المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020

الكميات والتدفقات وإمكانيات اقتصاد التدوير

المؤلفون: فانيسا فورتي، كورنيليس بيتر بالدي، روديغر كوهر، غارام بيل

بمساهمات من: س. آدريان، م. برون دريس، ي. تشنغ، ل. دفيا، أ. دوبزر، ف. غوليزن، ج. غورمان، س. هيرات، س. هوندا، ج. لاتوني، و. جينغوي، إ. جينهوي، د.س. خيتريوال، ج. لينل، ف. ملغاليني، إز ك. نموروم، ب. أونيوانوا، د. أوت، آ. راميولا، أ. سيلفا، ر. ستيلهارت، د. تيلكرتم، ف. فان ستراتن، م. واغنر، ت. ياماموتو، ج. زنغ.

UNITED NATIONS UNIVERSITY
UNU-VIE SCYCLE
Sustainable Cycles Programme

United Nations Institute for Training and Research
unitar

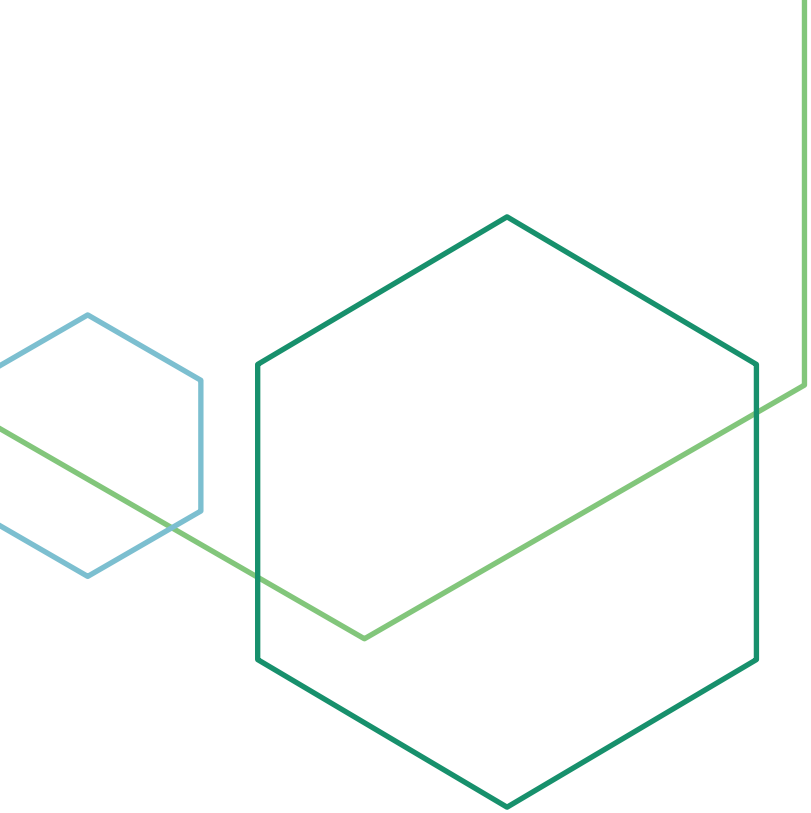
ITU

ISWA
International Solid Waste Association

Supporting Contributors:

World Health Organization

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development



المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020

الكميات والتدفقات وإمكانيات اقتصاد التدوير

المؤلفون:

فانيسا فورتي، كورنيليس بيتر بالدي، روديغر كوهر، غارام بيل

بمساهمات من:

س. آدريان، م. برون دريس، ي. تشنغ، ل. دفيا، أ. دوبز، ف. غوليزن، ج. غورمان، س. هيرات، س. هوندا، ج. لاتوني، و. جينغوي، إ. جينهوي، د.س. خيتريوال، ج. لينل، ف. ملغاليني، إز ك. نموروم، ب. أونيوانوا، د. أوت، آ. راموﻻ، أ. سيلفا، ر. ستيلهارت، د. تيلكرتم، ف. فان ستراﻻن، م. واغنر، ت. ياماموتو، ج. زنغ.

حقوق الطبع
والنشر ومعلومات النشر

معلومات الاتصال:

للاستفسارات، يرجى الاتصال بالمؤلف المعني بالمراسلات ك. ب. بالدي عبر البريد الإلكتروني scycle@unitar.org.

