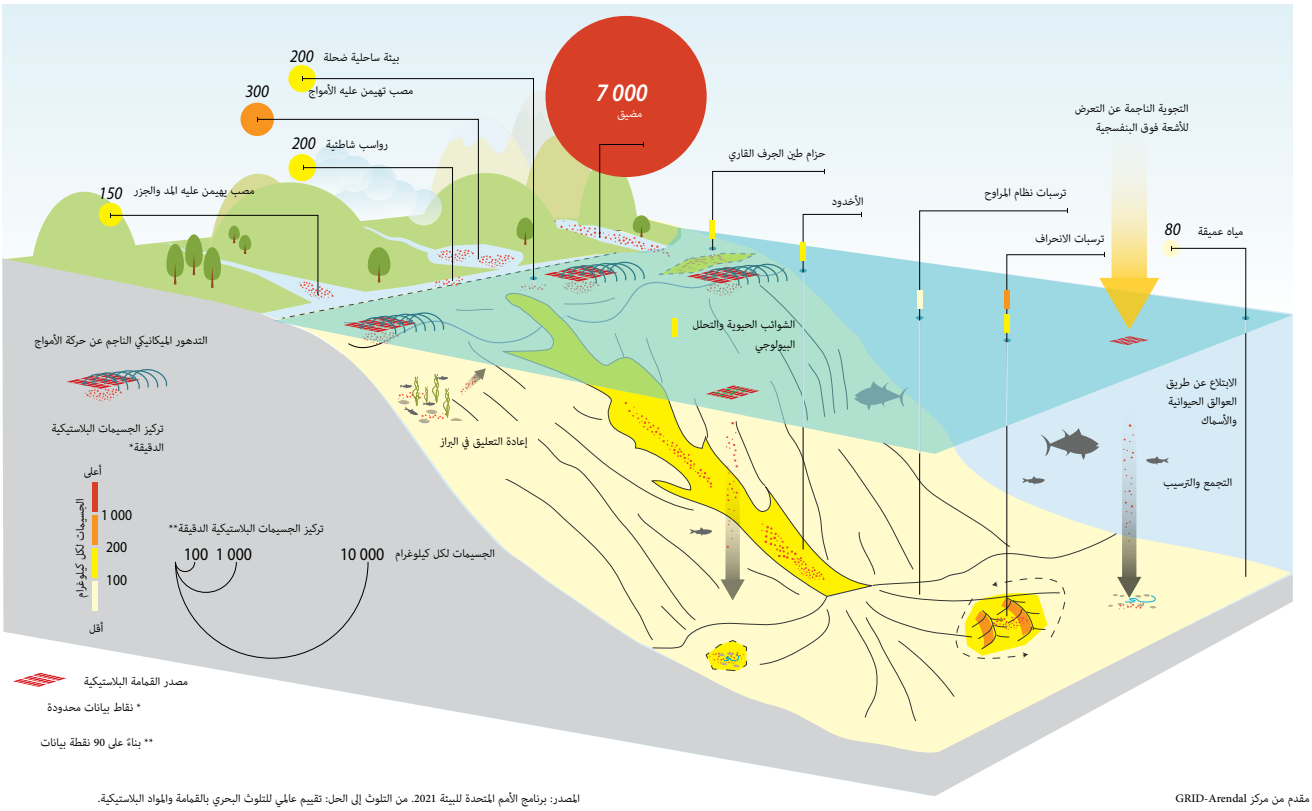


الشكل 7: ممارسات مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية التي تسهم في النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية

تعلق النفايات البحرية العائمة، بما في ذلك المواد البلاستيكية، في تجمعات المياه والدوامات. ويمكن أن تغرق أو تطفو، اعتماداً على معدلات التجزئة، والكثافة، والرياح والأمواج، والتفاعلات مع الكائنات البحرية، وتتراكم في الدوامات البحرية الكبيرة (Law et al. 2014; Duhec et al. 2015; Cózar et al. 2014؛ Díaz-Torres et al. 2017; Imhof et al. 2017; Lavers and Bond 2017; Collins and Hermes 2019; Lebreton et al. 2019; van der Mheen et al. 2019; Wichmann et al. 2019; Dunlop et al. 2020). ويتكون ما يقرب من نصف الكتلة الإجمالية للمواد البلاستيكية في المياه البحرية شبه الاستوائية من شظايا بلاستيكية يزيد عمرها عن 15 عاماً (Lebreton et al. 2019). ويُنظر إلى الترسب على الشاطئ على أنه عملية هامة، حيث يتسبب تآكل المواد البلاستيكية وتفتيتها في تشكل جسيمات بلاستيكية دقيقة سامة وإطلاق معادن كيميائية وثقيلة من البلاستيك (Nakashima et al. 2016؛ Lavers and Bond 2017).



الشكل 7: ممارسات مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية التي تسهم في النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية



المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2021. من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للتلوث البحري بالقمامة والمواد البلاستيكية.

مقدم من مركز GRID-Arendal

الشكل 8: العمليات الطبيعية التي تؤثر على توزيع الجسيمات البلاستيكية الدقيقة ومصيرها

وفي حين أن مسارات ومصير المواد البلاستيكية مفهومة على نطاق واسع، فإن الكميات المطلقة، ولا سيما الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، لا تزال غير معروفة جيداً بسبب ضعف تغطية أخذ العينات والافتقار إلى وجود بروتوكولات موحدة لأخذ العينات (Galgani et al. 2021; Harris et al. 2021). وهكذا، فإن التقديرات العالمية الحالية تُحدد أساساً من خلال النمذجة، استناداً إلى الوسائل غير المباشرة مثل الكثافات السكانية، بدلاً من القياسات المباشرة (Galgani et al. 2021). ويمكن أيضاً أن تكون هناك فترات زمنية هامة بين الخسائر على البر والتراكم في المياه البحرية والرواسب في أعماق البحار؛ فعلى سبيل المثال، تم إنتاج المواد البلاستيكية التي وجدت طافية في بعض الدوامات البحرية قبل عدة عقود (Kedzierski et al. 2018; Lebreton et al. 2019; van Sebille et al. 2020).

وقد حُددت النقاط الساخنة الإقليمية للقمامة البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة حيث توجد مخاطر واسعة النطاق على وظائف النظام الإيكولوجي وصحة الإنسان. ومن الأمثلة على ذلك البحر الأبيض المتوسط، حيث تتراكم كميات كبيرة بسبب طبيعته المغلقة والكميات الكبيرة من النفايات التي تتدفق إليه كل عام، مما يشكل مخاطر على ملايين الأشخاص الذين يعيشون حول الساحل (Dalberg Advisors, WWF Mediterranean Marine Initiative 2019; Boucher and Bilard 2020)؛ والمحيط المتجمد الشمالي بسبب الأضرار المحتملة التي قد تلحق بطبيعته البكر والضرر الذي يلحق بالأنواع الأيقونية والشعوب الأصلية من خلال تناول المواد البلاستيكية في السلسلة الغذائية البحرية والمأكولات البحرية (Sundet et al. 2016; Hallanger and Gabrielsen 2018; Kanhai et al. 2018; Donohue et al. 2019; Kanhai et al. 2019)؛ ومنطقة شرق آسيا ورابطة أمم جنوب شرق آسيا بسبب كميات كبيرة من النفايات غير الخاضعة للرقابة وقربها من مناطق ساحلية واسعة النطاق يعتمد سكانها اعتماداً كبيراً على البيئة البحرية من أجل البقاء (Cai et al. 2017؛ Onda؛ Lyons et al 2019; Purba et al. 2019 and Sharief 2021).

قياس النفايات البحرية ورصدها، بما في ذلك المواد البلاستيكية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة

أُدخلت تحسينات وتعديلات كثيرة على البروتوكولات المختبرية وأساليب الرصد وتقنيات المسح المتعلقة بالنفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية في البيئات النهرية وبيئات الغلاف الجوي وبيئات الشواطئ والبيئات الساحلية والبحرية (González-Fernández and Hanke 2017; Carvalho-Souza et al. 2018; Chiba et al. 2018; Galgani et al. 2018; GESAMP 2019; Karlsson et al. 2019; van Calcar and van Emmerik 2019; Enyoh et al. 2019; GESAMP 2019; Prata et al. 2019; Schulz et al. 2019; Stanton et al. 2019a; Forrest et al. 2020; UNEP 2020a,b,c.). كما بُذلت جهود كبيرة لتطوير عينات فعالة من الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، على الرغم من التشكيك في الاتساق بين التقنيات المختلفة (Besley et al. 2017; Costa and Duarte 2017; Lusher et al. 2017b; Blettler et al. 2018; da Costa 2018; Borja and Elliott 2019; van Emmerik and Schwartz 2019; Koelmans et al. 2020; Ryan et al. 2020). كما تحسن أخذ العينات الحيوية مع تطوير طرق مختلفة لبحث التعرض الغذائي للجسيمات البلاستيكية الدقيقة (Nelms et al. 2019b; Maes et al. 2020; Markic et al. 2020).

ويتمثل التحدي الرئيسي الآن في إجراء معايرة مشتركة لجميع التقنيات من أجل تحسين موثوقية النتائج وتكرارها، بحيث يمكن استخدام البيانات في وضع نماذج وتوزيع وكميات النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية في مختلف الموائل (Braun et al. 2018؛ Maximenko et al. 2019؛ GESAMP 2019). ولا يزال لدى العلماء شواغل واسعة النطاق بشأن التحيزات في أخذ العينات بين مختلف التقنيات الميدانية والمختبرية لاستبانة وتحديد حجم الجسيمات البلاستيكية الدقيقة في البيئة. وتوجد صعوبات جوهرية بسبب التباين الكبير في حجم وشكل ولون ودرجة تحلل المواد البلاستيكية. وبدون إدخال تحسينات كبيرة فيما يتعلق بضمان الجودة وتوحيد تقنيات أخذ العينات والتحليل، سيظل من الصعب تنسيق النتائج المنشورة وإثبات موثوقيتها وقابليتها للتكرار.

وتفتح التكنولوجيات الرقمية، والسواتل والطائرات والطائرات المسيّرة، إلى جانب أجهزة الاستشعار المحمولة على متن السفن، وأخذ العينات، والمنصات المستقلة (مثل العوامات والطائرات الشراعية ومركبات الهبوط في القاع والزحافات القاعية)، وسفن الفرص، والنمذجة، المجال أمام برامج رصد عالمية ميسورة التكلفة لتتبع وتحديد كثافات النفايات البحرية، ولا سيما المواد البلاستيكية، من الأنهار والمناطق الساحلية إلى المحيط المفتوح وإلى الأخاديد القاعية العميقة (Tekman et al. 2017; Zambianchi et al. 2017; Centurioni et al. 2019; Franceschini et al. 2019; Maximenko et al. 2019; Moltmann et al. 2019; Koelmans et al. 2019; Lebreton et al. 2019; Palatinus et al. 2019; Wichmann et al. 2019; Lebreton et al. 2020; van Sebille et al. 2020). وعلى الرغم من استمرار التحديات التكنولوجية، فإن البيانات الواردة من هذه المنصات ستكون ذات أهمية خاصة في تحديد كميات النفايات البحرية بما في ذلك المواد البلاستيكية في المياه السطحية والرواسب والتصريفات النهرية على مساحات واسعة، لا سيما عند استخدامها في معايرة الأرض (Garaba et al. 2018؛ Martínez-Vicente et al. 2019; Maximenko et al. 2019; van Sebille et al. 2020).

© Shutterstock/Haykirdi

تنسيق الإجراءات المتعلقة بالقمامة البحرية		النطاق الجغرافي	الأنشطة	مجال التطبيق	إدراج علم المواطنين
GPML	الشراكة العالمية لمعالجة مشكلة القمامة البحرية	عالمي			نعم
GEOSS	منصة المنظومة العالمية لنظم رصد الأرض	عالمي			-
-	الأطلس الحي للعالم	عالمي			نعم
ODIS	نظام بيانات ومعلومات المحيطات التابع للجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات	عالمي			-
ODP	منصة بيانات المحيطات	عالمي			نعم
MDMAP	مشروع رصد وتقييم الحطام البحري التابع للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي	الساحل الغربي للولايات المتحدة			نعم
MSFD	التوجه المتعلق بإطار الاستراتيجية البحرية – الشبكة الأوروبية للأرصاد والبيانات البحرية	المياه الأوروبية			-
EMODnet	EMODnet - الشبكة الأوروبية للأرصاد والبيانات البحرية	المياه الأوروبية			-
SeaDataNet	البنى الأساسية الأوروبية لإدارة البيانات الخاصة بالمحيطات والبحار	المياه الأوروبية			-
أطر جمع البيانات					
TIDE	المعلومات والبيانات الخاصة بالقمامة من أجل التعليم والحلول	عالمي			نعم
-	قاعدة القمامة	عالمي			نعم
	مبادرة المعدات الخفية العالمية – قاعدة بيانات وتطبيق	عالمي			نعم
-	مراقبة الموارد	عالمي			نعم
MEDITS	الاستقصاء الدولي لشباك الجر في قاع البحر الأبيض المتوسط	البحر الأبيض المتوسط			-
مستودع البيانات كبيرة الحجم/مبادرات البوابة					
COASST	فرقة رصد السواحل واستقصاء الطيور البحرية – الحطام البحري	الولايات المتحدة			نعم
-	قاعدة بيانات نفايات أعماق البحار – الوكالة اليابانية لعلوم وتكنولوجيا الأرض البحرية*	المحيط الهادئ والمحيط الهندي			-
AMDI	قاعدة البيانات الأسترالية لمبادرة الحطام البحري	المحيط الهادئ، أوقيانوسيا			نعم
DOME	بوابة بيانات البيئة البحرية – إحدى بوابات بيانات المجلس الدولي لاستكشاف البحار	المياه الأوروبية			-
DATRAS	قاعدة بيانات استقصاءات شبكات الصيد – إحدى بوابات بيانات المجلس الدولي لاستكشاف البحار	المياه الأوروبية			-
-	مراقبة البيانات البحرية	المياه الأوروبية			نعم

الأنشطة(2)

الحصول على البيانات، الجمع/التوليف، التحليل، التنسيق

مجال التطبيق(2)

الشواطئ، عمود المياه، المواد البلاستيكية البيولوجية المبلوعة، الخط الساحلي، قاع البحر، المسطحات المائية الداخلية

* الوكالة اليابانية لعلوم وتكنولوجيا الأرض البحرية

(1) بحر البلطيق، وخليج سكاجيراك، وخليج كاتيغات، وبحر الشمال، والقناة الإنكليزية، وبحر سلتيك، وخليك بسكاي وشرق المحيط الأطلسي من جزء شتلاند إلى جبل طارق

(2) بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر

الشكل 9: مجموعة مختارة من مبادرات تنسيق البيانات وجمعها ومستودعاتها وبواباتها الإلكترونية

ويوجد حالياً 15 برنامجاً رئيسياً للرصد التشغيلي، في نطاقات جغرافية مختلفة، مرتبطة بثلاثة أنواع من الأنشطة: تنسيق إجراءات النفايات البحرية، وأطر جمع البيانات، ومبادرات واسعة النطاق لمستودعات البيانات وبواباتها الإلكترونية (Maes et al. 2019). وحتى الآن، لا تزال البيانات والمعلومات التي يجري جمعها غير متصلة ومجزأة إلى حد كبير، ولكن الجهود جارية لتوحيد ومواءمة أساليب الجمع والتحليل والإبلاغ (Michida et al. 2019؛ Maximenko et al. 2019). (الشكل 9).

إلى جانب برامج الرصد الواسعة النطاق، توجد عمليات مؤشرات وأنشطة لجمع البيانات الأساسية في مواقع محددة. وتشمل هذه البرامج تلبية متطلبات أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، مثل مؤشر هدف التنمية المستدامة 14-1-1 (مؤشر التلوث بالمغذيات وكثافة الحطام البلاستيكي العائم) (فريق الخبراء المشترك المعني بالجوانب العلمية لحماية البيئة البحرية 2019) ومختلف اتفاقيات البحار الإقليمية وخطط العمل مع خطط محددة للقمامة البحرية (انظر المرفق الثاني). ويسفر عدد متزايد من الشبكات ومشاريع العلم التشاركي والعمليات التشاركية التي تنطوي على قياس ومعالجة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية عن نتائج يمكن أن تساعد في اتخاذ القرارات المحلية Hidalgo-Ruiz and Thiel 2015; Wyles et al. 2016; González-Fernández and Hanke 2017;) (Zettler et al. 2017; Kandziora et al. 2018; Rehn et al. 2018; Turrell 2019. وتدعم الشراكة العالمية لمعالجة مشكلة النفايات البحرية الجهود المختلفة من خلال تطوير منصة رقمية متعددة أصحاب المصلحة،[2] بهدف تجميع الموارد المختلفة والاستعانة بمصادر خارجية بما في ذلك من مصادر مبتكرة؛ ودمج البيانات من المصدر إلى البحر وطوال دورة حياة المواد البلاستيكية ذات الصلة، على سبيل المثال، الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة (المياه النظيفة والصرف الصحي)، والهدف11 (المدن والمجتمعات المستدامة)، والهدف 12 (الاستهلاك والإنتاج المسؤولان)، والهدف 14 (الحياة تحت الماء)؛ وربط أصحاب المصلحة من أجل توجيه وتنسيق العمل.

(2) https://digital.gpmarinelitter.org/

المعايير التقنية للتصديق والتحقق ووضع العلامات والتتبع

يعد وضع معايير تقنية لعمليات التصديق ووضع العلامات والتحقق، من العناصر الهامة في إدارة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية. وفي حالة الشواطئ والمناطق الساحلية، هناك خطط مثل برنامج العلم الأزرق، وجوائز جودة الساحل، وجوائز شاطئ البحر، وجوائز الساحل الأخضر، وجائزة العلم الأزرق الإيكولوجي. وبالنسبة للمنتجات البلاستيكية، هناك عدد قليل من المعايير الراسخة والمعترف بها دولياً، وخطط إصدار الشهادات والتحقق، لتصنيع المواد البلاستيكية وتجهيزها. وهي تغطي جوانب التحلل البيولوجي وإعادة التدوير والتدهور أثناء عملية التسميد الصناعي وفي البيئة البحرية (UNEP 2018a; UNEP and Consumers International 2020 ؛Harrison et al. 2018). ومن الأمثلة على ذلك معايير المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس ISO 15279 (استعادة النفايات البلاستيكية وإعادة تدويرها)؛ وISO 22526 (البصمة الكربونية والبيئية)؛ وISO/CD 22722 (تحلل المواد البلاستيكية في الموائل البحرية)؛ وISO 18830 (اختبار التحلل الأحيائي). غير أنه تبين، في استعراض للتحلل البيولوجي للأكياس البلاستيكية، أن المعايير الدولية الحالية وأساليب الاختبار الإقليمية غير كافية في قدرتها على التنبؤ واقعياً بالتحلل البيولوجي للأكياس المخصصة لحمل المشتريات في مياه الصرف الصحي والمياه الداخلية والبيئات البحرية بسبب أوجه القصور في إجراءات الاختبار القائمة، وعدم وجود معايير ذات صلة لغالبية الموائل المائية غير المدارة، والافتقار إلى بحوث أوسع حول التحلل البيولوجي للمواد البلاستيكية في ظل ظروف العالم الحقيقي (Harrison et al. 2018).

وبالإضافة إلى ذلك، هناك عدد قليل جداً من خطط التحقق لتصنيع ومعالجة المواد المعاد تدويرها، ولا يتطلب أي منها إدراج البوليمرات المكونة أو العناصر المضافة الكيميائية في المنتجات الاستهلاكية أو توفر إمكانية اقتفاء الأثر (برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومركز التجارة الدولية- عام 2017). ويشكل هذا النقص في المعلومات عن إعادة التدوير عائقاً أمام زيادة معدلات إعادة التدوير وتطوير الأسواق. وبالتالي ثمة حاجة ملحة لتحسين معايير وضع العلامات وتتبع المواد البلاستيكية. فعلى سبيل المثال، لن يمنع شراء المنتجات المصنفة على أنها "مصنوعة من بلاستيك المحيطات"، والتي تحظى بشعبية لدى المستهلكين، المواد البلاستيكية من دخول المحيطات.

كما أن تتبع المنتجات البلاستيكية طوال دورة حياتها أمر حيوي لتحديد النقاط التي من المرجح أن تكون فيها التدخلات أكثر فعالية (Ellen MacArthur Foundation 2016). وشملت التطورات الأخيرة استخدام تقنيات سلسلة الكُتل لتتبع المواد الكيميائية المضافة إلى المواد البلاستيكية أثناء الإنتاج وفقدان المواد على طول سلسلة التوريد (Roos et al. 2019).

© Shutterstock/DuxX

التحديات والاستجابات للحد من النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية

تضاعف الإنتاج العالمي من المواد البلاستيكية على مدى العقود الأربعة الماضية بمقدار أربعة مرات (Geyer 2020). ويستمر الطلب في التزايد، حيث يقدر حجم سوق المواد البلاستيكية العالمية في عام 2020 بنحو 580 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة مقارنة بما يقدر بنحو 502 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2016 (Statista 2021a). وفي الوقت نفسه، تشير التقديرات إلى أن أقل من 10 في المائة من المواد البلاستيكية التي تم إنتاجها حتى الآن قد أعيد تدويرها (Dauvergne 2018؛ Zheng and Suh 2019; Geyer 2020).

ويتمثل أحد الأسباب الرئيسية لانخفاض معدل إعادة التدوير هذا في نقص المعلومات عن مكونات المنتجات البلاستيكية، مع فقدان الجودة والقيمة لاحقاً من خلال خلط مسارات النفايات (Leslie et al. 2016؛ Ellen MacArthur Foundation 2021). ويمثل ذلك خسارة في قيمة نفايات التعبئة والتغليف كل عام تتراوح بين 80 و120 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة (Ellen MacArthur Foundation 2016). وفي نهاية المطاف، يتسبب في فقدان ملايين الأطنان من النفايات البلاستيكية في البيئة أو شحنها آلاف الكيلومترات إلى وجهات عادةً ما تحرق فيها النفايات أو تلقى في المجاري المائية (PENU 2019a).