يرجى الاستشهاد بهذا المنشور على النحو التالي:

ف. فورتي، ك. ب. بالدي، ر. كوهر، غ. بيل. المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020: الكميات والتدفقات وإمكانيات اقتصاد التدوير. جامعة الأمم المتحدة (UNU)/معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNITAR) – برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE)، الذي يشترك في استضافته الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) والرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA)، بون، جنيف/روتردام.

رقم الكتاب المعياري الدولي (ISBN) للنسخة الرقمية: 978-92-808-9114-0

رقم الكتاب المعياري الدولي (ISBN) للنسخة المطبوعة: 978-92-808-9115-7

وجامعة الأمم المتحدة (UNU) هي هيئة مستقلة تابعة للجمعية العامة للأمم المتحدة ومخصصة لإعداد المعارف ونقلها وتعزيز القدرات ذات الصلة بالقضايا العالمية الخاصة بأمن الإنسان وتنميته ورفاهيته. وتعمل الجامعة من خلال شبكة من مراكز وبرامج البحوث والتدريب المنتشرة في جميع أنحاء العالم ويتولى تنسيقها مركز جامعة الأمم المتحدة في طوكيو www.unu.edu.

ومعهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNITAR) هو ذراع تدريب مخصص للأمم المتحدة، ومهمته تطوير القدرات الفردية والمؤسسية والتنظيمية للبلدان وأصحاب المصلحة الآخرين في الأمم المتحدة من خلال حلول التعلم عالية الجودة ومنتجات وخدمات المعارف ذات الصلة لتعزيز صنع القرار العالمي وتقديم الدعم على المستوى القطري للتغلب على التحديات العالمية. www.unitar.org.

وبرنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE)، الذي يمر الآن في مرحلة انتقال من جامعة الأمم المتحدة إلى معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث، يتوخى تمكين المجتمعات من خفض العبء البيئي الناجم عن إنتاج واستخدام والتخلص من السلع في كل مكان، وخاصة المعدات الكهربائية والإلكترونية إلى مستويات مستدامة عن طريق البحث والتدريب المستقل والشامل والعملي، وتقديم قواعد حقائق أكثر شمولاً لوضع السياسات وصنع القرار. لذلك، تركز أنشطة دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) على تطوير أنماط الإنتاج والاستهلاك والتخلص المستدامة للمعدات الكهربائية والإلكترونية، بالإضافة إلى السلع الموجودة في كل مكان. ويقود برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) مناقشة المخلفات الإلكترونية على الصعيد العالمي وينهض باستراتيجيات إدارة المخلفات الإلكترونية المستدامة على أساس التفكير في دورة الحياة. وللحصول على معلومات تفصيلية عن دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) ومشاريعها، بما في ذلك أنشطة البحث والتدريب، ترجى زيارة الموقعين الإلكترونيين www.scycle.info وhttp://scycle.vie.unu.edu.

والاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) هو وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في مسائل تكنولوجيات المعلومات والاتصالات، التي تقود عجلة الابتكار في مجال تكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT) جنباً إلى جنب مع 193 دولة عضواً وعضوية تضم ما يزيد عن 900 كيان من الشركات والجامعات والمنظمات الدولية والإقليمية.

والاتحاد الذي أُنشئ في عام 1865 هو الهيئة الحكومية الدولية المسؤولة عن تنسيق الاستعمال العالمي المشترك لطيف الترددات الراديوية وتعزيز التعاون الدولي في تخصيص المدارات الساتلية وتحسين البنية التحتية للاتصالات في العالم النامي ووضع معايير عالمية لكفالة التوصيل البيني السلس لمجموعة ضخمة من أنظمة الاتصالات. ويلتزم الاتحاد بتوصيل العالم: من الشبكات عريضة النطاق إلى أحدث التكنولوجيات اللاسلكية، ومن ملاحة الطيران والملاحة البحرية إلى علم الفلك الراديوي ورصد الأرض من خلال السواتل والرادارات الأوقيانوغرافية فضلاً عن التقارب في خدمات الهاتف الثابت والمتنقل، وتكنولوجيات الإنترنت والإذاعة. ولمزيد من المعلومات، زوروا www.itu.int.

نبذة عن الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA):

الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA) هي رابطة عالمية مستقلة لا تستهدف الربح، تعمل من أجل الصالح العام لتعزيز الإدارة المستدامة والشاملة والمهنية للمخلفات والانتقال إلى اقتصاد التدوير. والرابطة ISWA مفتوحة للأفراد والمنظمات من المجتمع العلمي والمؤسسات العامة وكذلك الشركات العامة والخاصة من جميع أنحاء العالم التي تعمل في مجال إدارة المخلفات أو المهتمة بها. والرابطة ISWA هي رابطة المخلفات الوحيدة في العالم التي تتيح لأعضائها التواصل مع المهنيين والشركات وممثلي المؤسسات.

إخلاء مسؤولية:

إن التسميات المستخدمة وعروض المواد في هذا المنشور لا تنطوي على التعبير عن أي رأي على الإطلاق من جانب جامعة الأمم المتحدة (UNU)/معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNITAR)، أو الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، أو منظمة الصحة العالمية (WHO) بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، أو سلطاتها، أو فيما يتعلق بتحديد حدودها أو تخومها. تُستخدم أسماء العلامات التجارية ورموزها بطريقة تحريرية دون نية انتهاك قوانين العلامات التجارية أو حقوق الطبع والنشر. علاوة على ذلك، فإن الآراء المعبر عنها في هذا المنشور هي آراء المؤلفين ولا تمثل بالضرورة وجهات نظر جامعة الأمم المتحدة/معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث، أو الاتحاد الدولي للاتصالات، أو منظمة الصحة العالمية، ولا يمثل الاستشهاد بالأسماء التجارية أو الشركات أو المخططات أو العمليات التجارية تزكية لها. ونأسف لأي أخطاء أو إغفالات يمكن أن تكون قد وقعت سهواً.

حقوق الطبع والنشر، ©، بشأن الخرائط والصور والرسوم التوضيحية على النحو المحدد.

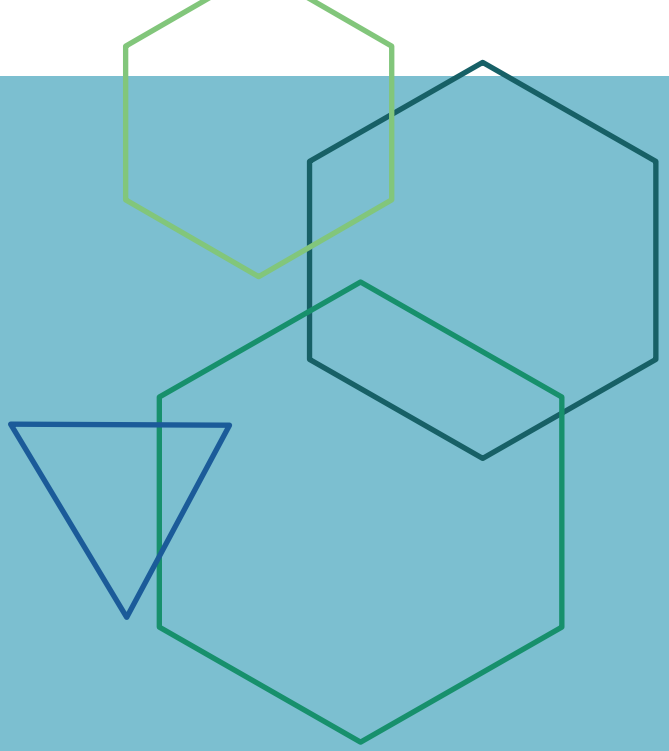
رخَّصت جامعة الأمم المتحدة/معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث والاتحاد الدولي للاتصالات لهذا المنشور بموجب ترخيص النسبة إلى المشاع الإبداعي غير التجاري (Creative Commons Attribution Noncommercial-Share Alike 3.0 IGO). ويرجى تخصيص بعض الوقت لمعرفة المزيد عن المشاع الإبداعي.

©UNU/UNITAR وITU, 2020

ولا يتأثر استخدامكم العادل وحقوقكم الأخرى بما ورد أعلاه.

© الرسوم التوضيحية صنيع UNU/UNITAR SCYCLE – ننيكي هاكو

© الصور UNU/UNITAR UNU/UNITAR SCYCLE – ياسين صدقي



شکر وتقدیر

المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020 هو جهد تعاوني لبرنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) الذي تشارك في استضافته حاليا جامعة الأمم المتحدة (UNU) ومعهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNITAR) والاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) والجمعية الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA).