وثمة تحد آخر يتمثل في مستوى انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بدورة الحياة العالمية للمواد البلاستيكية التقليدية القائمة على الوقود الأحفوري؛ وفي عام 2015 كان هناك نحو 1,7 جيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون؛ ومن المتوقع أن تنمو إلى حوالي 6,5 جيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050، أو 15 في المائة من الميزانية العالمية للكربون (Zheng and Suh 2019). وتتمثل المشكلة الهامة الأخرى في التكلفة المتزايدة لإدارة النفايات البلاستيكية. وتشير التقديرات إلى أن التكلفة العالمية لإدارة النفايات الصلبة البلدية ستنمو من 38 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2019 إلى 61 بليون دولار من دولارات الولايات المتحدة في عام 2040 في إطار سيناريو بقاء الأمور على حالها (Kaza et al. 2018). وحتى مع زيادة الضرائب واللوائح الحكومية، والقيود المفروضة على الموارد، وانخفاض الطلب بسبب التخزين (Business Research Company 2020)، من المتوقع أن يتضاعف التلوث بالمواد البلاستيكية السنوي للمحيطات ثلاث مرات بحلول عام 2040 (The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIC 2020).

كما يتزايد الشعور بالقلق لدى عامة الناس والأعمال التجارية والحكومات (Avio et al. 2017; Borrelle et al. 2017; Maeland and Staupe-Delgado 2020)، والتي تفاقمت بسبب كميات النفايات المرتبطة بمعدات الوقاية الشخصية وغيرها من المواد البلاستيكية المستخدمة خلال جائحة مرض فيروس كورونا (كوفيد - 19) (Adyel 2020).

© Shutterstock/Albert_Karimov

وفي حين لا توجد معاهدة عالمية واحدة للحد من النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية (Urho 2020 وMuirhead and Porter 2019; Karasik et al. 2020; Raubenheimer)، تساعد العديد من الالتزامات والأنشطة العالمية والإقليمية والوطنية على تعبئة المجتمع العالمي لوضع حد للتلوث البلاستيكي البحري (UNEP 2018b). فعلى سبيل المثال، تعمل البلديات والشركات الكبيرة على الحد من تدفقات النفايات إلى مدافن القمامة (Dauvergne 2018) كما أن العمليات التنظيمية آخذة في التوسع، مدفوعة بالأدلة المتزايدة على المخاطر التي تشكلها المواد البلاستيكية ومن خلال الضغط العام (Koelmans et al. 2017a; GESAMP 2020a). كما حدثت طفرة في النشاط المحلي، وإجراءات الحكومة المحلية لزيادة جمع النفايات من جانب الطريق وإعادة التدوير، والتنظيف الذي تقوم به المجتمعات المحلية وحملات التوعية العامة (Schneider et al. 2018). وتدعم النجاحات على المستويين المحلي والوطني الجهود التشريعية الإقليمية والوطنية التي تهدف بالفعل إلى الحد من النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية بصورة مباشرة (Black et al. 2019).

وتشمل مختلف الالتزامات الدولية القائمة بالفعل الالتزامات الرامية إلى الحد من التلوث بالمواد البلاستيكية والنفايات البحرية، ولا سيما من المصادر البرية، على سبيل المثال كجزء من الهدف 14 من خطة التنمية المستدامة لعام 2030، بالإضافة إلى الاتفاقات والاتفاقيات والبروتوكولات والمبادرات وعمليات التعاون الملزمة دولياً (الجمعية العامة للأمم المتحدة- عام 2015; جمعية الأمم المتحدة للبيئة- عام 2017)، (الشكل 10). ومن بينها اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار؛ والاتفاقية الدولية لمنع التلوث من السفن، واتفاقية لندن لمنع تلوث البحار الناجم عن رمي النفايات ومواد أخرى فيها وبروتوكول لندن لمنع التلوث البحري الناجم عن رمي النفايات التي تحتوي على مواد بلاستيكية أو مواد اصطناعية مماثلة في البيئة البحرية؛ واتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود؛ واتفاقية روتردام المتعلقة بتطبيق إجراء الموافقة المسبقة عن علم على مواد كيميائية ومبيدات آفات معينة خطرة متداولة في التجارة الدولية؛ واتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة (Chen 2015; Raubenheimer and McIlgorm 2018). وبالإضافة إلى ذلك، هناك اتفاقات دولية أخرى وصكوك قانونية ميسرة قابلة للتطبيق، من حيث صلتها بالتجارة بالمواد البلاستيكية أو دعم الحد من النفايات البحرية. ومن بينها منظمة التجارة العالمية؛ واتفاقية التنوع البيولوجي؛ واتفاقية الأنواع المهاجرة من الحيوانات الفطرية؛ ومدونة السلوك بشأن الصيد الرشيد التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة واتفاق الأمم المتحدة للأرصدة السمكية؛ وبرنامج العمل العالمي لحماية البيئة البحرية من الأنشطة البرية (UNEP/GPA 2020)؛ واستراتيجية هونولولو؛ والنهج الاستراتيجي للإدارة الدولية للمواد الكيميائية (Lyons 2019; Birkbeck 2020; Borrelle et al. 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020).

تؤدي الترتيبات الإقليمية دوراً حيويا في التعجيل بتبني السياسات والمبادرات. ومن أهم هذه الترتيبات الإقليمية بالنسبة للقمامة البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، اتفاقيات وخطط عمل البحار الإقليمية، التي تشمل تدابير مختلفة للحد من النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، فضلاً عن حملات الرصد والتوعية العامة (UNEP 2018b).[3] وفي أفريقيا، اتفق نحو 30 بلداً بموجب اتفاقية باماكو، وهي الصك الإقليمي المتعلق باتفاقيات بازل وروتردام وستوكهولم، على تعزيز إدارة النفايات الخطرة بما في ذلك المواد البلاستيكية والنفايات الإلكترونية. ويمكن لبعض الإجراءات الوطنية أن تساعد في الحد من أنواع معينة من التلوث بالمواد البلاستيكية (مثل تلك التي تستهدف على وجه التحديد أكياس البقالة البلاستيكية، والمنتجات التي تحتوي على الحبيبات الدقيقة أو الزجاجات البلاستيكية، أو حملات مكافحة القمامة) (Xanthos and Walker 2017; Dauvergne 2018; Schuyler et al. 2018). وبالإضافة إلى ذلك، تعتبر المناطق البحرية المحمية وسياسات إدارة المناطق الساحلية أدوات سياسية هامة للحد من النفايات، لا سيما إذا تم تنفيذها على نطاق مستجمعات المياه أو على أساس النظام الإيكولوجي (Windsor et al. 2019).

وعموماً، فإن الحالة الراهنة هي مزيج من الممارسات التجارية المتباينة على نطاق واسع، وزيادة مستويات إنتاج المواد البلاستيكية، والترتيبات التنظيمية والطوعية الوطنية المختلفة للغاية. ولا يوجد تنسيق كبير للسياسات بين البلدان، وتعد السياسات الوطنية ودون الوطنية غير متكافئة، مع وجود ثغرات، وعدم انتظام التنفيذ، وعدم اتساق المعايير (Dauvergne 2018; Forrest et al. 2019; Birkbeck 2020). إن زيادة كميات النفايات البلاستيكية المهملة هي نتاج إخفاقات متعددة في السوق والمرتبطة بانخفاض أسعار المواد الخام للوقود الأحفوري، ووجود إعانات، وسوء إدارة النفايات، وانخفاض توليد واستخدام وإعادة تدوير المواد البلاستيكية، والاستخدام الواسع النطاق وسلوك التخلص من النفايات (Law 2017; UNEP 2019b; Borrelle et al. 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020).

ومع تصاعد الضغوط والتعقيدات الناجمة عن معالجة أزمة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، ثمة حاجة إلى معالجتها من خلال عملية حوكمة تأخذ في الاعتبار خطورة الوضع وتساعد على وضع المشكلة في سياقها العالمي (Borrelle et al. 2017؛ Dauvergne 2018; Schneider et al. 2018; Forrest et al. 2019; Maeland and Staupe-Delgado 2020). ومع ذلك، لا تتضمن أي من السياسات الدولية المتفق عليها منذ عام 2000 هدفاً عالمياً وملزماً ومحدداً وقابلاً للقياس يحد من النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، مما يؤدي إلى دعوات من بعض الحكومات والشركات والمجتمع المدني لوضع معاهدة عالمية ملزمة بشأن النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية (Muirhead and Porter 2019; Karasik et al. 2020; Raubenheimer and Urho 2020; WWF, the Ellen MacArthur Foundation and BCG 2021).

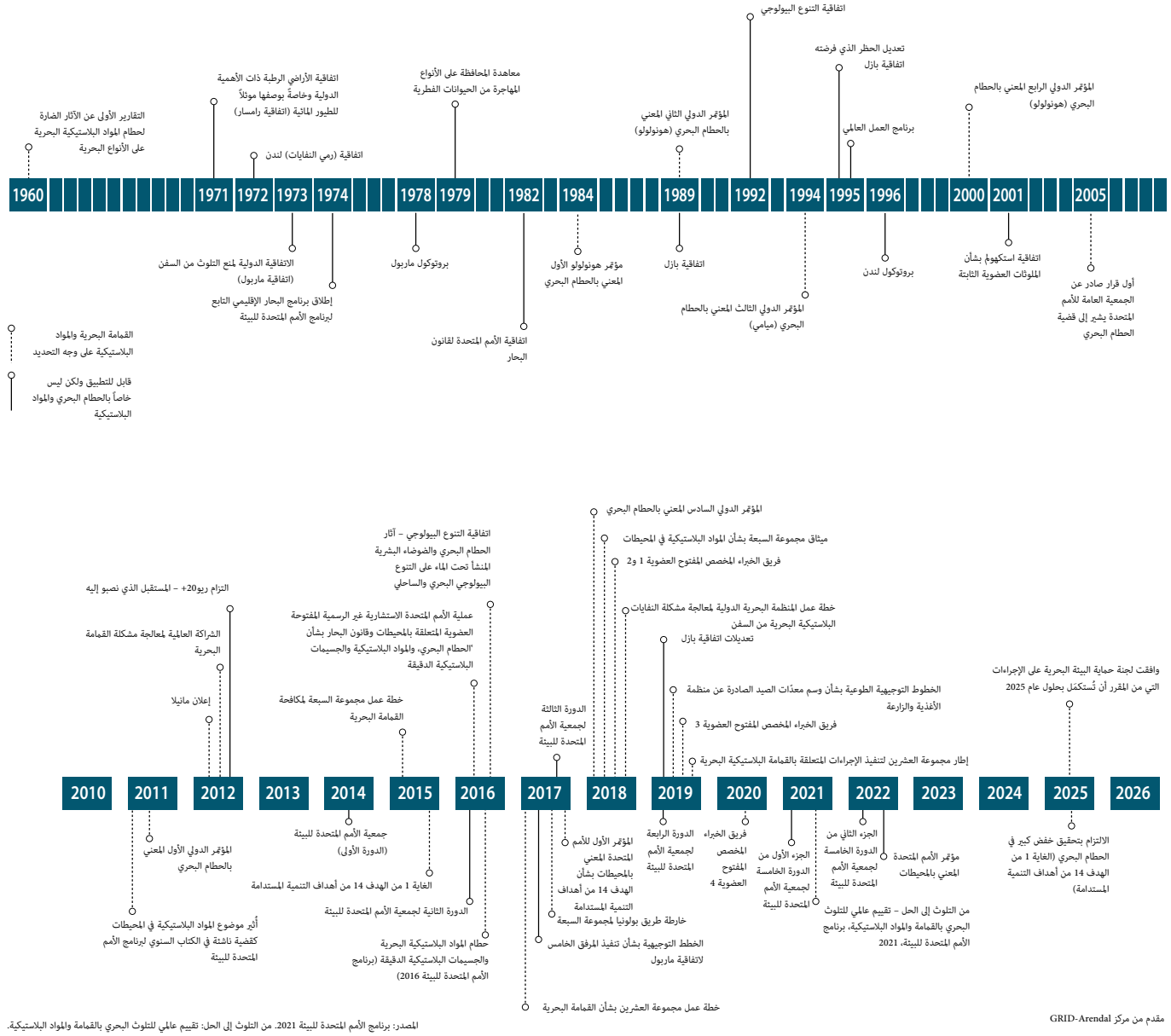
ولا يمكن لأي استراتيجية تستند إلى حل واحد أن تقلل من التسرب السنوي للمواد البلاستيكية إلى المحيط، حتى إلى ما دون مستويات عام 2016، بحلول عام 2040 (Borrelle et al. 2020؛ Lau et al. 2020)؛ بل ستكون ثمة حاجة إلى عدد من تدخلات النظام التآزري في المنبع والمصب على حد سواء (The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020) على سبيل المثال، في غياب أي سياسات تسعير للنفايات البلاستيكية (Matheson 2019) ، يمكن للحكومات استخدام أدوات مالية مختلفة، مثل الضرائب، والرسوم والمصاريف، وخطط استرداد الودائع، والخطط الموسعة للمسؤولية الممتدة للمنتِج، وخطط التراخيص القابلة للتداول، والإعانات لتعزيز إدارة النفايات (Xanthos and Walker 2017; OECD 2019; Parts 2019; Walker et al. 2020). وقد تحتاج هذه الأدوات إلى المواءمة للتصدي للتلوث البلاستيكي. على سبيل المثال، تعتبر المسؤولية الممتدة للمنتِج على نطاق واسع حجر الزاوية في سياسة النفايات (Filho et al. 2019)، ولكن مفتاح استخدامها في الحد من النفايات البلاستيكية سيكون تحفيز الصناعة على زيادة قابلية إعادة التدوير والتصميم البيئي (Forrest et al. 2019). ويمكن اتخاذ خطوة نحو تحقيق هذا الهدف من خلال زيادة الكشف عن الراتنجات والمواد الكيميائية والمواد المضافة المستخدمة في المنتجات البلاستيكية، وتوجيه المستهلكين وسماسرة النفايات بشأن إعادة استخدامها أو التخلص منها بصورة آمنة.

(3) لدى بعض اتفاقيات وخطط عمل البحار الإقليمية خطط محددة بشأن النفايات البحرية، مثل غيرها من الجهات الفاعلة. انظر المرفق الثاني.

وستعني التخفيضات الإجمالية في الكمية الإجمالية للتلوث البلاستيكي المتولد التخلص التدريجي من منتجات بلاستيكية محددة، وتطبيق المسؤولية الممتدة للمنتج، وإعادة تشكيل الاقتصاد الخطي القائم على اتخاذ القرار بشأن التخلص إلى اقتصاد تشكل فيه تدفقات المواد جزءاً من نهج الحلقة المغلقة أو نهج كفاءة استخدام الموارد أو نهج الدائرية (European Commission 2018b; Lieder and Rashid 2015; OECD 2016; European Union 2019b; Forrest et al. 2019; UNEP 2019a; Karasik et al. 2020; Raubenheimer and Uhro 2020).

وستكون هناك حاجة إلى بذل جهود متضافرة على مستويات عديدة للتحرك نحو النهج الدائري فيما يتعلق بالمواد البلاستيكية (IRP 2021). وينبغي وضع هذه الجهود في سياقها وربط العمليات التجارية والوعي الاجتماعي بالسياسات وإجراءات المستهلكين للحد بشكل كبير حجم المواد البلاستيكية القائمة على الوقود الأحفوري التي يجري إنتاجها؛ وتحسين تصميم المنتجات للحد من مستويات النفايات؛ وتعزيز إعادة التدوير اللامركزي للمواد (Joshi et al. 2019)؛ والقضاء على مسارات النفايات البلاستيكية غير الضرورية، التي يمكن تجنبها والتي تنطوي على مشاكل؛ وتحسين معايير تنظيم المواد مثل المواد البلاستيكية القابلة للتحلل الأحيائي (Dauvergne 2018؛ Carney Almroth and Eggert 2019; Forrest et al. 2019; Zheng and Suh 2019; Borrelle et al. 2020; Lau et al. 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020; UNEP and Consumers International 2020; Ellen MacArthur Foundation 2021; IRP 2021).

إن تغير المواقف تجاه المشاكل الناجمة عن التلوث بالمواد البلاستيكية يدفع السياسيين والصناعات إلى النظر في سبل تعزيز طرق الحفاظ على قيمة البلاستيك في الاقتصاد من خلال استبدال المواد الخام وتوسيع خيارات إعادة الاستخدام للمستهلك (Ellen MacArthur Foundation 2016; UNEP and the International Trade Centre 2017; ten Brink et al. 2018; Borrelle et al. 2020; Lau et al. 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIC 2020; UNEP and Consumers International 2020). وقد وضعت العديد من شركات العلامات التجارية العالمية بالفعل خططاً لتغيير نهجها في استخدام التعبئة، بما يتماشى مع خطط الجمع وإعادة التدوير على المستوى الوطني، وجعل جميع العبوات قابلة لإعادة الاستخدام أو قابلة للتجديد أو قابلة لإعادة التدوير. ويمكن لشراكات مثل شراكة بازل بشأن النفايات البلاستيكية، والشراكة العالمية لمعالجة مشكلة النفايات البحرية، والالتزام العالمي الجديد بشأن اقتصاد البلاستيك، وشراكات العمل الوطني في مجال البلاستيك أن تساعد في تحريك الاقتصادات والمجتمعات في هذا الاتجاه من خلال إظهار أن إعادة التدوير تعمل، على سبيل المثال، عن طريق جعل البلاستيك المستعمل سلعة قيمة، وتحفيز الانتعاش، وتسريع تصنيع تكنولوجيات البوليمر إلى البوليمر (Ellen MacArthur Foundation 2020؛ Forrest et al. 2019).



مقدم من مركز GRID-Arendal

المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2021. من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي للتلوث البحري بالقمامة والمواد البلاستيكية.

الشكل 10: الجدول الزمني لمبادرات وقوانين وسياسات دولية مختارة بشأن النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية

© Shutterstock/vovashevchuk

وتهدف عدة مبادرات إلى "إغلاق التدفق" فيما يتعلق بإنتاج البلاستيك البكر (Birkbeck 2020; Borrelle et al. 2020; The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020) من خلال إزالة، وتوسيع خيارات إعادة الاستخدام للمستهلك أو نماذج التسليم الجديدة، التي يتم تنفيذها بالاقتران مع استراتيجيات أخرى مثل استبدال النفايات المتبقية وتحسين جمعها وإعادة تدويرها والتخلص الآمن منها لتخفيض تدفقات التلوث بالمواد البلاستيكية إلى أقصى حد. وقد تتيح هذه المبادرات أكبر قدر من التخفيضات في التلوث بالمواد البلاستيكية؛ ويمكن أن تمثل وفورات صافية في التكاليف للمستهلكين والمنتجين مع الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020). وقد تنطوي بعض الإجراءات، مثل زيادة حجم المنتجات الحيوية، على اعتماد شديد على الزراعة (Posen et al. 2017؛ Spierling et al. 2018). وبدلاً من ذلك، يمكن أن تساعد الكيمياء الخضراء في إحداث تحسينات كبيرة في المواد التي لا تعتمد على الوقود الأحفوري من خلال تصميم جزيئات ومواد ومنتجات يمكن إعادة تدويرها وتدويرها بصورة أفضل من تلك الموجودة حالياً في السوق (برنامج الأمم المتحدة للبيئة- عام 2021).

إن إنتاج مئات البوليمرات والمنتجات البلاستيكية المختلفة يُعقّد إمكانية إعادة تدوير البلاستيك (Geyer et al. 2016; Zink et al. 2018). ويعد المستوى الحالي لإعادة التدوير (أقل من 10 في المائة من جميع النفايات البلاستيكية) أقل بكثير من المعدلات العالمية لإعادة التدوير بالنسبة للسلع الأساسية والموارد الأخرى (Dauvergne 2018؛ Geyer 2020). وتتم حالياً إعادة تدوير المواد البلاستيكية باستخدام العمليات الميكانيكية والكيميائية. وتُستخدم إعادة التدوير الميكانيكية للمواد البلاستيكية غير الليفية، وبشكل متزايد، لخيوط البوليستر المعاد تدويرها. ويؤدي إعادة التدوير الكيميائي، الذي يجمع بين مختلف تكنولوجيات تحويل البلاستيك إلى وقود وتحويل البلاستيك إلى بلاستيك، إلى تحول البلاستيك إلى سوائل أو غازات يمكن استخدامها لصنع مواد بلاستيكية جديدة. ويأتي معظم النايلون المعاد تدويره من نفايات الصناعات التحويلية ومخلفات الاستهلاك، مثل شباك الصيد والسجاد. وحتى لو تم توسيع نطاقه، فإنه لن يعالج سوى نسبة مئوية صغيرة من إجمالي حجم النفايات ويتطلب استهلاك مستويات عالية من الطاقة، (The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ 2020).

وعلى الرغم من أن الأبحاث حول جميع جوانب النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية تتزايد سريعاً، إلا أن مايس وآخرين (Maes et al. 2019) خلصوا إلى أن الكثير من هذه الأبحاث لا تزال "في بدايتها". ووجدوا أن تقييم المخاطر و تجزؤ البلاستيك وأدوات التقييم غير ممثلة بالقدر الكافي. ويكتسي هذا الأمر أهمية خاصة في الحالات التي توجد فيها شكوك مثل المخاطر المحتملة الناجمة عن المواد الكيميائية المرتبطة بالبلاستيك (Burns and Boxall 2018)، أو الحاجة إلى معايرة مشتركة بين الأساليب والتكنولوجيات، أو عند الحاجة إلى اتباع نُهج تكاملية (Temmerman et al. 2013). وهناك أيضاً حاجة إلى إجراء بحوث لتقديم إجابات ومدخلات لتحليل السياسات وتقييماتها، استناداً إلى الأدلة وتقييمات المخاطر الدقيقة التي تصلح لهذا الغرض (Hurley and Nizzetto 2018; Besselling et al. 2019; Karn and Jenkinson 2019; Maeland and Staupe-Delgado 2020)

وعموماً، يمكن أن توفر الحالة الراهنة للمعرفة أساساً معقولاً لتحديد أولويات البحوث بشكل عام، وكذلك لتحديد المجالات التي لم يتوفر فيها تمويل محدود للبحث والتطوير على الرغم من الاحتياجات السياسية والمجتمعية (de Sá et al. 2018; Carney Almroth and Eggert 2019; Maes et al. 2019). وتتطلب معالجة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية إجراء بحوث متكاملة متعددة التخصصات مقترنة بتعاون واسع بين الباحثين الأكاديميين والمهنيين من مختلف المجالات والصناعات المتخصصة.

واستناداً إلى نتائج التقييم، يمكن تحديد عدد من المجالات المنهجية التي ستستفيد من إجراء مزيد من البحوث. وهي تشمل قضايا شاملة لعدة قطاعات مثل نوع الجنس والتقاطعية (العمر، والفئات المهمشة والضعيفة)، ولا سيما فيما يتعلق بالتعرض، والآثار الصحية، والمواقف إزاء التكنولوجيات المبتكرة الجديدة، والدراية بأمور المحيطات، حيث لم تنشر أي بحوث تقريباً في الأدبيات التي يستعرضها النظراء، بالإضافة إلى ما يلي:

- تقييم دورة الحياة الكاملة للمنتجات البلاستيكية، بما في ذلك الآثار البيئية والصحية للمواد البلاستيكية البحرية، والجسيمات البلاستيكية الدقيقة والجسيمات البلاستيكية النانوية، والتكاليف الاجتماعية والاقتصادية، وفقدان خدمات النظام الإيكولوجي، والآثار المحتملة للمواد الجديدة، والآثار الجنسانية للمواد البلاستيكية والبدائل، ومخاطر وآثار المواد الكيميائية المرتبطة بالبلاستيك في إنتاج الأغذية وتربية الأحياء المائية والزراعة وسلامة الأغذية؛
- وضع إطار للمخاطر، يقوم على دورة حياة كاملة للقمامة البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية من المصدر إلى البحر، يغطي الآثار الإيكولوجية والاجتماعية والاقتصادية والصحية؛
- تحديد المعايير الصحية والسمية وإجراء التجارب اللازمة لتحديد تعرض البشر والأحياء البرية للجسيمات البلاستيكية الدقيقة في البيئات المائية؛
- تنفيذ منصات الوصول المفتوح لتمكين نمذجة التوازن الشامل العالمي للقمامة البحرية والمواد البلاستيكية وجريان وتدفقات المواد البلاستيكية التي تدخل البيئة البحرية من الأنهار ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي وإدارة النفايات ومجاري مياه المطر نتيجة للأحداث الكارثية والقطاعات البحرية؛
- إنشاء أطر معلوماتية ورصد منسقة، بما في ذلك منهجيات قياسية لأخذ العينات، وإجراء التجارب المختبرية وجمع البيانات، لتحديد جريان وتدفقات المواد البلاستيكية إلى البيئة، وتوزيع المواد البلاستيكية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة، وعلم السموم للجسيمات البلاستيكية الدقيقة والمواد المضافة في البيئة الناشئة عن التلوث بالمواد البلاستيكية، من أجل التمكن من قياس فعالية وآثار التدخلات المختلفة وجهود التخفيف؛
- تحديد مجموعات المؤشرات الأساسية، من المصدر إلى البحر، عبر إطار الاستجابة لتأثيرات الدول لضغوط العوامل الدافعة من أجل رصد التقدم المحرز في الحد من النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية؛
- الابتكار في الكيمياء الخضراء للحد من استخدام المواد المضافة وتطوير البوليمرات والمواد البديلة بما في ذلك المواد الحيوية، استناداً إلى نهج دورة الحياة الكاملة، التي هي أكثر أماناً ويمكن التخلص منها بسهولة أو إعادة تدويرها، وتطوير مسارات للتحول إلى البدائل؛
- تطوير مبادئ التصميم البيئي في جميع قطاعات الاستخدام الرئيسية حيث يتم استخدام البلاستيك على نطاق واسع، ووضع خرائط طريق بشأن التكلفة؛
- تطوير تقنيات صغيرة النطاق لإدارة النفايات وإعادة تدويرها يمكن أن تكون قريبة من مصادر نفايات البلاستيك للمساعدة في تجنب تسرب البلاستيك إلى البيئة أو الحد منه؛
- وضع معايير لإصدار شهادات البلاستيك، إمكانية اقتفاء الأثر ووضع العلامات على جميع أنواع المواد البلاستيكية المرتبطة باستخدام المستهلك، بما في ذلك التحلل البيولوجي؛
- بحوث السياسات المتعلقة بالتدابير الفعالة للحد من المواد البلاستيكية بما في ذلك الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، مثل الخطط الموسعة للمسؤولية الممتدة للمنتِج، وتعزيز الأدوات المالية، ومعايير إصدار شهادات البلاستيك، وخطط إمكانية اقتفاء الأثر ووضع العلامات على جميع أنواع المواد البلاستيكية التي يستخدمها المستهلكون، وتشجيع التصميم البيئي والكيمياء الخضراء على تطوير مواد جديدة؛
- تقييم القضايا الاجتماعية المتعلقة بالنفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، بما في ذلك نوع الجنس، وتصورات المستهلك، والدوافع الاجتماعية؛
- وضع برامج لمحو الأمية والتثقيف لإذكاء الوعي بقضية النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية والمساعدة في تغيير السلوك البشري تجاه تلك السلوكيات التي تقلل من سوء إدارة النفايات البلاستيكية؛
- الاقتصاد السلوكي والبحوث التعليمية بشأن العوامل المشجّعة والمعايير والعمليات التعليمية فيما يتجاوز اكتساب المعرفة للتأثير على التغيرات السلوكية.

الاستنتاج

يشـدد هـذا التقريـر عـلى الحاجـة الملحـة إلى اتخـاذ إجـراءات عـلى جميـع المسـتويات لمعالجـة مسـألة النفايـات البحريـة والتلـوث بالمـواد البلاسـتيكية.

ويتطلـب إيجـاد حلـول لمشـكلة النفايـات البحريـة والتلـوث بالمـواد البلاسـتيكية مشـاركة أكـبر مـن قبـل المجتمـع المـدني والأعـمال التجاريـة والصناعـات والحكومـات لإحـداث التغيـرات الضروريـة في السياسـات والمواقـف والممارسـات (Hartley et al. 2018b; Ashley et al. 2019 ؛Uyarra and Borja 2016). ولا يـزال المواطنـون يلعبـون دوراً رئيسـياً، بمـا في ذلـك مـن خـلال اتخـاذ الإجـراءات وتغيـير سـلوكياتهم مـن أجـل الحـد بشـكل كبـير مـن النفايـات البحريـة والتلـوث بالمـواد البلاسـتيكية. وتشـمل الأعـمال التجاريـة والصناعـات التـي سـتكون هنـاك حاجـة إلى تغيـرات بشـأنها مسـتخرجي النفـط والغـاز، ومنتجـي الراتنـج البلاسـتيكي، وطـاردي البلاسـتيك، ومتعهـدي النقـل الطرقـي، ومصنعـي المنتجـات، ومصنعـي السـيارات، ومصنعـي المنسـوجات، وشركات المنتجـات الاسـتهلاكية، وشركات التعبئـة والتغليـف، وتجـار التجزئـة، ومتعهـدي النقـل الطرقـي للنفايـات والعاملـين في مجـال دفـن القمامـة، ومشـغلي اسـتعادة المـواد، وسـماسرة النفايـات، والعاملـين في مجـال إعـادة التدويـر. ويتمتـع صانعـو السياسـات بفرصـة إيجـاد المزيـج الصحيـح مـن الأدوات التشريعيـة والماليـة لتحفيـز المزيـد مـن الإفصـاح، ودعـم مشـاركة البيانـات والشـفافية، وتوفـير التمويـل، وإنشـاء بيئـة تنظيميـة شـفافة وفعالـة، ودعـم البحـث والتطويـر لمواجهـة التحـدي المتمثـل في النفايـات البحريـة والتلـوث بالمـواد البلاسـتيكية.

© Shutterstock/Itsanan Sampuntarat

المرفق الأول: الأساس المنطقي

اعتمدت جمعية الأمم المتحدة للبيئة في اجتماعاتها عدة قرارات رئيسية بشأن النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية.[4] وفي عام 2016، نشر برنامج الأمم المتحدة للبيئة تقريراً بعنوان الحطام البلاستيكي البحري والجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة: دروس وبحوث عالمية للتحفيز على العمل وتوجيه التغيير في السياسات (برنامج الأمم المتحدة للبيئة - عام 2016). وركز هذا التقرير على تحديد المصادر والمسارات الرئيسية، إلى جانب التدابير الممكنة وأفضل التقنيات المتاحة والممارسات البيئية لمنع تراكم النفايات البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة في البيئة البحرية.

وفي عام 2019، طُلب إلى المدير التنفيذي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة "تعزيز المعرفة العلمية والتكنولوجية فيما يتعلق بالنفايات البحرية بما في ذلك القمامة البلاستيكية البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة" من خلال تقديم تحديث لتقييم عام 2016 استناداً إلى "البيانات والمعلومات العلمية المتاحة وغيرها من البيانات والمعلومات ذات الصلة لإعداد تقييم عن مصادر القمامة ومساراتها ومخاطرها، بما في ذلك التلوث الناجم عن النفايات البحرية والجسيمات البلاستيكية البحرية الدقيقة وعن وجودها في الأنهار والمحيطات؛ والمعارف العلمية عن الآثار الضارة على النظم الإيكولوجية والآثار الضارة المحتملة على صحة الإنسان؛ والابتكارات التكنولوجية السليمة بيئياً".

ويتناول التقييم الجديد لعام 2021، من التلوث إلى الحل: تقييم عالمي لمسألة النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية، حجم المشكلة وشدتها ويستعرض الحلول والإجراءات القائمة. ويقدم التقرير معلومات مستكملة شاملة عن الثغرات الحالية في البحوث والمعارف فيما يتعلق بالآثار المباشرة على الحياة البحرية، والمخاطر التي تتعرض لها النظم الإيكولوجية وصحة الإنسان، والتكاليف الاجتماعية والاقتصادية. ويصف التقييم مصادر النفايات البحرية والتلوث بالمواد البلاستيكية ومساراتها المباشرة وغير المباشرة إلى المحيطات وداخلها، ويقيس كميتها، حيثما أمكن، مشيراً إلى التحسينات في نظم الرصد، وتكنولوجيات الرصد، والنُهج التحليلية. وتُقدَّم لمحة عامة عن الفعالية المحتملة لمختلف الإجراءات والسياسات، بما في ذلك العمليات العلاجية، ومجموعة من الحلول الاقتصادية والتكنولوجية والتشريعية.

(4) UNEP/EA.1/Res.6: الحطام البلاستيكي البحري والجسيمات البلاستيكية الدقيقة (2014)؛ UNEP/EA.2/Res.11: القمامة البلاستيكية البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة (2016)؛ UNEP/EA.3/Res.7: النفايات البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة (2017)؛ UNEP/EA.4/Res.6: القمامة البلاستيكية البحرية والجسيمات البلاستيكية الدقيقة (2019)؛ UNEP/EA.4/Res.9: معالجة التلوث بالمنتجات البلاستيكية التي تستخدم مرة واحدة (2019).

المرفق الثاني: خطط العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية[5]

اسم الخطة	المنظمة/الكيان	السنة	الرابط الشبكي
خطة العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية في منطقة القطب الشمالي	حماية البيئة البحرية للمنطقة القطبية الشمالية	2021	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/10017
خطة العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية في منطقة بحر البلطيق	اتفاقية هلسنكي/لجنة حماية البيئة البحرية في منطقة بحر البلطيق	2015	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/197
خطة العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية في البحر الأسود	الاتفاقية المتعلقة بحماية البحر الأسود من التلوث/ لجنة حماية البحر الأسود من التلوث	2018	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/194
خطة العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية	هيئة التنسيق المعنية بالبحار في شرق آسيا	2019	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/196
الخطة الإقليمية بشأن إدارة النفايات البحرية في البحر الأبيض المتوسط	اتفاقية حماية البيئة البحرية والمنطقة الساحلية للبحر الأبيض المتوسط (اتفاقية برشلونة)/خطة عمل البحر الأبيض المتوسط	2013	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/198
خطة العمل الإقليمية بشأن الوقاية من النفايات البحرية وإدارتها في شمال شرق المحيط الأطلسي	لجنة أوسبار لحماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي/ اتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي	2014	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/201
خطة العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية التابعة لخطة عمل شمال غرب المحيط الهادئ	خطة عمل شمال غرب المحيط الهادئ	2008 (التحديث المتوقع عام 2012)	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/200
خطة العمل الإقليمية لمنطقة المحيط الهادئ - النفايات البحرية – (٢٠١٨-٢٠٢٥)	اتفاقية حماية الموارد الطبيعية والبيئة في منطقة جنوب المحيط الهادئ/ أمانة برنامج البيئة الإقليمي للمحيط الهادئ	2018	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/205
خطة العمل الإقليمية للإدارة المستدامة للقمامة البحرية في البحر الأحمر وخليج عدن	الهيئة الاقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن	2018	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/203
خطة العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية لمنطقة بحار جنوب آسيا	برنامج جنوب آسيا للتعاون البيئي	2019	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/204
النفايات البحرية في منطقة جنوب شرق المحيط الهادئ	اللجنة الدائمة لجنوبي المحيط الهادئ	2007	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/238
خطة العمل الإقليمية بشأن النفايات البحرية لغرب المحيط الهندي	اتفاقية نيروبي	2018	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/199
خطة العمل الإقليمية بشأن إدارة النفايات البحرية في منطقة البحر الكاريبي الكبرى	اتفاقية كارتاخينا - لجنة حماية البيئة التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة	2014	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/195
خطة العمل الإقليمية لرابطة أمم جنوب شرق آسيا لمكافحة الحطام البحري في الدول الأعضاء في رابطة أمم جنوب شرق آسيا	رابطة أمم جنوب شرق آسيا	2021	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/10008
خطة عمل مجموعة السبعة لمكافحة النفايات البحرية	مجموعة الدول السبع	2015	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/190
خطة عمل مجموعة العشرين بشأن النفايات البحرية	مجموعة العشرين	2017	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/191
خطة العمل المتعلقة بمعالجة مسألة النفايات البلاستيكية البحرية الناجمة عن السفن	المنظمة البحرية الدولية	2018	https://digital.gpmarinelitter.org/action_plan/237
خريطة طريق برنامج العمل للتعاون الاقتصادي فيما بين بلدان عدم الانحياز والبلدان النامية بشأن الحطام البحرى	برنامج العمل للتعاون الاقتصادي فيما بين بلدان عدم الانحياز والبلدان النامية الأخرى	2019	https://digital.gpmarinelitter.org/project/177

(5) يجري حالياً وضع مشاريع خطط عمل إقليمية بشأن النفايات البحرية في مناطق بحر قزوين وشمال شرق المحيط الهادئ ومناطق غرب ووسط وجنوب أفريقيا.

المراجع

Andrades, R., Martins, A.S., Fardim, L.M., Ferreira, J.S. and Santos, R.G. (2016). Origin of marine debris is related to disposable packs of ultra-processed food. Marine Pollution Bulletin 109(1), 192-195. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.083. Accessed 11 January 2021.

Arias-Andres, M., Klümper, U., Rojas-Jimenez, K. and Grossart, H.P. (2018). Microplastics pollution increases gene exchange in aquatic ecosystems. Environmental Pollution 237, 253-261. https://doi.org/10.1016/j.

envpol.2018.02.058. Accessed 11 January 2021.

Arias, A.H., Ronda, A.C., Oliva, A.L. and Marcovecchio, J.E. (2019). Evidence of microplastic ingestion by fish from the Bahía Blanca estuary in Argentina, South America. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 102(6), 750-756. https://doi.org/10.1007/s00128-019-02604-2. Accessed 11 January 2021.

Arthur, C., Baker, J., Bamford, H., Barnea, N., Lohmann, R., McElwee, K. et al. (2009). Summary of the international research workshop on the occurrence, effects, and fate of microplastics marine debris. In Proceedings of the International Research Workshop of the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastics Marine Debris, 9-11 September 2009. Arthur, C., Baker,

J. and Bamford, H. (eds.). Silver Spring, MD: United States National Oceanic and Atmospheric Administration. 7-17. https://marinedebris.noaa.gov/proceedings-international-research-workshop-microplastic-marine-debris. Accessed 11 January 2021.

Ashbullby, K.J., Pahl, S., Webley, P. and White, M.P. (2013). The beach as a setting for families' health promotion: A qualitative study with parents and children living in coastal regions in Southwest England. Health and Place 23, 138-147. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.06.005. Accessed 11 January 2021.

Ashley, M., Pahl, S., Glegg, G. and Fletcher, S. (2019). A change of mind: Applying social and behavioural research methods to the assessment of the effectiveness of ocean literacy initiatives. Frontiers in Marine Science 6,

228. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00288. Accessed 11 January 2021.

Ashton, K., Holmes, L. and Turner, A. (2010). Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. Marine Pollution Bulletin 60(11), 2050-2055. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07

014. Accessed 11 January 2021.

Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2017). Capacity Building for Marine Debris Prevention and Management in the APEC Region. Singapore: Asia-Pacific Economic Cooperation Secretariat. https://www.apec.org/Publications/2017/12/Capacity-Building-for-Marine-Debris-Prevention-and- Management-in-the-APEC-Region. Accessed 11 January 2021.

Au, S.Y., Bruce, T.F., Bridges, W.C. and Klaine, S.J. (2015). Responses of Hyalella azteca to acute and chronic microplastic exposures. Environmental Toxicology and Chemistry 34(11), 2564-2572. https://doi.org/10.1002/

etc.3093. Accessed 11 January 2021.

Auta, H.S., Emenike, C.U. and Fauziah, S. H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. Environment International 102, 165-176. http://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013. Accessed 11 January 2021.

Avio, C.G., Gorbi, S. and Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: Fromemergingpollutantstoemergedthreat. Marine Environmental Research 126, 2-11. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012.

Accessed 11 January 2021.

Backhaus, T. and Wagner, M. (2019). Microplastics in the environment: Much ado about nothing? A debate. Global Challenges 4(6), 1900022. https://doi.org/10.1002/gch2.201900022. Accessed 11 January 2021.

Bagaev, A., Mizyuk, A., Khatmullina, L., Isachenko, I., and Chubarenko,

I. (2017). Anthropogenic fibres in the Baltic Sea water column: Field data, laboratory and numerical testing of their motion. Science of the Total Environment, 599, 560-571. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.185. Accessed 11 January 2021

Bakir, A., O'Connor, I.A., Rowland, S.J., Hendriks, A.J. and Thompson, R.C. (2016). Relative importance of microplastics as a pathway for the transfer of hydrophobic organic chemicals to marine life. Environmental Pollution 219,

Aanesen, M., Armstrong, C., Czajkowski, M., Falk-Petersen, J., Hanley, N. and Navrud, S. (2015). Willingness to pay for unfamiliar public goods: Preserving cold-water coral in Norway. Ecological Economics 112, 53-67. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.02.007. Accessed 11 January 2021.

Accinnelli, C. Abbas, H.W., Shier, W.T., Vicari, A., Little, N.S. et al. (2019). Degradation of microplastic seed film-coating fragments in soil. Chemospehere 226 645-650. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.161

Adam, V., Yang, T. and Nowack, B. (2019). Toward an ecotoxicological risk assessment of microplastics: Comparison of available hazard and exposure data in freshwaters. Environmental Toxicology and Chemistry 38(2), 436-

447. https://doi.org/10.1002/etc.4323. Accessed 11 January 2021.

Adimey, N., Hudak, C., Powell, J.R., Bassos-Hull, K., Foley, A., Farmer, N.A. et al. (2014). Fishery gear interactions from stranded bottlenose dolphins, Florida manatees and sea turtles in Florida, U.S.A. Marine Pollution Bulletin 81(1), 103-115. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.008. Accessed 11 January 2021.

Adyel, T.M. (2020). Accumulation of plastic waste during COVID-19. Science 369(6509), 1314-1315. http://doi.org/10.1126/science.abd9925. Accessed

11 January 2021.

Akarsu, C., Kumbura, H., Gökdağb, K., Kıdeyş, A.E. and Sanchez-Vidal,

A. (2020). Microplastics composition and load from three wastewater treatment plants discharging into Mersin Bay, north eastern Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin 150, 110776. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110776. Accessed 11 January 2021.

Aliani, S., and Molcard, A. (2003). Hitch-hiking on floating marine debris: Macrobenthic species in the western Mediterranean Sea. Hydrobiologia 503, 59-67. https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000008480.95045.26.

Accessed 11 January 2021.

Alimba, C.G. and Faggio. C. (2019). Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. Environmental Toxicology and Pharmacology 68, 61-74. https:// doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.001. Accessed 11 January 2021.

Alimi, O.S., Budarz, J.F., Hernandez, M.L. and Tufenkji, N. (2018). Microplastics and nanoplastics in aquatic environments: Aggregation, deposition, and enhanced contaminant transport. Environmental Science and Technology 52, 1704-1724. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.7b05559.

Accessed 11 January 2021.