وقد أمكن تحقيق هذا الجهد التعاوني من خلال المساهمات المالية من:

- الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
- جامعة الأمم المتحدة (UNU)
- الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA)
- منظمة الصحة العالمية (WHO)
- وزارة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (BMZ) في ألمانيا العاملة من خلال الجمعية الألمانية للتعاون الدولي (GIZ GmbH)

ويود المؤلفون فانيسا فورتي، وكيس بيتر بالدي، وروديغر كوهر (جامعة الأمم المتحدة (UNU)/معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNITAR)) وغارام بيل (الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)) أن يشكر المؤلفين والمستعرضين المساهمين على مساهمتهم في إعداد هذه الطبعة الثالثة من المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية. وقد ساهم المؤلفون والمستعرضون المساهمون في التقرير بصفات مختلفة؛ وترد انتماءاتهم لأغراض التعريف.

اللجنة التوجيهية للمشروع:

كيس بالدي، روديغر كوهر (جامعة الأمم المتحدة/معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث)، غارام بيل (الاتحاد الدولي للاتصالات)، أديتي راملا (الجمعية الدولية للمخلفات الصلبة).

المساهمون:

- ستيفاني أدريان (وكالة حماية البيئة الأمريكية) – أمريكا الشمالية
- ماري نويل برون دريس (منظمة الصحة العالمية) – تأثير المخلفات الإلكترونية على صحة الأطفال والعمال
- يو شو (كاندي) تشنغ (شركة E-titanium الاستشارية) – تايوان، مقاطعة الصين
- ليلى ديفيا (المركز الإقليمي لاتفاقية بازل في أمريكا الجنوبية) – أمريكا الجنوبية
- أوتمار دوبزر (UNU/UNITAR SCYCLE) – إمكانيات المخلفات الإلكترونية في اقتصاد التدوير
- فيونا غولديزن (مستشارة منظمة الصحة العالمية) – تأثير المخلفات الإلكترونية على صحة الأطفال والعمال
- جوليا غورمان (مستشارة منظمة الصحة العالمية) – تأثير المخلفات الإلكترونية على صحة الأطفال والعمال
- سونيل هرات (جامعة غريفيث) – أوقيانوسيا
- شونيتشي هوندا (برنامج الأمم المتحدة للبيئة) – اليابان
- وانغ جينغوي (مركز شنغهاي التعاوني للابتكار من أجل إعادة تدوير مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية) – شرق وجنوب شرق آسيا
- لي جينهوي (جامعة تسينغهوا) – شرق وجنوب شرق آسيا
- ديبالي سينها خيتريوال (جامعة الأمم المتحدة/معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث) – جنوب آسيا
- جايسون لينيل (إعادة التدوير الإلكتروني) – أمريكا الشمالية
- فيديريكو ماغالياني (SOFIES) – السياسة والتشريع – إفريقيا وجنوب شرق آسيا
- إنوسنت تشيدي نورورم (جامعة أبيا ستيت) – إفريقيا
- بيرسي أونيانوا (مركز تنسيق اتفاقية بازل للمنطقة الإفريقية) – إفريقيا
- دانيال أوت (RLG في الأمريكتين) – أمريكا اللاتينية
- أوكا سيلفا (RELAC) – أمريكا اللاتينية
- رويدا ستيلهارت (SOFIES) – السياسات والتشريعات – إفريقيا وجنوب شرق آسيا
- دوليب تيلكرتم (CleanTech, GSMA) – السياسة والتشريع – إفريقيا وجنوب شرق البلاد آسيا
- جيانلاي زنغ (جامعة تسينغهوا) – شرق وجنوب شرق آسيا

التصميم:

نينكي هاكو | Op de Kaart | www.bureauopdekaart.nl

التصوير:

ياسين صدقي | ياسين صدقي للتصوير www.yassynsidki.com

شكر إضافي إلى:

ريد ميللر (مركز جامعة ييل للإيكولوجيا الصناعية)، وجوليا لاتوني (UNU/UNITAR)، وفنسنت فان ستراتن (إحصاءات هولندا)، وميشيل واغنر (UNU/UNITAR)، وتيلز ياماموتو (معهد علوم البيئة – جامعة ليدن) لدعمهم في جمع البيانات وتحليلها.

ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) وشعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة (UNSD) لتعاونهما في توزيع الاستبيانات بشأن المخلفات الإلكترونية على مختلف البلدان.

وتيري كولينز وميج هيرتوغ (الاتحاد الدولي للاتصالات) لدعمهما في إطلاق هذه المنشورة والحملة الإعلامية.