Alomar, C., Estarellas, F. and Deudero, S. (2016). Microplastics in the Mediterranean Sea: Deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. Marine Environmental Research 115, 1-10.

Alomar, C. and Deudero. S. (2017). Evidence of microplastic ingestion in the shark Galeus melastomus Rafinesque, 1810 in the continental shelf off the western Mediterranean Sea. Environmental Pollution 223, 223-229. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.015. Accessed 11 January 2021.

Alvarez-Zeferino, J.C., Beltrán-Villavicencio, M. and Vázquez-Morillas,

A. (2015). Degradation of plastics in seawater in laboratory. Open Journal of Polymer Chemistry 5 (4), 55-62. http://dx.doi.org/10.4236/ojpchem.2015.54007. Accessed 11 January 2021.

Amaral-Zettler, L.A., Zettler, E.R., and Mincer, T.J. (2020). Ecology of the plastisphere. Nature Reviews in Microbiology 18, 139-151. https://doi.org/10.1038/s41579-019-0308-0 Accessed 20 January 2021

American Chemistry Council (2020).The Roadmap to Reuse.Plastic Solutions for America 2020. American Chemistry Council. https://www.plasticmakers.org/advocacy/roadmap-to-reuse-2020-report. Accessed 13 July 2021.

Anbumani, S. and Kakkar, P. (2018). Ecotoxicological effects of microplastics on biota: A review. Environmental Science and Pollution Research 25, 14373-14396. https://doi.org/10.1007/s11356-018-1999-x. Accessed 11 January 2021.

A. et al. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. Science 369(6510), 1515-1518. https://doi.org/10.1126/science.aba3656. Accessed 11 January 2021.

Boucher, J. and Friot, D. (2017). Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). https://portals.iucn.org/library/sites/ library/files/documents/2017-002-En.pdf. Accessed 11 January 2021.

Boucher, J. and Bilard, G. (2020). The Mediterranean: Mare plasticum. Gland, Switzerland: IUCN. x+62 pp https://portals.iucn.org/library/sites/ library/files/documents/2020-030-En.pdf Accessed 30 June 2021

Bradney, L., Wijesekara, H., Palansooriya, K.N., Obadamudalige, N., Bolan, N.S., Ok, Y.S. et al. (2019). Particulate plastics as a vector for toxic trace-element uptake by aquatic and terrestrial organisms and human health risk. Environment international 131, 104937.https://doi.org/10.1016/j.envint.2019 104937. Accessed 11 January 2021.

Braun, U., Jekel, M., Gerdts, G., Ivleva, N. P. and Reiber, J. (2018). Microplastics Analytics. Sampling, Preparation and Detection Methods. Discussion Paper within the scope of the research of the Bundesministerium für Bildung und Forschung. Plastics in the Environment: Sources, Sinks, Solutions. Berlin. https://www.ecologic.eu/sites/files/publication/2018/discussion_paper_mp_analytics_en.pdf. Accessed 11 January 2021.

Brennecke, D., Ferreira, E.C., Costa, T.M., Appel, D., da Gama, B.A. and Lenz, M. (2015). Ingested microplastics (>100 μm) are translocated to organs of the tropical fiddler crab Uca rapax. Marine Pollution Bulletin 96(1-2), 491-495. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.001. Accessed 11 January 2021.

Brooks, A.L., Wang, S. and Jambeck, J.R. (2018). The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade. Science Advances 4(6), eaat0131. http://doi.org/10.1126/sciadv.aat0131. Accessed 11 January 2021.

Brouwer, R., Hadzhiyska, D., Ioakeimidis, C. and Ouderdorp, H. (2017). The social costs of marine litter along European coasts. Ocean and Coastal Management 138, 38-49. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.011. Accessed 11 January 2021.

Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M. and Thompson,

R.C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, Mytilus edulis (L.). Environmental Science and Technology 42(13), 5026-5031. https://doi.org/10.1021/es800249a. Accessed 11 January 2021.

Bucci, K., Tulio, M. and Rochman, C.M. (2019). What is known and unknown about the effects of plastic pollution: A meta-analysis and systematic review. Ecological Applications 30(2), e02044. https://doi.org/10.1002/eap.2044. Accessed 11 January 2021.

Cai, L., Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Zhan, Z., Tan, X. et al. (2017). Characteristics of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: Preliminary research and first evidence. Environmental Science and Pollution Research 24(32), 24928-24935. https://doi.org/10.1007/s11356-

019-06979-x. Accessed 12 January 2021.

Campanale, C., Suaria, G., Bagnuolo, G., Baini, M., Galli, M., de Rysky, E. et al. (2019). Visual observations of floating macro litter around Italy (Mediterranean Sea). Mediterranean Marine Science 20, 271-281. https://doi.org/10.12681/mms.19054. Accessed 12 January 2021.

Carney Almroth, B. and Eggert, H. (2019). Marine plastics pollution: Sources, impacts and policy issues. Review of Environmental Economics and Policy 13, 317-26. https://doi.org/10.1093/reep/rez012. Accessed 12 January 2021.

Carson, H.S., Colbert, S.L., Kaylor, M.J. and McDermid, K.J. (2011). Small plastics debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. Marine Pollution Bulletin 62(8), 1708-1713. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.032. Accessed 12 January 2021.

Carson, H.S., Nerheim, M.S., Carroll, K.A. and Eriksen, M. (2013). The plastic-associated microorganisms of the North Pacific gyre. Marine Pollution Bulletin 75(1-2), 126-132. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.054.

Accessed 12 January 2021.

Carvalho-Souzaa, G.F., Llope, M., Tinôco, M.S., Medeiros, D.V., Maia- Nogueira, R. and Sampaio, C.L.S. (2018). Marine litter disrupts ecological processes in reef systems. Marine Pollution Bulletin 133, 464-471. https:// doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.049. Accessed 12 January 2021.

56-65. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.046. Accessed 11 January 2021.

Ballesteros, L.V., Matthews, J.L. and Hoeksema, B.W. (2018). Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. Marine Pollution Bulletin 135, 1107-1116. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.033. Accessed 11 January 2021.

Battisti, C., Staffieri, E., Poeta, G., Sorace, A., Luiselli, L. and Amori, G. (2019). Interactions between anthropogenic litter and birds: A global review with a 'black-list' of species. Marine Pollution Bulletin 138, 93-114. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.017. Accessed 11 January 2021.

Beaumont, N.J., Aanesen, M., Austen, M.C., Börger, T., Clark, J.R., Cole, M. et al. (2019). Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. Marine Pollution Bulletin 142, 189-195. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.022. Accessed 11 January 2021.

Beckwith, V. K., and Fuentes, M. M. (2018). Microplastic at nesting grounds used by the northern Gulf of Mexico loggerhead recovery unit. Marine Pollution Bulletin, 131, 32–37. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.001 Accessed June 9 2021

Belzagui, F., Crespi, M., Álvarez, A., Gutiérrez-Bouzán, C. and Vilaseca,M. (2019). Microplastics' emissions: Microfibres' detachment from textile garments. Environmental Pollution 248, 1028-1035. https://doi.org/10.1016/j. envpol.2019.02.059. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.02.059. Accessed 11 January 2021.

Besley, A., Vijver, M.G., Behrens, P. and Bosker, T. (2017). A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. Marine Pollution Bulletin 114(1), 77-83. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.055. Accessed 11 January 2021.

Besseling, E., Redondo-Hasselerharm, P., Foekema, E.M. and Koelmans, A.A. (2019). Quantifying ecological risks of aquatic micro-and nanoplastic. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 49(1), 32-80. https://doi. org/10.1080/10643389.2018.1531688. Accessed 11 January 2021.

Best, J. (2019). Anthropogenic stresses on the world's big rivers. Nature Geoscience 12(1),7-21. https://doi.org/10.1038/s41561-018-0262-x. Accessed 11 January 2021.

Birch, Q.T., Potter, P.M., Pinto, P.X., Dionysiou, D.D. and Al-Abed, S.R. (2020). Sources, transport, measurement and impact of nano and microplastics in urban watersheds. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 19, 275-336. https://doi.org/10.1007/s11157-020-09529-x. Accessed

11January 2021.

Birkbeck, C.D. (2020). Strengthening International Cooperation to Tackle Plastic Pollution: Options for the WTO. Global Governance Brief No. 01. Graduate Institute Geneva, Global Governance Centre. https://static1.squarespace. com/static/5b0520e5d274cbfd845e8c55/t/5e25683a556e15498ad1e7 3f/1579509842688/Plastic_Trade_WTO_Final.pdf. Accessed 11 January 2021.

Black, J.E., Kopke, K. and O'Mahony, C. (2019). A trip upstream to mitigate marine plastic pollution – a perspective focused on the MSFD and WFD. Frontiers in Marine Science 6, 1-6. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00689. Accessed 11 January 2021.

Blettler, M.C., Abrial, E., Khan, F.R., Sivri, N. and Espinola, L.A. (2018). Freshwater plastics pollution: Recognizing research biases and identifying knowledge gaps. Water Research 143, 416-424. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.06.015. Accessed 11 January 2021.

Börger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L. and Moore, C.J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central gyre. Marine Pollution Bulletin 60(12), 2275-2278. https://doi.org/10.1016/j.

marpolbul.2010.08.007. Accessed 11 January 2021.

Borja, A.M. and Elliott, J. (2019). So when will we have enough papers on microplastics and ocean litter? Marine Pollution Bulletin 146, 312-316. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.069. Accessed 11 January 2021.

Borrelle, S.B., Rochman, C., Liboironc, M., Bond, A.L., Lusher, A., Bradshaw,

H. et al. (2017). Why we need an international agreement on marine plastic pollution. Proceedings of the National Academy of Sciences 114(38), 9994-9997. https://doi.org/10.1073/pnas.1714450114. Accessed 11 January 2021.

Borrelle, S.B., Ringma, J., Law, K.L., Monnahan, C.C., Lebreton, L., McGiverb,

Cox, K., Covernton, A., Davies, H., Dower, J., Juanes, F. and Dudas, S. (2019). Human consumption of microplastics. Environmental Science and Technology 53(12), 7068-7074. https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01517.

Accessed 12 January 2021.

Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J.I., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S. et al. (2014). Plastic debris in the open ocean. Proceedings of the National Academy of Sciences 111(28), 10239- 10244. https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111. Accessed 12 January 2021.

Cózar, A., Sanz-Martin, M., Marti, E., González-Gordillo, J.I., Ubeda, B., Gálvez, J.A., Irigoen, X. and Duarte, C. M. (2015). Plastic accumulation in the Mediterranean Sea. PLoS ONE 10(4), e0121762. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121762. Accessed 12 January 2021.

Cui, R., Kim, S.W. and An, Y.J. (2017). Polystyrene nanoplastics inhibit reproduction and induce abnormal embryonic development in the freshwater crustacean Daphnia galeata. Scientific Reports 7(1), 1-10. https://doi.org/10.1038/s41598-017-12299-2. Accessed 12 January 2021.

da Costa, J. (2018). Micro- and nanoplastics in the environment: Research and policymaking. Current Opinions in Environmental Science and Health 1,12-16. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.11.002. Accessed 12 January 2021.

Dalberg Advisors, WWF Mediterranean Marine Initiative (2019). Stop the Flood of Plastic: How Mediterranean Countries Can Save Their Sea. WWF-World Wide Fund for Nature. http://awsassets.panda.org/downloads/a4_plastics_reg_low.pdf. Accessed 11 January 2021.

Dauvergne, P. (2018). Why is the global governance of plastic failing the oceans? Global Environmental Change 51, 22-31. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.05 002. Accessed 11 January 2021.

de Frond, H.L., van Sebille, E., Parnis, J.M., Diamond, M.L., Mallos, N., Kingsbury, T. et al. (2018). Estimating the mass of chemicals associated with ocean plastic pollution to inform mitigation efforts. Integrated Environmental Assessment Management 15, 596-606. https://doi.org/10.1002/ieam.4147. Accessed 11 January 2021.

De Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., et al. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosystem Services, 1: 50–61. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005 Accessed 30 November 2020.

Dehaut, A., Cassone, A.L., Frere, L., Hermabessiere, L., Himber, C., Rinnert et al. (2016). Microplastics in seafood: Benchmark protocol for their extraction and characterization. Environmental Pollution 215, 223-233. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.018. Accessed 11 January 2021.

Deloitte (2019). The Price Tag of Plastic Pollution: An Economic Assessment of River Plastic. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/strategy-analytics-and-ma/deloitte-nl-strategy-analytics-and-ma-the-price-tag-of-plastic-pollution.pdf Accessed 12 February 2021.

de Ruijter, V.N., Redondo-Hasselerharm, P.E., Gouin, T., and Koelmans, A.A. (2020). Quality criteria for microplastic effect studies in the context of risk assessment: A critical review. Environmental Science and Technology 54(19), 11692-11705. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c03057. Accessed 11 January 2021.

Desforges, J P., Galbraith, M. and Ross, P.S. (2015). Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 69, 320-330. https://doi.org/10.1007/s00244-015-0172-5. Accessed 11 January 2021

Deshpande, P.C., Philis, G., Brattebø and Fet, A.M. (2020). Using material flow analysis (MFA) to generate the evidence on plastic waste management from commercial fishing gears in Norway. Resources, Conservation and Recycling: X 5,100024. https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100024. Accessed 11 January 2021.

Díaz-Torres, E.R., Ortega-Ortiz, C.D., Silva-Iñiguez, L., Nene-Preciado, A. and Torres Orozco, E. (2017). Floating marine debris in waters of the Mexican Central Pacific. Marine Pollution Bulletin 115 (1-2), 225-232. https://doi.

org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.065. Accessed 11 January 2021.

Donohue, M.J., Masura, J., Gelatt, T., Ream, R., Baker, J.D., Faulhaber, K. et al. (2019). Evaluating exposure of northern fur seals, Callorhinus ursinus, to microplastic pollution through faecal analysis. Marine Pollution Bulletin 138, 213-221. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.036. Accessed 12 January 2021.

Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V.

Castro-Jiménez, J., González-Fernández, D., Fornier, M., Schmidt,

N. and Sempere, R. (2019). Macro- litter in surface waters from the Rhone River: Plastics pollution and loading to the NW Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin 146, 60-66. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.067. Accessed 12 January 2021.

Cau, A., Bellodi, A., Moccia, D., Mulas, A., Porcu, C., Pusceddu, A. et al. (2019). Shelf-life and labels: A cheap dating tool for seafloor macro litter? Insights from MEDITS surveys in Sardinian sea. Marine Pollution Bulletin 14, 430-433. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.004. Accessed 12

January 2021.

Centurioni, L., Chen, Z., Lumpkin, R., Braasch, L., Brassington, G., Chao, Y. et al. (2019). Multidisciplinary global in situ observations of essential climate and ocean variables at the air-sea interface in support of climate variability and change studies and to improve weather forecasting, pollution, hazard and maritime safety assessments. Frontiers in Marine Science, 30 August. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00419. Accessed 12 January 2021.

Chen, C.-L. (2015). Regulation and management of marine litter. In Marine Anthropogenic Litter. Bergmann, M., Gutow, L. and Klages, E. (eds.). Springer Open. 395-428. https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-3-319-

16510-3%2F1.pdf. Accessed 12 January 2021. Accessed 12 January 2021.

Chen, G., Feng, Q. and Wang, J. (2020). Mini-review of microplastics in the atmosphere and their risks to humans. Science of The Total Environment 703, 135504. http:/doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019 135504. Accessed 12

January 2021.

Chiba, S., Saito, H., Fletcher, R., Yogi, T., Kayo, M., Miyagi, S. et al. (2018). Human footprint in the abyss: 30 year records of deep-sea plastic debris. Marine Policy 96, 204-212. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.03 022.

Accessed 12 January 2021.

Chubarenko, I., Bagaev, A., Zobkov, M. and Esiukova, E. (2016). On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environments. Marine Pollution Bulletin 108(1-2), 105-112. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.048. Accessed 12 January 2021.

Chubarenko, I.P., Esiukova, E.E., Bagaev, A.V., Bagaeva, M.A. and Grave, A.N. (2018). Three- dimensional distribution of anthropogenic microparticles in the body of sandy beaches. Science of The Total Environment 628-629, 1340-1351. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.167. Accessed12 January 2021.

Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C. and Galloway, T.S. (2015). The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod Calanus helgolandicus. Environmental Science and Technology 49(2), 1130-1137. https://doi.org/10.1021/es504525u. Accessed 12 January 2021.

Collins, C. and Hermes, J.C. (2019). Modellingtheaccumulationandtransport of floating marine microplastics around South Africa. Marine Pollution Bulletin 139, 46-58. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.028.

Accessed 12 January 2021.

Constantino, E., Martins, I., Sierra, J.M.S. and Bessa, F. (2019). Abundance and composition of floating marine macro litter on the eastern sector of the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin 138, 260-265. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.008. Accessed 12 January 2021.

Corradini, F., Pablo Meza, P., Eguiluz, R., Casado, F., Huerta-Lwanga, E. and Geissen, V. (2019). Evidence of microplastic accumulation in agricultural soils from sewage sludge disposal. Science of The Total Environment 671, 411-420. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.368. Accessed 12 January 2021.

Costa, M.F. and Duarte, A.C. (2017). Microplastics sampling and sample handling. In Comparative Analytical Chemistry 75. Rocha-Santos, T.A.P. and Duarte, A.C. (eds.). Elsevier. 25-47. https://doi.org/10.1016/bs.coac.2016.11.002. Accessed 12 January 2021.

Costanza, R., de Groot, R., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S. et al. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change 26, 152-158. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002. Accessed 12 January 2021.

Cowger, W., Gray, A.B. and Schult, R.C. (2019). Anthropogenic litter cleanups in Iowa riparian areas reveal the importance of near-stream and watershed scale land use. Environmental Pollution 250, 981- 989. http://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.04.052. Accessed 12 January 2021.

DOC_1&format=PDF. Accessed 25 May 2021.

European Commission (2018b). A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. Brussels, 16.1.2018 COM(2018)28. https://ec.europa. eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_18_3909 Accessed 12 January 2021.

European Union (2019a). Environmental and Health Risks of Microplastic Pollution. Group of Chief Scientific Advisors Scientific Opinion 6/2019 (Supported by SAPEA Evidence Review Report No. 4). Scientific Advice Mechanism (SAM). https://doi.org/10.2777/65378. Accessed 12 January 2021.

European Union (2019b). Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. Official Journal of the European Union L 155/1. https://eur-lex.europa.eu/legal- content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904. Accessed 12 January 2021.

Fazey, F.M. and Ryan, P.G. (2016). Biofouling on buoyant marine plastics: An experimental study into the effect of size on surface longevity. Environmental Pollution 210, 354-360. https://doi.org/10.1016/j.

envpol.2016.01.026. Accessed 12 January 2021.

FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Rome. http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture. Accessed 12 January 2021.

Ferreira, S., Convery, F. and McDonnell, S. (2007). The most popular tax in Europe? Lessons from the Irish plastic bags levy. Environmental and Resource Economics 38, 1-11. https://doi.org/10.1007/s10640-006-9059-2. Accessed 12 January 2021.

Filho, W.L., Saari, U., Fedoruk, M., Iital, A., Moora, H., Klöga, M. et al. (2019). An overview of the problems posed by plastic products and the role of extended producer responsibility in Europe. Journal of Cleaner Production 214, 550-558. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.256. Accessed 12 January 2021

Flaws, J., Damdimopolou, P., Patisaul, H.B., Gore, A., Raetzman, L., and Vandenberg, L.N. (2020). Plastics, EDCs and Health. Guide for public interest organisations and policy-makers on endocrine disrupting chemicals and plastics. Endocrine Society and IPEN. https://www.endocrine.org/-/media/endocrine/files/topics/edc_guide_2020_v1_6chqennew-version.pdf Accessed 25 May 2021.

Fleet, D., Vlachogianni, T. and Hanke, G., (2021). A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring. EUR 30348 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978- 92-76-21445-8. https://doi.org/10.2760/127473 , JRC121708 Forrest, A., Giacovazzi, L., Dunlop. S., Reisser, J., Tickler, D., Jamieson, A. et al. (2019). Eliminating plastic pollution: How a voluntary contribution from industry will drive the circular plastics economy. Frontiers in Marine Science 6, 627. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00627. Accessed 12 January 2021.

Forrest, S.A., Bourdages, M.P.T., and Vermaire, J.C. (2020). Microplastics in freshwater ecosystems. In Handbook of Microplastics in the Environment. Rocha-Santos, T., Costa, M., and Mouneyrac, C., (eds.). Cham: Springer. 1019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10618-8_2-1. Accessed 12 January 2021.

Fossi, M.C., Panti, C., Baini, M. and Lavers, J.L. (2018). A review of plastic-associated pressures: Cetaceans of the Mediterranean Sea and Eastern Australian Shearwaters as case studies. Frontiers in Marine Science 5, 173. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00173. Accessed 12 January 2021.

Fossi, M.C., Vlachogianni, T., Galgani, F., Innocenti, F.D., Zampetti, G. and Leone, G. (2020). Assessing and mitigating the harmful effects of plastic pollution: The collective multi-stakeholder driven Euro- Mediterranean response. Ocean and Coastal Management 184, 105005. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105005. Accessed 12 January 2021.

Franceschini, S., Mattei, F., D'Andrea, L., Nardi, A. Di, Fiorentino, F., Garofalo,

G. et al. (2019). Rummaging through the bin: Modelling marine litter distribution using Artificial Neural Networks. Marine Pollution Bulletin 149, 110580. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110580. Accessed 12 January 2021.

Franco-Trecu, V., Drago, M., Katz, H., Machin, E. and Marin, Y. (2017). With the noose around the neck: Marine debris entangling otariid species. Environmental Pollution 220 (Part B), 985-989. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.057. Accessed 12 January 2021.

Galgani, F., Brien, A.So., Weis, J. et al. (2021). Are litter, plastic and microplastic

et al. (2017). A first overview of textile fibres, including MPs, in indoor and outdoor environments. Environmental Pollution 221, 453-458. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013. Accessed 12 January 2021.

Duhec, A.V., Jeanne, R.F., Maximenko, N. and Hafner, J. (2015). Composition and potential origin of marine debris stranded in the Western Indian Ocean on remote Alphonse Island, Seychelles. Marine Pollution Bulletin 96(1-2), 76-86. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.042. Accessed

12 January 2021.

Duncan, E.M, Broderick, A.C., Fuller, W.J., Galloway, T.S., Godfrey, M.H., Hamann, M. et al. (2018a). Microplastic ingestion ubiquitous in marine turtles. Global Change Biology 25, 744-752. https://doi.org/10.1111/gcb.14519. Accessed 12 January 2021.

Duncan, E.M., Arrowsmith, J., Bain, C., Broderick, A.C., Lee, J., Metcalfe,

K. et al. (2018b). The true depth of the Mediterranean plastic problem: Extreme microplastic pollution on marine turtle nesting beaches in Cyprus. Marine Pollution Bulletin 136, 334-340. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09019 . Accessed 12 January 2021.

Dunlop, S.W., Dunlop, B.J. and Brown, M. (2020). Plastic pollution in paradise: Daily accumulation rates of marine litter on Cousine Island, Seychelles. Marine Pollution Bulletin 151, 110803. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019 110803. Accessed 12 January 2021.

Dussud, C., Meistertzheim, A.L., Conan, P., Pujo-Pay, M., George, M., Fabre,

P. et al. (2018a). Evidence of niche partitioning among bacteria living on plastics, organic particles and surrounding seawaters. Environmental Pollution 236, 807-816. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.027. Accessed 12 January 2021.

Dussud, C., Hudec, C., George, M., Fabre, P., Higgs, O., Bruzuad, S. et al. (2018b). Colonization of non- biodegradable and biodegradable plastics by marine microorganisms. Frontiers in Microbiology 9, 1571. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01571. Accessed 12 January 2021.

Eagle, L., Hamann, M. and Low, D.R. (2016). The role of social marketing, marine turtles and sustainable tourism in reducing plastic pollution. Marine Pollution Bulletin 107(1), 324-332. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.040. Accessed 12 January 2021.

Ellen MacArthur Foundation (2016). The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics and Catalysing Action. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf. . Accessed 12 January 2021.

Ellen MacArthur Foundation (2017). Global commitment: A circular economy for plastic in. which it never becomes waste. https://www.newplasticseconomy.org/projects/global-commitment. Accessed 12 January 2021.

Ellen MacArthur Foundation (2020). Global Plastic Action Partnership: A word without plastic waste and pollution is possible. https:// globalplasticaction.org. Accessed 12 January 2021.

Ellen MacArthus Foundation (2021). Upstream innovations. A guide to packaging solutions. Ellen MacArthur Foundation. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/upstream-innovation. Accessed 13 July 2021

Enyoh, C.E., Verla, A.W., Verla, E.N., Ibe, F.C. and Amaobi, C.E. (2019). Airborne microplastics: A review study on method for analysis, occurrence, movement and risks. Environmental Monitoring and Assessment 191, 668. https://doi.org/10.1007/s10661-019-7842-0. Accessed 12 January 2021.

Eriksen, M., Lebreton, L.C., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C. et al. (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. Accessed 12 January 2021.

European Commission (2017). Nautical Tourism. Commission Staff Working Document. Brussels, 30.3.2017 SWD(2017) 126 final https://ec.europa. eu/oceans-and-fisheries/system/files/2021-03/swd-2017-126_en.pdf Accessed 31 January 2021

European Commission (2018a). Reducing Marine Litter: Action on single-use plastics and fishing gear Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of the impact of certain plastics products on the environment. Commission Staff Working Document Impact Assessment 28.5.2018 SWD(2018) 254 final PART 1/3 Brussels. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:4d0542a2-6256-11e8-ab9c-01aa75ed71a1.0001.02/

216, 95-103. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05 043. Accessed 12 January 2021.

Green, D.S., Boots, B., Blockley, D.J., Rocha, C. and Thompson, R. (2015). Impacts of discarded plastic bags on marine assemblages and ecosystem functioning. Environmental Science and Technology 49(9), 5380-5389. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b00277. Accessed 12 January 2021.

Green, D.S., Boots, B., Sigwart, J., Jiang, S. and Rocha, C. (2016). Effects of conventional and biodegradable microplastics on a marine ecosystem engineer (Arenicola Marinamarina) and sediment nutrient cycling. Environmental Pollution 208, 426-434. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.10.010. Accessed 12 January 2021.

Green, D.S., Boots B., O'Connor, N.E. and Thompson, R. (2017). Microplastics affect the ecological functioning of an important biogenic habitat. Environmental Science and Technology 51(1), 68-77. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04496. Accessed 12 January 2021.

Green, D.S., Colgan, T.J., Thompson, R.C. and Carolan, J.C. (2019). Exposure to microplastics reduces attachment strength and alters the haemolymph proteome of blue mussels (Mytilus edulis). Environmental Pollution 246, 423-434. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.12.017. Accessed 12 January 2021.

Groh, K.J., Backhaus, T., Carney-Almroth, B., Gueke, B., Inostroza, P.A., Lennquist, A. et al. (2019). Overview of known plastic packaging- associated chemicals and their hazards. Science of The Total Environment 651, 3253-3268. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.015. Accessed 12 January 2021.

Guo, X. and Wang, J. (2019). The chemical behaviours of microplastics in marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin 142, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.019. Accessed 12 January 2021.

Hall, K. (2000). Impacts of Marine Debris and Oil: Economic and Social Costs to Coastal Communities. Lerwick, Shetland, United Kingdom: Kommunenes Internasjonale Miljøorganisasjon (KIMO). https://www.kimointernational.org/wp/wp-content/uploads/2017/09/KIMO_Impacts-of-Marine-Debris-and-Oil_Karen_Hall_2000.pdf. Accessed 12 January 2021.

Hallanger, I.G. and Gabrielsen, G.W. (2018). Plastics in the European Arctic. Brief Report No. 045, Norwegian Polar Institute. http://www.synturf.org/images/NPI_Report_-_Kortrapport45.pdf. Accessed 12 January 2021.

Hämer, J., Gutow, L., Köhler, A., Saborowski, R., Hämer, J., Gutow, L. et al. (2014). Fate of microplastics in the marine isopod Idotea emarginata. Environmental Science and Technology 48(22), 13451-13458. https://doi.org/10.1021/es501385y. Accessed 12 January 2021.

Hanke, G., Walvoort, D., Van Loon, W., Addamo, A.M., Brosich, A., del Mar Chaves Montero, M. et al. (2019). EU Marine Beach Litter Baselines: Analysis of a Pan-European 2012-2016 Beach Litter Dataset. EUR 30022. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi. org/10.2760/16903. Accessed 12 January 2021.

Hardesty, B.D. and Wilcox, C. (2017). A risk framework for tackling marine debris. Analytical Methods, 9: 1429. https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2017/ay/c6ay02934e Accessed 20/6/2021

Harris, P.T. (2020). The fate of microplastic in marine sedimentary environments: A review and synthesis. Marine Pollution Bulletin 158, 111398. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111398. Accessed 10 February 2021.

Harris, P.T., Tamelander, J., Lyons, Y., Neo. M.L. and Maes, T. (2021). Taking a mass-balance approach to assess marine plastics in the South China Sea. Marine Pollution Bulletin 171, 112 708. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112708. Accessed 20 June 2021.

Harrison, J.P., Boardman, C., O'Callaghan, K., Delort, A.M. and Song, J. (2018). Biodegradability standards for carrier bags and plastics films in aquatic environments: A critical review. Royal Society Open Science 5, 171792. https://doi.org/10.1098/rsos.171792. Accessed 12 January 2021.

Hartley, B.L., Pahl, S., Veiga, J., Vlachogianni, T., Vasconcelos, L., Maes, T. et al. (2018a). Exploring public views on marine litter in Europe: Perceived causes, consequences and pathways to change. Marine Pollution Bulletin 133, 945-955. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.061. Accessed 12 January 2021.

Hartley, B.L., Pahl, S., Holland, M., Alampei, I., Veiga, J. and Thompson,

R.C. (2018b). Turning the tide on trash: Empowering European educators and school students to tackle marine litter. Marine Policy 96, 227-234. quantities increasing in the ocean? Microplastics and Nanoplastics. 1, 2. https://doi.org/10.1186/s43591-020-00002-Galloway, T.S., Cole, M. and Lewis, C. (2017). Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. Nature Ecology and Evolution 1(5), 1-8. https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116. Accessed 12 January 2021.

Garaba, S.P. and Dierssen, H.M. (2018). An airborne remote sensing case study of synthetic hydrocarbon detection using short wave infrared absorption features identified from marine- harvested macro- and microplastics. Remote Sensing of Environment 205, 224-235. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.11.023. Accessed 12 January 2021.

Gattringer, C.W. (2018). A revisited conceptualization of plastic pollution accumulation in marine environments: Insights from a social ecological economics perspective. Marine Pollution Bulletin 96, 221-226. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.036. Accessed 12 January 2021.

GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (2015).Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. Kershaw, P.J. (ed.). IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP. https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor- 10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf. Accessed 11 January 2021.

GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (2019). Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastics Litter in the Ocean. IMO/FAO/UNESCO- IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP. http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the- monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean. Accessed 11 January 2021

GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (2020a). Proceedings of the GESAMP International Workshop on Assessing the Risks Associated with Plastics and Microplastics in the Marine Environment. Kershaw, P.J., Carney Almroth, B., Villarrubia- Gómez, P., Koelmans, A.A. and Gouin, T. (eds.). IMO/ FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/ UNEP/UNDP/ISA.http://www.

gesamp.org/publications/gesamp-international-workshop-on- assessing-the-risks-associated-with-plastics-and-microplastics-in-the-marine-environment. Accessed 11 January 2021

GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (2020b). Sea-based Sources of Marine Litter – A Review of Current Knowledge and Assessment of Data Gaps. Second Interim Report of GESAMO Working Group 43. June 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: http://www.fao.org/3/cb0724en/cb0724en.pdf. Accessed 11 January 2021

Gewert, B., Plassmann, M.M. and Macleod, M. (2015). Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environment. Environmental Science: Processes and Impacts 17, 1513-1521. https://doi.org/10.1039/c5em00207a. Accessed 11 January 2021

Geyer, R. (2020). Production, use and fate of synthetic polymers in plastic waste and recycling. In Plastic Waste and Recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions. Letcher, T.M. (ed.). Cambridge, MA: Academic Press.13-32. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ B9780128178805000025?via%3Dihub. Accessed 11 January 2021.

Geyer, R., Kuczenski, B., Zink, T. and Henderson, A. (2016). Common misconceptions about recycling. Journal of Industrial Ecology 20(5), 1010-1017. https://doi.org/10.1111/jiec.12355 . Accessed 11 January 2021.

Goel, N., Fatima, S.W., Kumar, S., Sinha, R., and Khare, S.K. (2021). Antimicrobial resistance in biofilms: exploring marine actinobacteira as a potential source of antibiotics and biofilm inhibitors. Biotechnology Reports, 30, e00613 https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00613 Accessed 8 June 2021

González-Fernández, D. and Hanke, G. (2017). Toward a harmonized approach for monitoring of riverine floating macro litter inputs to the marine environment. Frontiers in Marine Science 4, 86. https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00086. Accessed 12 January 2021.

Gouin, T., Roche, N., Lohmann, R. and Hodges, G. (2011). A thermodynamic approach for assessing the environmental exposure of chemicals absorbed to microplastic. Environmental Science and Technology 45(4), 1466-1472. https://doi.org/10.1021/es1032025. Accessed 12 January 2021.

GPML (Global Partnership for Marine Litter) (2021). GPML Digital Platform. https://digital.gpmarinelitter.org/ Accessed 13 July 2021

Green, D.S. (2016). Effects of microplastics on European flat oysters, Ostrea edulis and their associated benthic communities. Environmental Pollution

IMarEST (Institute of Marine Engineering Science and Technology) (2019). Steering towards an Industry Level Response to Marine Plastic Pollution: Roundtable Summary Report. London. https://www.imarest.org/policy-news/ thought-leadership/1039-marine-plastics/file. Accessed 12 January 2021.

Imhof, H.K., Sigl, R., Brauer, E., Feyl, S., Giesemann, P., Klink, S. et al. (2017). Spatial and temporal variation of macro-, meso- and microplastic abundance on a remote coral island of the Maldives, Indian Ocean. Marine Pollution Bulletin 116, 340-347. https://doi.org/10.1016/j. marpolbul.2017.01 010. Accessed 12 January 2021.

International Chamber of Shipping (2021). Shipping and world trade. https://www.ics-shipping.org/shipping-fact/shipping-and-world-trade-driving-prosperity/. Accessed 10 September 2021.

IRP (International Resource Panel) (2019). Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. Oberle, B., Bringezu, S., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., Clement, J., and Cabernard, L., Che, N., Chen, D., Droz-Georget , H. et al. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya. https:// www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook. Accessed 15 June 2021

IRP (2021). Policy options to eliminate additional marine plastic litter by 2050 under the G20 Osaka Blue Ocean Vision. Fletcher, S., Roberts, K.P., Shiran, Y., Virdin, J., Brown, C., Buzzi, E., Alcolea, I.C., Henderson, L., Laubinger, F., Milà i Canals, L., Salam, S., Schmuck, S.A., Veiga, J.M., Winton, S., Youngblood, K.M. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya. https://www.resourcepanel.org/sites/ default/ files/documents/document/media/policy_options_to_eliminate_ additional_ marine_plastic_litter.pdf Accessed 13 July 2021.

Jacob, H., Besson, M., Swarzenski, P.W., Lecchini, D. and Metian, M. (2020). Effects of virgin micro- and nanoplastics on fish: Trends, meta-analysis, and perspectives. Environmental Science and Technology 54(8), 4733–4745. https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.9b05995. Accessed 12 January 2021.

Jambeck, J., Hardesty, B.D., Brooks, A.L., Friend, T., Teleki, K., Fabres, J. et al. (2018). Challenges and emerging solutions to the land-based plastic waste issue in Africa. Marine Policy 96, 256-263. https://doi.org/10.1016/j. marpol.2017.10.041. Accessed 12 January 2021.

Jang, Y.C., Hong, S., Lee, J., Lee, M.J. and Shim, W.J. (2014). Estimation of lost tourism revenue in Geoje island from the 2011 marine debris pollution event in South Korea. Marine Pollution Bulletin 81, 49-54. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.021 . Accessed 12 January 2021.

Jang, Y.C., Lee, J., Hong, S., Choi, H.W., Shim, W.J. and Hong, S.Y. (2015). Estimating the global inflow and stock of plastic marine debris using material flow analysis. Journal of the Korean Society for Marine Environment and Energy 18, 263-273.

Janssen, C., de Rycke, M. and van Cauwenberghe, L. (2014). Marine Pollution along the East Africa Coast: Problems and Challenges. International Workshop – Sustainable Use of Coastal and Marine Resources in Kenya: From Research to Societal Benefits. Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Environmental Toxicology Unit Lab (GhenToxLab), University of Ghent, Belgium. http://www.vliz.be/kenya/ sites/vliz.be.kenya/ files/public/KMFRIdocuments/Colin%20Janssen.pdf. Accessed 12 January 2021.

Jeffrey, C.F., Havens, K.J., Slacum, H.W., Bilkovic, D.M., Zaveta, D., Scheld, A.M. et al. (2016). Assessing Ecological and Economic Effects of Derelict Fishing Gear: A Guiding Framework. Virginia Institute of Marine Science, William and Mary. http://doi.org/10.21220/V50W23. Accessed 12 January 2021.

Jobstvogt, N., Hanley, N., Hynes, S., Kenter, J. and Witte, U. (2014). Twenty thousand sterling under the sea: Estimating the value of protecting deep-sea biodiversity. Ecological Economics 97, 10-19. https://doi.org/10.1016/j. ecolecon.2013.10.019. Accessed 12 January 2021.

Joshi, C., Seay, J. and Banadda, N. (2019). A perspective on locally managed decentralized circular economy for water plastic in developing countries. Environmental Programmes in Sustainable Energy 38, 3-11. https://doi.org/10.1002/ep.13086. Accessed 12 January 2021.

Kandziora, J.H., van Toulon, N., Sobralb, P., Taylor, H.L., Ribbink, A.J., Jambeck, J.R. et al. (2018). The important role of marine debris networks to prevent and reduce ocean plastic pollution. Marine Pollution Bulletin 141, 657-662. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.034. Accessed 12 January 2021.

Kanhai, L.D.K., Gårdfeldt, K., Lyashevska, O., Hesselhöv, Thompson, R.C. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.002. https://doi.org/10.1016/j. marpol.2018.02.002.Accessed 12 January 2021.

Haward, M. (2018). Plastic pollution of the world's seas and oceans as a contemporary challenge in ocean governance. Nature Communications 9, 667. http://doi.org/10.1038/s41467-018-03104-3. Accessed 12 January 2021

He, P., Chen, L., Shao, L., Zhang, H. and Lu, F. (2019). Municipal solid waste (MSW) landfill: A source of microplastic? – Evidence of microplastics in landfill leachate. Water Research 159, 38-45. https://doi.org/10.1016/j. watres.2019.04.060. Accessed 12 January 2021.

HELCOM (2017). Measuring Progress for the Same Targets in the Baltic Sea. The Baltic Marine Environment Protection Commission. http://www. helcom.fi/Lists/Publications/BSEP150.pdf. Accessed 12 January 2021.

HELCOM (2018). HELCOM Guidelines for Monitoring Beach Litter. The Baltic Marine Environment Protection Commission. https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Guidelines-for-monitoring-beach-litter.pdf. Accessed 12 January 2021.

Henry, B., Laitala, K. and Grimstad Klepp, I. (2019). Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment. Science of The Total Environment 652, 483-494. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.166 . Accessed 12 January 2021.

Hermabessiere, L., Dehaut, A., Paul-Pont, I., Lacroix, C., Jezequel, R., Soudant,

P. et al. (2017). Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review. Chemosphere 182, 781-793. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.096. Accessed 12 January 2021.

Herzke, D., Anker-Nilssen, T., Nøst, T.H., Götsch, A., Christensen-Dalsgaard, S., Langset, M. et al. (2016). Negligible impact of ingested microplastics on tissue concentrations of persistent organic pollutants in northern fulmars off coastal Norway. Environmental Science and Technology 50(4), 1924-1933. http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b04663. Accessed 12 January 2021.

Hidalgo-Ruiz, V. and Thiel, M. (2015). The contribution of citizen scientists to the monitoring of marine litter. In Marine Anthropogenic Litter. Bergmann, M., Gutow, L. and Klages, E. (eds.). Cham: Springer. 429-447. https://www.springer.com/gp/book/9783319165097. https://www.springer.com/gp/book/9783319165097.Accessed 12 January 2021.

Holland, E.R., Mallory, M.L. and Shutler, D. (2016). Plastics and other anthropogenic debris in freshwater birds from Canada. Science of The Total Environment 571, 251-258. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07

158. Accessed 12 January 2021.

Hong, S.H., Shim, W.J. and Hong, L. (2017a). Methods of analysing chemicals associated with microplastics: A review. Analytical Methods 9, 1361 https://doi.org/10.1039/c6ay02971j. Accessed 12 January 2021.

Hong, S., Lee, J. and Lim, S. (2017b). Navigational threats by derelict fishing gear to navy ships in the Korean Seas. Marine Pollution Bulletin 119(2), 100-105. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04 006. Accessed 12 January 2021.

Horton, A.A. and Dixon, S.J. (2018). Microplastics: An introduction to environmental transport processes. WIREs Water 5(2), e1268. https://doi.org/10.1002/wat2.1268. Accessed 12 January 2021.

Huang, F.Y., Yang, K., Zhang, Z.X., Su, J.Q., Zhu, Y.G. and Zhang, X. (2019). Effects of microplastics on antibiotic resistance genes in estuarine sediments. PMID 40(5), 2234-2239 [in Chinese]. https://doi.org10.13227/j. hjkx.201810108; English abstract at https://pubmed.ncbi.nlm.nih. gov/31087861/. Accessed 12 January 2021.

ICIS [Independent Commodity Intelligence Services] (2020). Post corona virus what will change? https://icis.com/explore/resources/news/2020/04/30/10502603/post-corona-what-will-change. Accessed 13 July 2021

ILO (International Labour Organization) (2017). Cooperation among Workers in the Informal Economy: A Focus on Home-based Workers and Waste Pickers. A Joint ILO and WIEGO Initiative. Geneva. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---coop/documents/publication/wcms_567507.pdf. Accessed 12 January 2021.

ILO (2019). Waste Pickers' Cooperatives and Social and Solidarity Economy Organizations. Cooperatives and the World of Work Series No. 12. Geneva. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---coop/documents/publication/wcms_715845.pdf. Accessed 12 January 2021

and reaction of tourist groups to beach marine debris that can influence a loss of tourism revenue in coastal areas. Marine Policy 85, 87-99. https:// doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.021. Accessed 12 January 2021.

Landrigan, P.J., Stegeman, J., Fleming, L., Allemand, D., Anderson, D., Backer, L. et al. (2020) Human health and ocean pollution. Annals of Global Health 86(1) 151, 1-64. https://doi.org/10.5334/aogh.2831. Accessed 13 January 2021.

Lau, W.Y., Shiran, Y., Bailey, R.M., Cook, E., Stutchey, M.R., Koskella, J. et al. (2020). Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. Science 369(6510), 1455-1461. https://doi.org/10.1126/science.aba9475; or https:// www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/articles/2020/10/08/ plastic-pollution- rampant-worldwide-could-be-cut-by-80-percent-in-20- years (free access link also on this page). Accessed 13 January 2021.