تمهيد

جامعة الأمم المتحدة (UNU)
والاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
والرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA)

أصبحت المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) جزءاً أساسياً من الحياة اليومية. وقد مكّن توفرها واستخدامها على نطاق واسع الكثير من سكان العالم من الاستفادة من مستويات معيشة أعلى. بيد أن الطريقة التي ننتج، ونستهلك، ونتخلص بها من المخلفات الإلكترونية ليست مستدامة. ونظراً لبطء اعتماد التجميع وإعادة التدوير، فإن العوامل الخارجية – مثل استهلاك الموارد وانبعاثات غازات الدفيئة وإطلاق المواد السامة أثناء إجراءات إعادة التدوير غير الرسمية – توضح المشكلة كي تظل في حدود مستدامة. وبالتالي، تواجه العديد من البلدان تحديات بسبب المخاطر الكبيرة المحدقة بالبيئة وصحة الإنسان جراء مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) غير المدارة بشكل مناسب، والمعروفة على نطاق واسع باسم المخلفات الإلكترونية. وتنخفض نسبياً معدلات التجميع وإعادة التدوير حتى في البلدان التي لديها نظام رسمي لإدارة المخلفات الإلكترونية.

وتقتضي الضرورة مراقبة كميات وتدفقات المخلفات الإلكترونية لتقييم التطورات بمرور الوقت، ولتحديد وتقييم الأهداف نحو مجتمع مستدام واقتصاد التدوير. وتزداد كفاءة تنفيذ تطوير البنية التحتية لإعادة التدوير والسياسات السليمة والصكوك القانونية على أساس البيانات السليمة عن المخلفات الإلكترونية. وبدون صورة عالمية للمخلفات الإلكترونية، سيتعذر أيضاً فهم الطبيعة الحقيقية للتنقلات، وفي بعض الحالات، الشحنات غير القانونية عبر الحدود.

وبالاعتماد على الشراكة المعنية بقياس تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لأغراض التنمية، تضافرت جهود جامعة الأمم المتحدة (UNU) والاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) والرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA)، بالتعاون الوثيق مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، في الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية (GESP). ومنذ أواخر عام 2019، يشارك معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNITAR) في استضافة برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE)، وهو البرنامج المتخصص لجامعة الأمم المتحدة بشأن المخلفات الإلكترونية. وتجمع الشراكة GESP البيانات من البلدان بطريقة مقيَّسة دولياً وتضمن إتاحة هذه المعلومات للجمهور عبر قاعدة بيانات المخلفات الإلكترونية العالمية مفتوحة المصدر، www.globalewaste.org. ومنذ عام 2017، بذلت الشراكة GESP جهوداً كبيرة من خلال توسيع القدرات الوطنية والإقليمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية في مختلف البلدان.

وفي المآل الأخير، تساعد الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية (GESP) البلدان على تجميع إحصاءات مفيدة لوضع السياسات الوطنية باستخدام إطار قياس منسق معترف به دولياً. وتجمع الشراكة GESP واضعي السياسات والإحصائيين وممثلي دوائر الصناعة لتحسين جودة بيانات المخلفات الإلكترونية وفهمهم وتفسيرهم لها. وعلى الصعيد العالمي، تساهم الشراكة GESP في مراقبة تدفقات المخلفات ذات الصلة، وقياس التقدم المحرز نحو الغايات 6.11 و4.12 و5.12 من أهداف التنمية المستدامة. في الآونة الأخيرة، أُدرجت المخلفات الإلكترونية رسمياً في خطة العمل الخاصة بمؤشر الغايتين 2.4.12 و1.5.12 وفي الوثائق المتعلقة بهذا المؤشر. وتسمح الشراكة GESP لمنظمات دولية، مثل الاتحاد الدولي للاتصالات، بقياس التقدم المحرز نحو أهدافها. ففي عام 2018، وضعت أعلى هيئة لوضع السياسات في الاتحاد، وهي مؤتمر المندوبين المفوضين، هدفاً يتمثل في زيادة معدل إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية العالمية إلى 30 في المائة بحلول عام 2023. وهو ما يقابل زيادة قدرها 12,6 في المائة مقارنةً بالمتوسط العالمي اليوم.