Lavers, J.L. and Bond, A.L. (2017). Exceptional and rapid accumulation of anthropogenic debris on one of the world's most remote and pristine islands. Proceedings of the National Academy of Sciences 114(23), 6052-6055. https://doi.org/10.1073/pnas.1619818114. https://doi.org/10.1073/pnas.1619818114.Accessed 13 January 2021.

Law, K.L., Morét-Ferguson, S.E., Goodwin, D.S., Zettler, E.R., DeForce, E., Kukulka, T. et al. (2014). Distribution of surface plastic debris in the eastern Pacific Ocean from an 11-year data set. Environmental Science and Technology 48(9), 4732-38. https://doi.org/10.1021/es4053076. Accessed 13 January 2021.

Law, K.L.L. (2017). Plastics in the marine environment. Annual Review of Marine Science 9, 205-29. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060409. Accessed 13 January 2021. https://doi.org/10.7846/JKOSMEE.2015.18.4.263. Accessed 12 January 2021.

Lebreton, L.C., van der Zwet, J., Damsteeg, J.W., Slat, B., Andrady, A. and Reisser, J. (2017). River plastics emissions to the world's oceans. Nature Communications 8, 5611. https://doi.org/10.1038/ncomms15611. Accessed 13 January 2021.

Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R. et al. (2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. Scientific Reports 8, 4666 https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w. Accessed 13 January 2021.

Lebreton, L., Egger, M. and Slat, B. (2019) A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. Scientific Reports 9, 12922 [also see Lebreton, L., Egger, M. and Slat, B. (2020). Author correction: A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. Scientific Reports 10, 1841, below]. https://doi.org/10.1038/s41598-019-

49413-5. Accessed 13 January 2021.

Lebreton, L., Egger, M. and Slat, B. (2020). Author correction: A global mass budget for positively buoyant microplastic debris in the ocean in the ocean. Scientific Reports 10, 1841. https://doi.org/10.1038/s41598-020-58755-4. Accessed 13 January 2021.

Leggett, C., Schere, N., Haab, T.C., Bailey, R., Landrum, J.P. and Domanski,A. (2018). Assessing the economic benefits of reductions in marine debris at southern California beaches: A random utility travel cost model. Marine Resource Economics 33(2), 133-153. https://doi.org/10.1086/697152. Accessed 13 January 2021.

Leslie, H.A., Leonards, P.E.G., Brandsma, S.H., J. de Boer, and Jonkers, N. (2016) Propelling plastics into the circular economy – weeding out the toxics first. Environmental International 94, 230-234. https://www.sciencedirect.com/

science/article/pii/S0160412016301854. Accessed 25 May 2021.

Li, L. F., Zhang, X., Luan, Z. D., Du, Z. F., Xi, S. C., Wang, B., et al. (2018). In

situ quantitative raman detection of dissolved carbon dioxide and sulfate in deepsea high-temperature hydrothermal vent fluids. Geochemical Geophysical Geosystems 19:7445. https://doi.org/10.1029/2018GC007445 Accessed 20 June 2021

Lieder, M. and Rashid, A. (2015) Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. Journal of Cleaner Production, 115: 36-51. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042 Accessed 20 June 2021

Lindeque, P.K., Cole, M., Coppock, R.L., Lewis, C.N., Miller, R.Z., Watts, A.J.R. et al. (2020). Are we underestimating microplastic abundance in the marine environment? A comparison of microplastic capture with nets of different mesh-size. Environmental Pollution 265, Part A, 114721. https:// doi.org/10.1016/j.envpol.2020 114721. Accessed 13 January 2021.

and O'Conner, I. (2018). Microplastics in sub-surface waters of the Arctic Central Basin. Marine Pollution Bulletin 130, 8-18. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.011. Accessed 12 January 2021.

Kanhai, L.D.K., Johansson, C., Frias, J.P.G.L., Gårdfeldt, K., Thompson, R.C. and O'Connor, I. (2019). Deep sea sediments of the Arctic Central Basin: A potential sink for microplastics. Deep-Sea Research I Oceanography Research Papers 145, 137-142. https://doi.org/10.1016/j.dsr.2019.03.003. Accessed 12 January 2021.

Karasik, R., Vegh, T., Diana, Z., Bering, J., Caldas, J., Pickle, A., Rittschof, D. and Virdin, J. (2020). 20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University, Durham, North Carolina, United States. https://nicholasinstitute.duke.edu/publications/20-years-government-responses-global-plastic- pollution-problem. Accessed 12 January 2021.

Karlsson, T.M., Arneborg, L. Bronström, G., Carney Almroth, B., Gipperth,

L. and Hassellöv, M. (2018). The unaccountability case of plastic pellet pollution. Marine Pollution Bulletin 129, 52-60. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.041. Accessed 12 January 2021.

Kaza, S.L.C., Yao, P., Bhada-Tata, P. and Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0

: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development Series. Washington, D.C.: World BankGroup. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317. Accessed 12 January 2021.

Kedzierski, M., d'Almeida, M., Magueresse, A., Le Grand, A., Duval, H., César,

G. et al. (2018). Threat of plastic ageing in marine environments. Adsorption/desorption of micropollutants. Marine Pollution Bulletin 127, 684-694. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.059. Accessed 12 January 2021.

Kiessling, T., Salas, S., Mutafoglu, K. and Thiel, M. (2017). Who cares about dirty beaches? Evaluating environmental awareness and action on coastal litter in Chile. Ocean and Coastal Management 137, 82-95. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.11.029. Accessed 12 January 2021.

Kirstein, I.V., Kirmizi, S., Wichels, A., Garin-Fernandez, A., Erler, R., Martin, L. et al. (2016). Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic Vibrio spp. on microplastics particles. Marine Environmental Research 120, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.07.004. Accessed 12 January 2021.

Koelmans, A.A., Besseling, E. and Foekema, E.L. (2014). Leaching of plastics additives to marine organisms. Environmental Pollution 187, 49-54. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.12.013. Accessed 12 January 2021.

Koelmans, A.A., Bakir, A., Burton, G.A. and Janssen C.R. (2016). Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: Critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. Environmental Science and Technology 50(7), 3315-3326. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06069. Accessed 12 January 2021.

Koelmans, A.A., Besseling, E., Foekema, E., Kooi, M., Mintenig, S., Ossendorp,

B.C. et al. (2017). Risks of plastic debris: Unravelling fact, opinion, perception and belief. Environmental Science and Technology 51(20), 11513-11519. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02219. Accessed 12 January 2021.

Koelmans, A.A., Mohamed Nor, N.H., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S.M. and De France, J. (2019). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. Water Research 155, 410-422. https:// doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054. Accessed 12 January 2021.

Koelmans, A.A., Redondo-Hasselerharm, P.E., Nor, N.H.M. and Kooi, M. (2020). Solving the nonalignment of methods and approaches used in microplastic research to consistently characterize risk. Environmental Science and Technology, 54 (19), 12307-12315. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02982. Accessed 12 January 2021.

Kögel T., Refosco A. and Maage A. (2020). Surveillance of seafood for microplastics. In Handbook of Microplastics in the Environment. Rocha-Santos, T., Costa, M. and Mouneyrac, C. (eds.). Cham: Springer. 1-34. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10618-8_28-1. Accessed 12 January 2021.

Kooi, M., Reisser, J., Slat, B., Ferrari, F.F., Schmid, M.S., Cunsolo, S. et al. (2016). The effect of particle properties on the depth profile of buoyant plastics in the ocean. Scientific Reports 6, 33882. https://doi.org/10.1038/srep33882. Accessed 12 January 2021.

Krelling, A.P., Williams, A.T and Turra, A. (2017). Differences in perception

Maximenko, N., Corradi, P., Law, K.L., Van Sebille, E., Garaba, S.P., Lampitt,

R.S. et al. (2019). Toward the Integrated Marine Debris Observing System. Frontiers in Marine Science 6, 447. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00447. Accessed 13 January 2021.

McIlgorm, A., Campbell H. F. and Rule M. J. (2008). Understanding the economic benefits and costs of controlling marine debris in the APEC region (MRC 02/2007). A report to the Asia-Pacific Economic Cooperation Marine Resource Conservation Working Group by the National Marine Science Centre (University of New England and Southern Cross University), Coffs Harbour, NSW, Australia, December. https://www.apec.org/Publications/2009/04/Understanding-the-Economic-Benefits-and-Costs-of-Controlling-Marine-Debris-In-the-APEC-Region Accessed 27 July 2021

McIlgorm, A., Campbell, H.F. and Rule, M.J. (2011). The economic cost and control of marine debris damage in the Asia-Pacific region. Ocean and Coastal Management 54(9), 643-651. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.05.007. Accessed 13 January 2021.

McIlgorm, A., Raubenheimer, K. and McIlgorm, D.E. (2020). Update of 2009 APEC Report on Economic Costs of Marine Debris to APEC Economies. Report to the APEC Oceans and Fisheries Working Group by the Australian National Centre for Ocean Resources and Security (ANCORS), University of Wollongong, Australia. https://www.apec.org/Publications/2020/03/Update-of-2009-APEC-Report- on-Economic-Costs-of-Marine-Debris-to-APEC-Economies.https://www.apec.org/Publications/2020/03/Update-of-2009-APEC-Report-on-Economic-Costs-of-Marine-Debris-to-APEC-Economies. Accessed 13 January 2021.

McNeish, R.E., Kim, L.H., Barrett, H.A., Mason, S.A, Kelly, J.J. and Hoellein, T.J. (2018). Microplastic in riverine fish is connected to species traits. Scientific Reports 8(1), 11639. https://doi.org/10.1038/s41598-018-29980-9. https://

doi.org/10.1038/s41598-018-29980-9.Accessed 13 January 2021.

Meijer, J.J., van Emmerik, T., van der Ent, R. Schmidt, C. and Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. Science Advances 7(18), eaaz5803. https://doi. org/10.1126/sciadv.aaz5803. Accessed 30 May 2021

Michida, Y., Chavanich, S., Cózar Cabañas, A., Hagmann, P., Hinata, H., Isobe,

A. et al. (2020). Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods. Version 1.1, June 2020. Ministry of the Environment of Japan. https://www.env.go.jp/en/water/marine_litter/guidelines/guidelines.pdf. Accessed 13 January 2021.

Miller, R.Z., Watts, A.J., Winslow, B.O., Galloway, T.S. and Barrows, A.P.W. (2017). Mountains to the sea: River study of plastic and non-plastic microfibre pollution in the northeast USA. Marine Pollution Bulletin 124(1), 245-251. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.028. Accessed 13 January 2021.

Mouat, J., Lozano, R.L. and Bateson, H. (2010). Economic Impacts of Marine Litter. KIMO (Kommunernes International Miljøorganisation/ Local Authorities International Environmental Organisation). http://www.kimointernational.org/wp/wp-content/uploads/2017/09/KIMO_Economic-Impacts-of-Marine-Litter.pdf. Accessed 13 January 2021.

Moltmann, T., Turton, J., Zhang, H.-M., Nolan, G., Gouldman, C., Griesbauer,

L. et al. (2019). A Global Ocean Observing System (GOOS), delivered through enhanced collaboration across regions, communities, and new technologies. Frontiers in Marine Science 6, 291. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00291. Accessed 13 January 2021.

M'Rabat, C., Pringault, O., Zmerli-Triki, H., Héla, B.G., Couet, D. and Kéfi-Daly Yahia, O. (2018). Impact of two plastic-derived chemicals, the Bisphenol A and the di-2-ethylhexyl phthalate, exposure on the marine toxic dinoflagellate Alexandrium pacificum. Marine Pollution Bulletin 126, 241-249. https://doi. org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.090. Accessed 13 January 2021.

Muirhead, J. and Porter, T. (2019). Traceability in global governance. Global Networks 19(3), 423-443. https://doi.org/10.1111/glob.12237. https://doi.org/10.1111/glob.12237.Accessed 13 January 2021.

Munari, C., Corbau, C., Simeoni, U. and Mistri, M., (2015). Marine litter on Mediterranean shores: Analysis of composition, spatial distribution and sources in north-western Adriatic beaches. Waste Management 49, 483-

490. Accessed 13 January 2021.

Murray, C.C., Maximenko, N. and Lippiatt, S. (2018). The influx of

Lotze, H.K., Guest, H., O'Leary, J., Tuda, A. and Wallace, D. (2018). Public perception of marine threats and protection from around the world. Ocean and Coastal Management 152, 14-22. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.11 004. Accessed 13 January 2021.

Lusher, A.L., Hollman, P.C.H. and Mendoza-Hill, J.J. (2017a). Microplastics in Fisheries and Aquaculture: Status of Knowledge on Their Occurrence and Implications for Aquatic Organisms and Food Safety. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 615. Rome. http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf.http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf. Accessed 13 January 2021.

Lusher, A.L., Welden, N.A., Sobral, P. and Cole, M. (2017b). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. Analytical Methods 9, 1346. https://doi.org/10.1039/C6AY02415G. Accessed 13 January 2021.

Lynn, H., Rech, S. and Samwel-Mantingh, M. (2017). Plastics, Gender and the Environment: Findings of a Literature Study on the Lifecycle of Plastics and its Impacts on Women and Men, from Production to Litter. The Netherlands, France and Germany: Women Engage for a Common Future (WECF). https://www.wecf.org/wp-content/uploads/2018/11/Plasticsgender andtheenvironmentHighRes- min.pdf. Accessed 13 January 2021.

Lyons, Y., Su, T.L. and Meo, M.L. (2019). A Review of Research on Marine Plastics in Southeast Asia. Who Does What? National University of Singapore, British High Commission Singapore, UK Science & InformatioNetwork. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/813009/A_review_of_research_on_marine_plastics_in_Southeast_Asia_-_Who_does_what.pdf. Accessed 13 January 2021.

Macfadyen, G., Huntington, T. and Cappell, R. (2009). Abandoned, Lost or Otherwise Discarded Fishing Gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies No.185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 523. Rome. http://www.fao.org/3/i0620e/i0620e00.htm. Accessed 13 January 2021.

Maeland. C.E. and Staupe-Delgado, R. (2020). Can the global problem of marine litter be considered a crisis? Risks, Hazards and Crisis in Public Policy 11, 87-104. https://doi.org/10.1002/rhc3.12180. Accessed 13 January 2021.

Maes, T., Perry, J., Alliji, K., Clarke, C. and Birchenough, A.N.R. (2019). Shades of grey: Marine litter research developments in Europe. Marine Pollution Bulletin 146, 274-281. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.019.

Accessed 13 January 2021.

Maes, T., van Diemen de Jel, J., Vethaak, A.D., Desender, M., Bendall, V.A., van Velzen, M., and Leslie, H.L. (2020) You are what you eat, microplastics in Porbeagle Sharks from the North East Atlantic: Method development and analysis in spiral valve content and tissue. Frontiers in Marine Science, 5 May 2020, https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00273. Accessed 13 January 2021.

Mahon, A.M., O'Connell, B., Healy, M.G., O'Connor, I., Officer, R., Nash, R. et al. (2017). Microplastics in sewage sludge: Effects of treatment. Environmental Science and Technology 51(2), 810-818. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04048. Accessed 13 January 2021.

Markic, A., Gaertner, J.C., Gaertner-Mazouni, N. and Koelmans, A.A. (2020). Plastic ingestion by marine fish in the wild. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 50(7), 67-697. https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1631990. Accessed 13 January 2021.

Martínez-Vicente, V., Clark, J.R. Corradi, P., Aliani, S., Arias, M., Bochow, M. et al. (2019). Measuring marine plastic debris from space: Initial assessment of observation requirements. Remote Sensing 11, 2443. https://doi.org/10.3390/rs11202443. Accessed 13 January 2021.

Mason, S.A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J. et al. (2016). Microplastics pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. Environmental Pollution 218, 1045-1054. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.056. Accessed 13 January 2021.

Matheson, T. (2019). Disposal is Not Free: Fiscal Instruments to Internalize the Environmental Costs of Solid Waste. International Monetary Fund Working Paper 19/283. https://www.imf.org/en/Publications/ WP/Issues/2019/12/20/Disposal-is-Not-Free-Fiscal-Instruments-to- Internalize-the-Environmental-Costs-of-Solid-Waste-48854.https://www. imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/12/20/Disposal-is-Not-Free-Fiscal-Instruments-to-Internalize-the-Environmental-Costs-of-Solid-Waste-48854. Accessed 13 January 2021.

Mattsson, K., Hansson, L.-A. and Cedervalla, T. (2015). Nano-plastics in the aquatic environment. Environmental Sciences: Processes and Impacts 17, 1712.https://doi.org/10.1039/c5em00227C Accessed 13 January 2021.

ocean. Accessed 13 January 2021.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016). Extended Producer Responsibility: Updated Guidance for Efficient Waste Management. https://doi.org/10.1787/9789264256385-en. Accessed 13 January 2021.

OECD (2019). Waste Management and the Circular Economy in Selected OECD Countries. Evidence from Environmental Performance Reviews. https://doi.org/10.1787/9789264309395-en. Accessed 13 January 2021.

Onda, D.F., and Sharief, K.M. (2021). Identifcation of microorganisms related to microplastics. Handbook of Microplastics in the Environment. T. Rocha-Santos et al. (eds) https://doi.org/10.1007/978-3-030-10618-8_40-1 Accessed 20 June 2021.

Onink, V., Wichmann, D., Delandmeter, P. and van Sebille, E. (2019). The role of Ekman currents, geostrophy, and Stokes drift in the accumulation of floating microplastic. Journal of Geophysical Research: Oceans 124, 1474-1490. https://doi.org/10.1029/2018JC014547. Accessed 13 January 2021.

Oosterhius, F., Papyrakis, E. and Boteler, B. (2014). Economic Instrument and marine litter control. Ocean and Coastal Management 102, 47-54. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.08.005. Accessed 13 January 2021.

OSPAR (2020). Monitoring and assessing marine litter: Marine litter indicator assessments. https://www.ospar.org/work-areas/eiha/marine-litter/assessment-of-marine-litter. Accessed 13 January 2021.

Palatinus, A., Kovač Viršek, M., Robič, U., Grego, M., Bajt, O., Šiljić, J. et al. (2019). Marine litter in the Croatian part of the middle Adriatic Sea: Simultaneous assessment of floating and seabed macro and micro litter abundance and composition. Marine Pollution Bulletin 139, 427-439. https://doi. org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.038. Accessed 13 January 2021.

Papathanasopoulou, I., White, M.P., Hattam, C., Lannin, A., Harvey, A. and Spencer, A., (2016). Valuing the health benefits of physical activities in the marine environment and their importance for marine spatial planning. Marine Policy 63, 144-152. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.10.009. Accessed 13 January 2021.

Parts, C. (2019). Waste not want not: Chinese recyclable waste restrictions, their global impact, and potential U.S. responses. Chicago Journal of International Law 20(1), article 8. https://chicagounbound.uchicago.edu/ cjil/vol20/iss1/8.Pasternak, G., Zviely, D. and Ribic, C.A. (2017). Sources, composition and spatial distribution of marine litter along the Mediterranean coast of Israel. Marine Pollution Bulletin 114, 1036-1045. https://doi.org/10.1016/j. marpolbul.2016.11.023. Accessed 13 January 2021.

Paul-Pont, I., Lacroix, C., Fernández, C.G., Hégaret, H., Lambert, C., Le Goïc,

N. et al. (2016). Exposure of marine mussels Mytilus spp. to polystyrene microplastics: toxicity and influence on fluoranthene bioaccumulation. Environmental Pollution 216,

Pedrotti, M.L., Petit, S., Elineau, A., Bruzaud, S., Crebassa, J.-C., Dumontet, B. et al. (2016). Changes in the floating plastics pollution of the Mediterranean Sea in relation to the distance to land. PLoS ONE 11(8), e0161581. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161581. Accessed 13 January 2021.

Peng, G., Bellerby, R., Zhang, F., Sun, X. and Li, D. (2020). The ocean's ultimate trashcan: Hadal trenches as major depositories for plastics pollution. Water Research 168,15121. https://doi.org/10.1016/j.watres.2019 115121.

Accessed 13 January 2021.

Peng, L., Du, D., Qi, H., Lan, C.Q., Yu, H. and Ge, C. (2020) Micro- and nano-plastics in marine environment: Source, distribution and threats – a review. Science of The Total Environment 698, 134254. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134254. Accessed 13 January 2021.

Petrolia, D.P., Penn, J., Quainoo, R., Caffey, R.H. and Fannin, J.M. (2019). Know the beach: Values of beach condition information. Marine Resource Economics 34, 331-359. https://doi.org/10.1086/706248. Accessed 13 January 2021.

Piehl, S., Leibner, A., Loder, M.G., Dris, R., Bogner, C. and Laforsch, C. (2018). Identification and quantification of macro- and microplastics on an agricultural farmland. Scientific Reports 8, 17950. https://doi.org/10.1038/s41598-018-36172-y. Accessed 13 January 2021.

PlasticsEurope (2019). Plastics – The Facts 2019. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. https://www.plasticseurope.

marine debris from the great Japan Tsunami of 2011 to North America shorelines. Marine Pollution Bulletin 132, 26-32. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.004. Accessed 13 January 2021.

Nakashima, E., Isobe, A., Kako, S., Itai, T., Takahashi, S. and Guo, X. (2016). The potential of oceanic transport and onshore leaching of additive- derived lead by marine macro-plastic debris. Marine Pollution Bulletin 107, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.038. Accessed 13 January 2021.

Napper, I.E. and Thompson, R.C. (2019). Environmental deterioration of biodegradable, oxo biodegradable, compostable, and conventional plastics carrier bags in the sea, soil, and open-air over a 3-year period. Environmental Science and Technology 53(9), 4775-4783. https://doi. org/10.1021/acs.est.8b06984. Accessed 13 January 2021.

Narancic, T., Verstichel, S., Chaganto, S.R., Morales-Gamez, L., Kenny, S.T., De Wilde, B. et al. (2018). Biodegradable plastic blends create new possibilities for end-of-life management of plastics but they are not a panacea for plastic pollution. Environmental Science and Technology 52(18),10441-10452. https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02963. Accessed

13 January 2021.

Nelms, S.E., Barnett, J., Brownlow, A., Davison, N.J., Deaville, R., Galloway, T.S. et al. (2019a). Microplastics in marine mammals stranded around the British coast: Ubiquitous but transitory? Scientific Reports 9(1), 1075. https://doi.org/10.1038/s41598-018-37428-3. Accessed 13 January 2021.

Nelms, S.E., Parry, H.E., Bennett, K.A., Galloway, T.S., Godley, B.J., Santillo, D. et al. (2019b). What goes in, must come out: Combining scat-based molecular diet analysis and quantification of ingested microplastics in a marine top predator. Methods in Ecological Evolution 10(10), 1712-1722. https://doi.org/10.1111/2041-210X.13271. Accessed 13 January 2021.

Newman, S., Watkins, E., Farmer, A., ten Brink, P. and Schweitzer, J.P. (2015). The economics of marine litter. In Marine Anthropogenic Litter. Bergmann, M., Gutow, L. and Klages, E. (eds.). Cham: Springer Open Access. 367-394. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-16510-3_14. Accessed 13 January 2021.

Nizzetto, L., Futter, M. and Langaas, S. (2016a). Are agricultural soils dumps for microplastics of urban origin? Environmental Science and Technology 50(20), 10777-10779. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04140. Accessed 13 January 2021.

Nizzetto, L., Bussi, G., Futter, M.N., Butterfield, D. and Whitehead, P.G. (2016b). A theoretical assessment of microplastic transport in river catchments and their retention by soils and river sediments. Environmental Science: Processes and Impacts 18(8), 1050-1059. https://doi.org/10.1039/C6EM00206D. Accessed 13 January 2021.

NOAA (United States National Oceanic and Atmospheric Administration) (2015). Detecting Japan Tsunami Marine Debris at Sea: A Synthesis of Efforts and Lessons Learned. NOAA Marine Debris Program, US Department of Commerce, Technical Memorandum NOS-OR&R-51. https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/JTMD_Detection_Report.pdf Accessed 20

November 2020.

Nobre, C.R., Santana, M.F.M., Maluf, A., Cortez, F.S., Cesar, A., Pereira, C.D.S. et al. (2015). Assessment of microplastic toxicity to embryonic development of the sea urchin Lytechinus variegatus (Echinodermata: Echinoidea). Marine Pollution Bulletin 92(1-2), 99-104. https://doi.org/10.1016/j.

marpolbul.2014.12 050. Accessed 13 January 2021.

Northwest Pacific Action Plan (2017). NOWPAP Medium-term Strategy 2018-2023. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27258. Accessed 13

January 2021.

Obbard, R.W., Sadri, S., Wong, Y.Q., Khitun, A.A., Baker, I. and Thompson, R.C. (2014). Global warming releases microplastics legacy frozen in Arctic Sea ice. Earth's Future 2(6), 315-320. https://doi.org/10.1002/2014EF000240.

Accessed 13 January 2021.

O'Brine, T. and Thompson, R.C. (2010), Degradation of plastic carrier bags in the marine environment. Marine Pollution Bulletin 60, 2279-2283. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.005. Accessed 13 January 2021.

Ocean Conservancy and McKinsey Center for Business and Environment (2015). Stemming the Tide; Land-based Strategies for a Plastic-free Ocean. https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/stemming-the-tide-land-based-strategies-for-a-plastic-free-

plastic-bags-found-clogging-stomach-of-dead-whale-in-norway-idUSKBN15I2EI Accessed 12 February 2021.

Reynolds, C. and Ryan, P.G. (2018). Micro-plastic ingestion by waterbirds from contaminated wetlands in South Africa. Marine Pollution Bulletin 126, 330-333. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.021. Accessed

13 January 2021.

Richards, Z.T. and Beger, M. (2011). A quantification of the standing stock of macro-debris in Majuro lagoon and its effect on hard coral communities. Marine Pollution Bulletin 62(8), 1693-1701. https://doi. org/10.1016/j.marpolbul.2011.06 003. Accessed 13 January 2021.

Richardson, K., Asmutis-Silvia, R., Drinkwin, J., Gilardi, K.V.K., Giskes, I., Jones, G. et al. (2019). Building evidence around ghost gear: Global trends and analysis for sustainable solutions at scale. Marine Pollution Bulletin 138, 222-229. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.031. Accessed 13 January 2021.

Rochman, C.M., Kurobe, T., Flores, I. and Teh, S.J. (2014). Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. Science of The Total Environment 493, 656-661. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06 051. Accessed 13 January 2021.

Rochman, C.M., Cook, A.M. and Koelmansk, A.A. (2016). Plastic debris and policy: Using current scientific understanding to invoke positive change. Environmental Toxicology and Chemistry 35(7), 1617-1626. https://doi.org/10.1002/etc.3408. https://doi.org/10.1002/etc 3408. Accessed 13 January 2021.

Ronda, A.C., Arias, A.H., Oliva, A.L. and Marcovecchio, J.E. (2019). Synthetic microfibres in marine sediments and surface seawater from the Argentinean continental shelf and a Marine Protected Area. Marine Pollution Bulletin 149, 110618. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110618. Accessed 13 January 2021.

Roos, S., Jönsson, C., Posner, S., Arvidsson, R. and Svanström, M. (2019). An inventory framework for inclusion of textile chemicals in life cycle assessment. International Journal of Life Cycle Assessment 24(5), 838-847. https://doi.org/10.1007/s11367-018-1537-6. Accessed 13 January 2021.

Royer, S.-J., Ferrón, S., Wilson, S.T. and Karl, D.M. (2018). Production of methane and ethylene from plastic in the environment. PLoS ONE, 13(8), e0200574. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574. Accessed 13 January 2021.

Rummel, C.D., Löder, M.G.J., Fricke, N.F., Lang, T., Griebeler, E-M., Janke, M. et al. (2016). Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. Marine Pollution Bulletin 102, 134-141. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.043. Accessed 13 January 2021.

Ryan, P.G., Dilley, B.J., Ronconi, R.A. and Connan, M. (2019). Rapid increase in Asian bottles in the South Atlantic Ocean indicates major debris inputs from ships. Proceedings of the National Academy of Sciences 116 (42), 20892-20897. https://doi.org/10.1073/pnas.1909816116. Accessed 13 January 2021.

Ryan, P.G., Suaria, G., Perolda, V., Pierucci, A., Bornman, T.G. and Aliani,S. (2020). Sampling microfibres at the sea surface: The effects of mesh size, sample volume and water depth. Environmental Pollution 258, 113413. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113413. Accessed 13 January 2021 Cumulative plastic production volume worldwide from 1950 to 2050. Published by Ian Tiseo, 27 January 2020. https://www.statista.com/statistics/1019758/plastics-production-volume-worldwide/. Accessed 11

February 2021.

Stelfox, M., Hudgins, J. and Sweet, M. (2016). A review of ghost gear entanglement amongst marine mammals, reptiles and elasmobranchs. Marine Pollution Bulletin 111(102), 6-17. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.034. Accessed 13 January 2021.

Suaria, G., Avio, C.G., Mineo, A., Lattin, G.L., Magaldi, M.G., Belmonte,G. et al. (2016). The Mediterranean Plastic Soup: Synthetic polymers in Mediterranean surface waters. Scientific Reports 6, 37551. https://doi.org/10.1038/srep37551. Accessed 13 January 2021.

Suaria, G., Achtypi, A., Perold, V., Lee, J.R., Peirucci, A., Bornmans, T.G., Aliani, S., and Ryan, P.G. (2020). Microfibers in oceanic surface waters: a global characterization. Science Advances, 6, eaay8493 http://advances.sciencemag.org/

Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M.C. and Ni, B.J. (2019). Microplastics

org/en/focus-areas/strategy-plastics. https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf. Accessed 13 January 2021.

Posen, I.D., Jramillo, P., Landis, A.E. and Griffin, W.M. (2017). Greenhouse gas mitigation for U.S. plastics production: Energy first, feedstocks later. Environmental Research Letters 12, 034024. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa60a7/meta. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa60a7/meta.Accessed 13 January 2021.

Prata, J.C., da Costa, J.P. Duarte, A.C. and Rocha-Santos, R. (2019). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: A critical review. TrAC Trends in Analytical Chemistry 110, 150-159. https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.10.029. Accessed 13 January 2021.

Prata, J.C., da Costa, J.P. Lopes, I., Duarte, A.C. and Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. Science of The Total Environment 702, 13445. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455. Accessed 13 January 2021.

Primpke, S., Dias, P.A. and Gerdts, G. (2019). Automated identification and quantification of microfibres and microplastics. Analytical Methods 11, 2138- 2147. https://doi.org/10.1039/C9AY00126C. Accessed 13 January 2021.

Purba, N.P., Handyman, D.I.W., Pribadi, T.D., Syakti, A.D., Pranowo, W.S., Harvey, A., and Ihsan, Y. (2019) Marine debris in Indonesia: a review of research and status. Marine Pollution Bulletin, 146: 1340144. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.057 Accessed 20 June 2021

Qiang, M., Shen, M. and Xie, H. (2020). Loss of tourism revenue induced by coastal environmental pollution: a length-of-stay perspective. Journal of SustainableTourism,28(4):550-567.https://doi.org/10.1080/09669582.2019 1684931. Accessed 13 January 2021.

Raubenheimer, K. and McIlgorm, A. (2018). Can the Basel and Stockholm conventions provide a global framework to reduce the impact of marine plastics litter? Marine Policy 96, 285-290. . https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.01.013.Accessed 13 January 2021.

Raubenheimer, K. and Uhro, N. (2020). Rethinking global governance of plastics – the role of industry. Marine Policy, 113, 103802. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103802. Accessed 13 January 2021.

Rech, S., Borrell, Y. and García-Vazquez, E. (2016). Marine litter as a vector for non-native species: What we need to know. Marine Pollution Bulletin, 113(1- 2), 40-43. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.032. Accessed 13 January 2021

Reddy, M. S., Shaik Basha, Adimurthy, S. & Ramachandraiah, G. (2006). Description of the small plastics fragments in marine sediments along the Alang–Sosiya ship-breaking yard, India. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 68(3–4), 656–660. https://doi.org/10.1016/j. ecss.2006.03.018

Accessed 20 June 2021.

Rehn, A.C., Barnett, A.J. and Wiber, M.G. (2018). Stabilizing risk using public participatory GIS: A case study on mitigating marine debris in the Bay of Fundy, Southwest New Brunswick, Canada. Marine Policy, 96, 264-269. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.033. Accessed 13 January 2021.

Reichert, J., Arnold, A.L., Hoogenboom, M.O., Schubert, P. and Wilke, T. (2019). Impacts of microplastics on growth and health of hermatypic corals are species-specific. Environmental Pollution 254, Part B, 113074. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113074. Accessed 13 January 2021.

Remy, F., Collard, F., Gilbert, B., Compoére, P., Eppe, G. and Lepoint, G. (2015). When microplastic is not plastic: The ingestion of artificial cellulose fibres by macrofauna living in seagrass macrophytodetritus. Environmental Science and Technology 49(18), 11158-11166. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02005. Accessed 13 January 2021 Renzi, M., Grazioli, E. and Blašković, A. (2019). Effects of different microplastic types and surfactant- microplastic mixtures under fasting and feeding conditions: A case study on Daphnia magna. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 103(3), 367-373. https://doi.org/10.1007/s00128- 019-02678-y. Accessed 13 January 2021.

Reinert, T.R., Spellman A.C. and Bassett, B.L. (2017). Entanglement in and ingestion of fishing gear and other marine debris by Florida manatees, 1993 to 2012. Endangered Species Research 32, 415-427. https://doi.

org/10.3354/esr00816. Accessed 13 January 2021.

Reuters (2017). Plastic bags found clogging stomach of dead whale in Norway, 3 February. https://www.reuters.com/article/us-norway-whale/

UNEP (2016). Marine Plastic Debris and Microplastics: Global Lessons and Research to Inspire and Guide Policy Change. Nairobi. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7720. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2017). Marine Litter:Socio-Economic Study. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26014/Marinelitter_socioeco_study.pdf? sequence=1&isAllowed=y. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2018a). Exploring the Potential for Adopting Alternative Materials to Reduce Marine Plastic Litter. Nairobi. https://www.unenvironment.org/resources/report/exploring-potential-adopting-alternative-materials-reduce-marine-plastic-litter. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2018b). Addressing Marine Plastics: A Systemic Approach – Recommendations for Action. Notten, P. (author). Nairobi. https://www.unenvironment.org/resources/report/addressing-marine-plastics-systemic-approach-recommendations-actions.https://www.unenvironment.org/resources/report/addressing-marine-plastics-systemic-approach-recommendations-actions

UNEP (2018c). Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Environment: With a Particular Focus on Marine Environment https:// www.unenvironment.org/resources/report/mapping-global-plastics-value- chain-and-plastics-losses-environment-particular Accessed 16/6/2021

UNEP (2019a). The Role of Packaging Regulations and Standards in Driving the Circular Economy. Nairobi. http://sos2019.sea-circular.org/wp-content/uploads/2019/11/FINAL_THE-ROLE-OF- PACKAGING-REGULATIONS-AND-STANDARDS-IN-DRIVING-THE-CIRCULAR-ECONOMY.pdf. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2019b). Measuring Fossil Fuel Subsidies in the Context of the Sustainable Development Goals. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28111/FossilFuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2020a). Monitoring Plastics in Rivers and Lakes: Guidelines for the Harmonization of Methodologies. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35405/MPRL.pdf?sequence=3&isAllowed=y Accessed 6 May 2021.

UNEP (2020b). Monitoring Plastics in Rivers and Lakes: Guidelines for the Harmonization of Methodologies. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35405/MPRL.pdf?sequence=3&isAllowed=y Accessed 6 May 2021.

UNEP (2020c).Water Pollution by Plastics and Microplastics: A Review of Technical Solutions from Source to Sea. https://www.unep.org/resources/Saliu, F., Montano, S., Leioni, B., Lasagni, M. and Galli, P. (2019). Microplastics as a threat to coral reef environments: Detection of phthalate esters in neuston and scleractinian corals from the Faafu Atoll, Maldives. Marine Pollution Bulletin 142, 234-241. https://doi.org/10.1016/j.

marpolbul.2019.03.043. Accessed 13 January 2021.

Sanchez-Vidal, A., Thompson, R.C., Canals, M., and de Haan, W.P. (2018). The imprint of microfibres in southern European deep seas. PLoS ONE 13, e0207033. https://doi.org/10.1371/journal.pone 0207033.

SAPEA (Science Advice for Policy by European Academies) (2019). A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. https://doi.org/10.26356/ microplastics. Accessed 13 January 2021. Accessed 13 January 2021

Schneider, F., Parsons, S., Clift, S., Stolte, A. and McManus, M.C. (2018). Collected marine litter – A growing waste challenge. Marine Pollution Bulletin 128, 162-174. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01 011.

Accessed 13 January 2021.

Schulz, M., Walvoort, D.J.J., Barry, J., Fleet, D.M. and van Loon, W.G.M. (2019). Baseline and power analyses for the assessment of beach litter reductions in the European OSPAR region. Environmental Pollution 248, 555-564. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.02.030. Accessed 13 January 2021.

Schuyler, Q.A., Hardesty, B.D., Lawson, T.J., Opie, K. and Wilcox, C. (2018). Economic incentives reduce plastic inputs to the ocean. Marine Policy 96, 250-255. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.009. Accessed 13 January 2021.

Science for Environment Policy (2016). Ship recycling: reducing human and environmental impacts. Thematic Issue 55. Issue produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. http://ec.europa.eu/science-environment-policy https://ec.europa.in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. Water Research 152, 21-37. https://doi.org/10.1016/j. watres.2018.12.050. Accessed 13 January 2021.

Sundet, J.H., Herzke D. and Jenssen, M. (2016). Svalvards Miljøvernfond. Forekomst og kilder i mikroplastikk i sediment, og konsekvenser for bunnlevende fisk og evertebrater på Svalbard. RIS- prosjekt nr. 10495. https://www.pame.is/document-library/desktop-study-on-marine-litter-library/additional-documents/annexes-literature-from-the-desktop-study/table-2-4-abundance-of-microplastics-observed-in-sediments/508-sundet- 2016-forekomst-og-kilder-av-mikroplasti/file. Accessed 13 January 2021.

Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M.E.J. et al. (2016). Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. Proceedings of the National Academy of Sciences 113(9), 2430- 2435. http://doi.org/10.1073/pnas.1519019113. Accessed 13 January 2021.

Taylor, M.L., Gwinnett, C., Robinson, L.F. and Woodall, L.C. (2016). Plastic microfibre ingestion by deep-sea organisms. Scientific Reports 6, 33997. https://doi.org/10.1038/srep33997. Accessed 13 January 2021.

Tekman, M.B., Krumpen, T. and Bergmann, M. (2017). Marine litter on deep Arctic seafloor continues to increase and spreads to the North at the HAUSGARTEN observatory. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 120, 88-99. https://doi.org/10.1016/j.dsr.2016.12.011.

Accessed 13 January 2021.

Tekman, M.B., Wekerle, C., Lorenz, C., Primpke, S., Hasemann, C., Gerdts, G. et al. (2020). Tying up loose ends of microplastic pollution in the Arctic: Distribution from the sea surface through the water column to deep-sea sediments at the HAUSGARTEN Observatory. Environmental Science and Technology 54(7), 4079-4090. ten Brink, P., Schweitzer, J-P., Watkins, E., Janssens, C., De Smet, M., Leslie, H. et al. (2018). Circular Economy Measures to Keep Plastics and their Value in the Economy, Avoid Waste and Reduce Marine Litter. Economics Discussion Papers 2018-3. Kiel Institute for the World Economy. http:// www.economics-ejournal.org/economics/discussionpapers/2018-3/. Accessed 13 January 2021.

Thaysen, C., Sorais, M., Verreault, J., Diamond, M.L., and Rochman, C.M. (2020). Bidirectional transfer of halogenated flame retardants between the gastrointestinal tract and ingested plastics in urban- adapted ring-billed gulls. Science of The Total Environment 730, 138887. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138887. Accessed 13 January 2021.

The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ (2020). Breaking the Plastics Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution. https://www.oneplanetnetwork.org/resource/breaking- plastic-wave-comprehensive-assessment-pathways-towards-stopping- ocean-plastic. Accessed 13 January 2021.

Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I.A., Luna, N. et al. (2018). Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to subtropical gyres – fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific. Frontiers in Marine Science 5, 238. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00238. Accessed 13 January 2021.

Turner, A. (2016). Heavy metals, metalloids and other hazardous elements in marine plastic litter. Marine Pollution Bulletin 111(1-2), 136-142. https:// doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.07.020. Accessed 13 January 2021.

Turrell, W. (2019). Spatial distribution of foreshore litter on the northwest European continental shelf. Marine Pollution Bulletin 142, 583-594. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.009. Accessed13 January 2021.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) (2020). Global Trade in Plastics: Insights from the First Life-cycle Trade Database. UNCTAD Research Paper No. 53. https://unctad.org/fr/ node/32014. Accessed 13 January 2021.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2019). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019. Distillation and full report. Geneva. https://gar.undrr.org/report-2019. Accessed 11 January 2021.

UNEA [United Nations Environment Assembly] (2018). Combating Marine Plastic Litter and Microplastics: An Assessment of the Effectiveness of Relevant International, Regional and Subregional Governance Strategies and Approaches – Summary for Policy Makers. UNEP/AHEG/2018/1/INF/3. Nairobi. https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/unep_aheg_2018_1_inf_3_summary_policy_make rs.pdf. Accessed 14 January 2021.

2430- 2435. http://doi.org/10.1073/pnas.1519019113. Accessed 13 January 2021.

Taylor, M.L., Gwinnett, C., Robinson, L.F. and Woodall, L.C. (2016). Plastic microfibre ingestion by deep-sea organisms. Scientific Reports 6, 33997. https://doi.org/10.1038/srep33997. Accessed 13 January 2021.

Tekman, M.B., Krumpen, T. and Bergmann, M. (2017). Marine litter on deep Arctic seafloor continues to increase and spreads to the North at the HAUSGARTEN observatory. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 120, 88-99. https://doi.org/10.1016/j.dsr.2016.12.011. Accessed 13 January 2021.

Tekman, M.B., Wekerle, C., Lorenz, C., Primpke, S., Hasemann, C., Gerdts, G. et al. (2020). Tying up loose ends of microplastic pollution in the Arctic: Distribution from the sea surface through the water column to deep-sea sediments at the HAUSGARTEN Observatory. Environmental Science and Technology 54(7), 4079-4090. ten Brink, P., Schweitzer, J-P., Watkins, E., Janssens, C., De Smet, M., Leslie, H. et al. (2018). Circular Economy Measures to Keep Plastics and their Value in the Economy, Avoid Waste and Reduce Marine Litter. Economics Discussion Papers 2018-3. Kiel Institute for the World Economy. http:// www.economics-ejournal.org/economics/discussionpapers/2018-3/. Accessed 13 January 2021.

Thaysen, C., Sorais, M., Verreault, J., Diamond, M.L., and Rochman, C.M. (2020). Bidirectional transfer of halogenated flame retardants between the gastrointestinal tract and ingested plastics in urban- adapted ring-billed gulls. Science of The Total Environment 730, 138887. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138887. Accessed 13 January 2021.

The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ (2020). Breaking the Plastics Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution. https://www.oneplanetnetwork.org/resource/breaking- plastic-wave-comprehensive-assessment-pathways-towards-stopping- ocean-plastic. Accessed 13 January 2021.

Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I.A., Luna, N. et al. (2018). Impacts of marine plastic pollution from continental coasts to subtropical gyres – fish, seabirds, and other vertebrates in the SE Pacific. Frontiers in Marine Science 5, 238. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00238. Accessed 13 January 2021.

Turner, A. (2016). Heavy metals, metalloids and other hazardous elements in marine plastic litter. Marine Pollution Bulletin 111(1-2), 136-142. https:// doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.07.020. Accessed 13 January 2021.

Turrell, W. (2019). Spatial distribution of foreshore litter on the northwest European continental shelf. Marine Pollution Bulletin 142, 583-594. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.009. Accessed13 January 2021.

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) (2020). Global Trade in Plastics: Insights from the First Life-cycle Trade Database. UNCTAD Research Paper No. 53. https://unctad.org/fr/ node/32014. Accessed 13 January 2021.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2019). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019. Distillation and full report. Geneva. https://gar.undrr.org/report-2019. Accessed 11 January 2021.

UNEA [United Nations Environment Assembly] (2018). Combating Marine Plastic Litter and Microplastics: An Assessment of the Effectiveness of Relevant International, Regional and Subregional Governance Strategies and Approaches – Summary for Policy Makers. UNEP/AHEG/2018/1/INF/3. Nairobi. https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/unep_aheg_2018_1_inf_3_summary_policy_make rs.pdf. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2016). Marine Plastic Debris and Microplastics: Global Lessons and Research to Inspire and Guide Policy Change. Nairobi. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7720. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2017). Marine Litter:Socio-Economic Study. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26014/Marinelitter_socioeco_study.pdf? sequence=1&isAllowed=y. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2018a). Exploring the Potential for Adopting Alternative Materials to Reduce Marine Plastic Litter. Nairobi. https://www.unenvironment.org/resources/report/exploring-potential-adopting-alternative-materials-reduce-marine-plastic-litter. Accessed 14 January 2021.

UNEP (2018b). Addressing Marine Plastics: A Systemic Approach – Recommendations for Action. Notten, P. (author). Nairobi. https://www.unenvironment.org/resources/report/addressing-marine-plastics-systemic-approach-recommendations-actions.https://www.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/ ship_recycling_reducing_human_and_environmental_impacts_55si_ en.pdf Accessed 20 June 2021

Shen, M., Huang, W., Chen, M., Song, B., Zeng, G. and Zhang, Y. (2020). (Micro) plastic crisis: Un- ignorable contribution to global greenhouse gas emissions and climate change. Journal of Cleaner Production 254, 120138. https://doi. org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.120138. Accessed 13 January 2021.

Silva, M.S.S., Oliveira, M., Lopéz, D., Martins, M., Figueira, E. and Pires, A. (2020). Do nanoplastics impact the ability of the polychaeta Hediste diversicolor to regenerate? Ecological Indicators 110, 105921. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105921. Accessed 13 January 2021.

Song, Y.K., Hong, S. H., Eo, S., Jang, M., Han, G. M., Isobe, A., and Shim, W. J. (2018). Horizontal and vertical distribution of microplastics in Korean coastal waters. Environmental Science and Technology 52(21), 12188-12197. https:// doi.org/10.1021/acs.est.8b04032. Accessed 13 January 2021.

Spierling, S., Knüpffer, E., Behsen, H., Mudersbach, M., Krieg, H., Springer,

S. et al. (2018). Bio-based plastics – a review of environmental, social and economic impact assessments. Journal of Cleaner Production 185, 476-491. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.014. Accessed 13 January 2021.

Stanton, T., Johnson, M., Nathanail, P., Gomes, R.L., Needham, T. and Burson,

A. (2019a). Exploring the efficacy of Nile red in microplastics quantification: A costaining approach. Environmental Science and Technology Letters 6(10), 606-611. https://doi.org/10.1021/acs.estlett.9b00499. Accessed 13 January 2021.

Stanton, T., Johnson, M., Nathanail, P., MacNaughtan, W. and Gomes, R.L. (2019b). Freshwater and airborne textile fibre populations are dominated by 'natural', not microplastic, fibres. Science of The Total Environment 666, 377-389. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.278. Accessed 13 January 2021.

Statista (2021a). Global plastic market size 2016-2028 (published by Tiseo,

I. 24 June 2021). https://www.statista.com/statistics/1060583/global-market-value-of-plastic/. Accessed 12 September 2021.

Statista (2021b). Cumulative plastic production volume worldwide from 1950 to 2050. https://www.statista.com/statistics/1019758/plastics-

production-volume-worldwide/. Accessed 11 February 2021. Cumulative plastic production volume worldwide from 1950 to 2050. Published by Ian Tiseo, 27 January 2020. https://www.statista.com/ statistics/1019758/plastics-production-volume-worldwide/. Accessed 11 February 2021.

Stelfox, M., Hudgins, J. and Sweet, M. (2016). A review of ghost gear entanglement amongst marine mammals, reptiles and elasmobranchs. Marine Pollution Bulletin 111(102), 6-17. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.034. Accessed 13 January 2021.

Suaria, G., Avio, C.G., Mineo, A., Lattin, G.L., Magaldi, M.G., Belmonte,G. et al. (2016). The Mediterranean Plastic Soup: Synthetic polymers in Mediterranean surface waters. Scientific Reports 6, 37551. https://doi.org/10.1038/srep37551. Accessed 13 January 2021.

Suaria, G., Achtypi, A., Perold, V., Lee, J.R., Peirucci, A., Bornmans, T.G., Aliani, S., and Ryan, P.G. (2020). Microfibers in oceanic surface waters: a global characterization. Science Advances, 6, eaay8493 http://advances.sciencemag.org/

Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M.C. and Ni, B.J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. Water Research 152, 21-37. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.12.050. Accessed 13 January 2021.

Sundet, J.H., Herzke D. and Jenssen, M. (2016). Svalvards Miljøvernfond. Forekomst og kilder i mikroplastikk i sediment, og konsekvenser for bunnlevende fisk og evertebrater på Svalbard. RIS- prosjekt nr. 10495. https://www.pame.is/document-library/desktop-study-on-marine-litter- library/additional-documents/annexes-literature-from-the-desktop-study/ table-2-4-abundance-of-microplastics-observed-in-sediments/508-sundet- 2016-forekomst-og-kilder-av-mikroplasti/file. Accessed 13 January 2021.

Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M.E.J. et al. (2016). Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. Proceedings of the National Academy of Sciences 113(9),

Consumer Choice. Geneva. https://www.oneplanetnetwork.org/resource/guidelines-providing-product-sustainability- information

UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) (2019). Closing the Loop: Regional Policy Guide. Innovative Partnerships with Informal Workers to Recover Plastic Waste, in an Inclusive Circular Economy Approach. https://www.unescap.org/resources/closing-loop- regional-policy-guide. Accessed 11 January 2021.

UN General Assembly (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1. https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf. Accessed 11 January 2021.

UN General Assembly (2021). Report of the Special Rapporteur on the implications for human rights of the environmentally sound management and disposal of hazardous substances and wastes, Marcos Orellana: The stages of the plastics cycle and their impacts on human rights. United Nations General Assembly Seventy-sixth session, 22 July 2021. A/76/207. https://undocs.org/A/76/207. Accessed 18 October 2021.

Uyarra, M.C. and Borja, A. (2016). Ocean literacy: A 'new' socio-ecological concept for a sustainable use of the seas. Marine Pollution Bulletin 104, 1-2. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.02.060. Accessed 14 January 2021.

van Calcar, C.J. and van Emmerik, T.H.M. (2019). Abundance of plastic debris across European and Asian rivers. Environmental Research Letters 14, 124051. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab5468/

meta. Accessed 12 January 2021.

van den Bergh, J. and Botzen, W. (2015). Monetary valuation of the social cost of CO2 emissions: A critical survey. Ecological Economics 114, 33-46. https:// doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.015. Accessed 12 January 2021.

van der Mheen, M., Pattiaratchi, C. and van Sebille, E. (2019). Role of Indian Ocean dynamics on accumulation of buoyant debris. Journal of Geophysical Research: Oceans 124, 2571–2590. https://doi.org/10.1029/2018JC014806.

Accessed 12 January 2021.

van Emmerik, T. and Schwarz, A. (2019). Plastic debris in rivers. WIREs Water 7(1), e1398. https://doi.org/10.1002/wat2.1398. Accessed 12 January 2021.

van Sebille, E., Aliani, S. , Law, K.L. , Maximenko, N., Alsina, J.M., Bagaev,

A. et al. (2020). The physical oceanography of the transport of floating marine debris. Environmental Research Letters 15, 023003. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6d7d. Accessed 12 January 2021

van Truong, N. and Ping, C.B. (2019). Plastic marine debris: Sources, impacts and management, International Journal of Environmental Studies 76(6), 953-973. https://doi.org/10.1080/00207233.2019.1662211. Accessed 12

January 2021.

Veiga, J.M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., Vlachogianni, T., Werner, S. et al. (2016). Identifying Sources of Marine Litter. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28309. https://doi.org/10.2788/018068. Accessed 12 January 2021.

Velis, C.A. and Cook, E. (2021). Mismanagement of Plastic Waste through Open Burning with Emphasis on the Global South: A Systematic Review of Risks to Occupational and Public Health.Environmental Science and Technology, 55, 11, 7186–7207. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c08536 Accessed 13 July 2021

Vethaak, A.D., and Legler, J. (2021). Microplastics and human health. Science 371, 672-674. https://doi.org/10.1126/science.abe5041. Accessed

15 February 2021.

Viršek, M.K., Lovšin, M.N., Koren, Š., Kržan, A. and Peterlin, M. (2017). Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species Aeromonas salmonicida. Marine Pollution Bulletin 125(1-2), 301-309. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.024. Accessed 14

January 2021.

Vlachogianni, T., Anastasopoulou, A., Fortibouni, T., Ronchi, F. and Zeri,

C. (2017). Marine Litter Assessment in the Adriatic and Ionian seas. IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA. https://mio-ecsde.org/project/5054/. Accessed 12 January 2021.

von Moos, N., Burkhardt-Holm, P. and Köhler, A. (2012). Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel Mytilus edulis L. after unenvironment.org/resources/report/addressing-marine-plastics-systemic-approach-recommendations-actions

UNEP (2018c). Mapping of Global Plastics Value Chain and Plastics Losses to the Environment: With a Particular Focus on Marine Environment https:// www.unenvironment.org/resources/report/mapping-global-plastics-value- chain-and-plastics-losses-environment-particular Accessed 16/6/2021

UNEP (2019a). The Role of Packaging Regulations and Standards in Driving the Circular Economy. Nairobi. http://sos2019.sea-circular.org/wp-content/uploads/2019/11/FINAL_THE-ROLE-OF- PACKAGING-REGULATIONS-AND-STANDARDS-IN-DRIVING-THE-CIRCULAR-ECONOMY.pdf. Accessed 14

January 2021.

UNEP (2019b). Measuring Fossil Fuel Subsidies in the Context of the Sustainable Development Goals. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28111/FossilFuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Accessed 14 January 2021.

NEP (2020a). Monitoring Plastics in Rivers and Lakes: Guidelines for the Harmonization of Methodologies. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35405/MPRL.pdf?sequence=3&isAllowed=y Accessed 6 May 2021.

UNEP (2020b). Monitoring Plastics in Rivers and Lakes: Guidelines for the Harmonization of Methodologies. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35405/MPRL.pdf?sequence=3&isAllowed=y Accessed 6 May 2021.

UNEP (2020c).Water Pollution by Plastics and Microplastics: A Review of Technical Solutions from Source to Sea. https://www.unep.org/resources/report/water-pollution-plastics-and-microplastics-review-technical-solutions-source-sea. Accessed 14 January 2021

UNEP (2020d). Catalogue of Technologies to Address the Risks of Contamination of Water Bodies with Plastics and Microplastics. https://www.unep.org/resources/report/water-pollution-plastics-and-microplastics-review-technical-solutions-source-sea Accessed 14 January 2021

UNEP (2020e) An Assessment Report on Issues of Concern: Chemicals and Waste Issues Posing Risks to Human Health and the Environment. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/33807/ARIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y Accessed 7 June 2021.

UNEP (2021a). Green and Sustainable Chemistry: Framework Manual. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/34338. Accessed 7 June 2021.

UNEP (2021b) World Environment Situation Room 14.1.1(a) Index of coastal eutrophication; and (b) plastic debris density. https://wesr.unep. org/indicator/index/14_1_1 Accessed 13 July 2021

UNEP/IPCP (International Panel on Chemical Pollution) (2016). Overview Report I: A Compilation of Lists of Chemicals Recognized as Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs) or Suggested as Potential EDCs. Geneva. https:// wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/12218. Accessed 14 June 2021.

UNEP/MAP (Mediterranean Action Plan) (2015). Marine Litter Assessment in the Mediterranean. Athens.https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/marine_litter_assessment_in_the_mediterranea- 2015.pdf. Accessed 14 June 2021.

UNEP/MAP (Mediterranean Action Plan) (2017). Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria. Athens. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17012/imap_2017_eng.pdf?sequence=5andisAllowed=y. Accessed 14 June 2021.

UNEP and Consumers International (2020). Can I Recycle This? A Global Mapping and Assessment of Standards,Labels and Claims on Plastic Packaging. https://www.oneplanetnetwork.org/resource/can-i-recycle-global-mapping-and-assessment- standards-labels-and-claims-plastic-packaging. Accessed 14 January 2021.

UNEP/GPA (Global Programme of Action) (2020). Governing the Global Programme of Action. https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/governing-global-programme

UNEP and the International Trade Centre (2017). Guidelines for Providing Product Sustainability Information: Global Guidance on Making Effective Environmental, Social and Economic claims, to Empower and Enable

momentum as trade tensions persist, 2 April. https://www.wto.org/ english/ news_e/pres19_e/pr837_e.h. Accessed 14 January 2021.

Wright, S.L., Rowe, D., Thompson, R.C. and Galloway, T.S. (2013a). Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. Current Biology 23, R1031-R1033. https://doi:10.1016/j.cub.2013.10.068. Accessed 14 January 2021.

Wright, S.L., Thompson, R.C. and Galloway, T.S. (2013b). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. Environmental Pollution 178, 483-492. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02 031.

Accessed 14 January 2021.

Wright, S.L., and Kelly, F.J. (2017). Plastic and human health: A micro issue? Environmental Science and Technology 51(12), 6634-6647. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423. Accessed 14 January 2021.

WTO (World Trade Organization) International trade statistics. https://data.wto.org. Accessed 10 September 2021.

Wyles, K.J., Pahl, S., Holland, M., and Thompson, R.C. (2016). Can beach cleans do more than clean-up litter? Comparing beach cleans to other coastal activities Environment and Behavior 49(5), 509-535. https://doi.org/10.1177/0013916516649412. Accessed 14 January 2021.

WWF, the Ellen MacArthur Foundation and BCG (2020). The business case for a UN treaty on plastic pollution. WWF. https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/Plastics/UN%20treaty%20plastic%20poll%20report%20a4_single_pages_v15-web-prerelease-3mb.pdf Accessed 13 July 2021

Xanthos, D. and Walker, T.R. (2017). International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review. Marine Pollution Bulletin 18(1-2), 17-26. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.048. Accessed 14 January 2021

Xu, S., Ma., J., Ji, R., Pan, K. and Miao, A-J. (2020). Microplastics in aquatic environments: occurrence, accumulation and biological effects. Science of The Total Environment 703, 134699. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134699. Accessed 14 January 2021.

Yang, Y., Liu, G., Song, W., Ye, C., Lin, H., Li, Z. et al. (2019). Plastics in the marine environment are reservoirs for antibiotic and metal resistance genes. Environment International 123. 79-86. https://doi.org/10.1016/j.

envint.2018.11.061. Accessed 14 January 2021.

Yu, F., Sun, Y., Yang, M. and Ma, J. (2019). Adsorption mechanism and effect of moisture contents on ciprofloxacin removal by three-dimensional porous graphene hydrogel. Journal of Hazardous Materials 374, 195-202. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.04.021. Accessed 14 January 2021.

Zambianchi, E., Trani, M. and Falco, P. (2017). Lagrangian transport of marine litter in the Mediterranean Sea. Frontiers in Environmental Science, 1 February. https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00005. Accessed 14 January 2021.

Zambrano, M.C., Pawlak, J.J., Daystar, J., Ankeny, M., Cheng, J.J. and Venditti,

R.A. (2019). Microfibres generated from the laundering of cotton, rayon and polyester based fabrics and their aquatic biodegradation. Marine Pollution Bulletin 142, 394-407. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.062. Accessed 14 January 2021.

Zettler, E.R., Takada, H., Monteleone, B., Mallos, N., Eriksen, M. and Amaral-Zettler, L.A. (2017). Incorporating citizen science to study plastics in the environment. Analytical Methods 9, 1392-1403. http://doi.org/10.1039/

C6AY02716D. Accessed 14 January 2021.

Zhang, H. (2017). Transport of microplastics in coastal seas. Estuarine, Coastal and Shelf Science 199, 74-86. https://doi.org/10.1016/j. ecss.2017.09.032. Accessed 14 January 2021.

Zheng, J. and Suh, S. (2019). Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. Nature Climate Change 9, 374-378. http://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z. Accessed 14 January 2021.

Zimmermann, L., Dombrowski, A., Völker, C. and Wagner, M. (2020). Are bioplastics and plant-based materials safer than conventional plastics? In vitro toxicity and chemical composition. Environment International 145, 106066. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106066. Accessed 13

January 2021.

Zink, T., Geyer, R. and Startz, R. (2018). Toward estimating displaced primary production from recycling. Journal of Industrial Ecology 22, 314-326. https://doi.org/10.1111/jiec.12557. Accessed 14 January 2021.

an experimental exposure. Environmental Science and Technology 46(20), 11327-11335. https://doi.org/10.1021/es302332w. Accessed 14 January 2021.

Walker, T., Gramlich, D. and Dumont-Bergeron, A. (2020). The case for a plastic tax: A review of its benefits and disadvantages within a circular economy. In Sustainability. Business and Society 360, Vol. 4. Wasieleski,

D.M. and Weber, J. (eds.). Emerald Publishing Limited.185-211. https://doi.org/10.1108/S2514-175920200000004010. Accessed 14 January 2021.

Wang, J., Liu, X., Li, Y., Powell, T., Wang, X., Wang, G. et al. (2019a). Microplastics as contaminants in the soil environment: A mini-review. Science of The Total Environment 691 848-857. https://doi.org/10.1016/j. scitotenv.2019.07.209. Accessed 14 January 2021.

Wang, J., Coffin, S., Sun, C., Schlenk, D. and Gan, J. (2019b). Negligible effects of microplastics on animal fitness and HOC bioaccumulation in earthworm Eisenia fetida in soil. Environmental Pollution 249, 776-784. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.102. Accessed 14 January 2021.

Welden, N.A. and Cowie, P.R. (2017). Degradation of common polymer ropes in a sublittoral marine environment. Marine Pollution Bulletin 118 (1-2), 248-253. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02 072. Accessed

14 January 2021.

Werbowski, L.M., Gilbreath, A.N., Munno, K., Zhu, X., Grbic,J., Wu, T., Sutton, R., Sedlak, M.D. Deshpande, A.D., and Rochman, C.M. (2021). Urban stormwater runoff: a major pathway for anthropogenic particles, black rubbery fragments, and other types of microplastics to urban receiving waters. American Chemical Society Environmental Science &Technology Water 1 (6), 1420-1428 https://doi.org/10.1021/acsestwater.1c00017 Accessed 23 June 2021

WHO (2019). Microplastics in Drinking-water. Geneva. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326499/9789241516198-eng.pdf?ua=1. Accessed 14 January 2021.

White, M.P., Elliott, L.R., Gascon, M., Roberts, B. and Fleming, L.E. (2020). Blue space, health and well- being: a narrative overview and synthesis of potential benefits. Environmental Research 191, 110169- 110169. https://

doi.org/10.1016/j.envres.2020.110169. Accessed 14 January 2021.

Wichmann, D., Delandmeter, P. and van Sebille, E. (2019). Influence of near-surface current on the global dispersal of marine microplastic. JGR Oceans 124(8), 6086-6096. https://doi.org/10.1029/2019JC015328. Accessed 14

January 2021.

Wilcox, C., van Sebille, E., and Hardesty, B.D. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. Proceedings of the National Academy of Sciences 38, 11899-11904. http://doi.org/10.1073/pnas.1502108112. Accessed 14 January 2021.

Williams, A.T. and Rangel-Buitrago, N. (2019). Marine litter: Solutions for a major environmental problem. Journal of Coastal Research 35(3), 648- 663. https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-18- 00096.1. Accessed 14

January 2021.

Windsor, F.M., Durance, I., Horton, A.A., Thompson, R.C., Tyler, C.R. and Ormerod, S.J. (2018). A catchment-scale perspective of plastic pollution. Global Change Biology 25, 1207-1221. https://doi.org/10.1111/gcb.14572.

Accessed 14 January 2021.

Windsor, F.M., Tilley, R.M., Tyler, C.R. and Omerod, S.J. (2019). Microplastic ingestion by riverine macroinvertebrates. Science of The Total Environment 646, 68-74. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.271. Accessed 14

January 2021.

Woodall, L.C., Robinson, L.F., Narayanaswamy, B.E. and Paterson, G.L.J. (2015). Deep-sea litter: A comparison of seamounts, banks and a ridge in the Atlantic and Indian Oceans reveals both environmental and anthropogenic factors impact accumulation and composition. Frontiers in Marine Science, 2 February. https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00003. Accessed 14 January 2021.

Woods, J.S., Rødder, G. and Verones, F. (2019). An effect factor approach for quantifying the entanglement impact on marine species of macroplastic debris within the life cycle impact assessment. Ecological Indicators 99, 61-66. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.018. Accessed 14 January 2021.

WTO (World Trade Organization) (2019). Global trade growth loses

برنامج **الأمم المتحدة** للبيئة

50
1972-2022