وهذه الطبعة الثالثة من المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية هي وليدة الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية (GESP) والمتعاونين معها بشكل وثيق؛ ومتابعة لطبعة عام 2017 وللمرصد العالمي الرائد للمخلفات الإلكترونية لدى جامعة الأمم المتحدة – برنامج دورات الحياة المستدامة (UNU-SCYCLE) عام 2014. ويوضح هذا التقرير استمرار النمو العالمي في توليد المخلفات الإلكترونية.

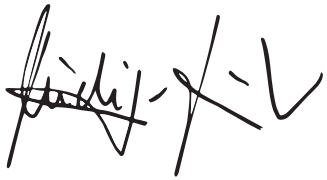
وفي عام 2019، أنتج العالم 53,6 مليون طن متري (Mt) من المخلفات الإلكترونية، ولم يوثَّق منها إلا 17,4% رسمياً على أنه جُمع وأُعيد تدويره بشكل صحيح. وقد نَمت بمقدار 1,8 Mt منذ عام 2014، لكن إجمالي توليد المخلفات الإلكترونية زاد بمقدار 9,2 Mt. ويبين ذلك أن أنشطة إعادة التدوير لا تواكب النمو العالمي للمخلفات الإلكترونية.

وبالإضافة إلى المنظور العالمي، يتضمن هذا التقرير تحليلاً وطنياً وإقليمياً لكميات المخلفات الإلكترونية والصكوك التشريعية. وعلى الرغم من أن 71% من سكان العالم مشمولون بشكل من أشكال سياسات أو تشريعات أو لوائح المخلفات الإلكترونية، يجب بذل المزيد من الجهود نحو التنفيذ والإنفاذ من أجل تشجيع الإقبال على البنية التحتية للتجميع وإعادة التدوير.

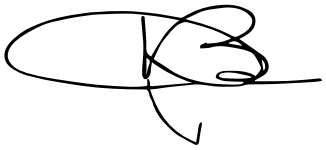
ويعرِّف المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020 الجمهور الأوسع بالتحدي العالمي للمخلفات الإلكترونية، ويشرح كيف يتناسب التحدي حالياً مع الجهود الدولية لبلوغ أهداف التنمية المستدامة، ويناقش كيفية إنشاء اقتصاد التدوير ومجتمعات مستدامة. وفي موازاة ذلك، نشجع صانعي القرار على زيادة أنشطتهم لقياس ومراقبة المخلفات الإلكترونية باستخدام واعتماد الإطار المنهجي المعترف به دولياً الذي طورته جامعة الأمم المتحدة – برنامج دورات الحياة المستدامة، بالتعاون مع الشراكة المعنية بقياس تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لأغراض التنمية.

ونود أن نشكر جميع المؤلفين والمساهمين على هذا التقرير، وندعوكم للتعاون مع الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية (GESP) ودعم جهودنا المستمرة لتحسين الفهم العالمي والإدارة السليمة بيئياً للمخلفات الإلكترونية.

روديجير كيهير
مدير برنامج دورات الحياة المستدامة، جامعة الأمم المتحدة ومعهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (SCYCLE)



دورين بوغدان-مارتن
مديرة مكتب تنمية الاتصالات، الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)



أنطونيس مافروبولوس
رئيس الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA)

جدول المحتويات

ملخص تنفيذي 12

الفصل 1: ما هي المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) والمخلفات الإلكترونية؟ 16

الفصل 2: الإحصاءات الرئيسية بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد العالمي 20

الفصل 3: كيف تساهم بيانات المخلفات الإلكترونية في أهداف التنمية المستدامة 28

الفصل 4: قياس إحصاءات المخلفات الإلكترونية 32

الفصل 5: المواءمة العالمية من خلال الشراكة العالمية المعنية
بإحصاءات المخلفات الإلكترونية 42

الفصل 6: التشريعات بشأن المخلفات الإلكترونية ونقلها عبر الحدود 50

الفصل 7: إمكانيات المخلفات الإلكترونية في اقتصاد إعادة التدوير 56

الفصل 8: تأثير المخلفات الإلكترونية على صحة الأطفال والعمال 62

الفصل 9: إحصاءات رئيسية عن المخلفات الإلكترونية الإقليمية 68

إفريقيا 70

الأمريكتان 72

آسيا 74

أوروبا 76

أوقيانوسيا 78

الحواشي 80

الأدبيات المرجعية 84

نبذة عن المؤلفين 94

الملحق 1: مفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU) والصلة بفئات المخلفات الإلكترونية 96

الملحق 2: المنهجية 100

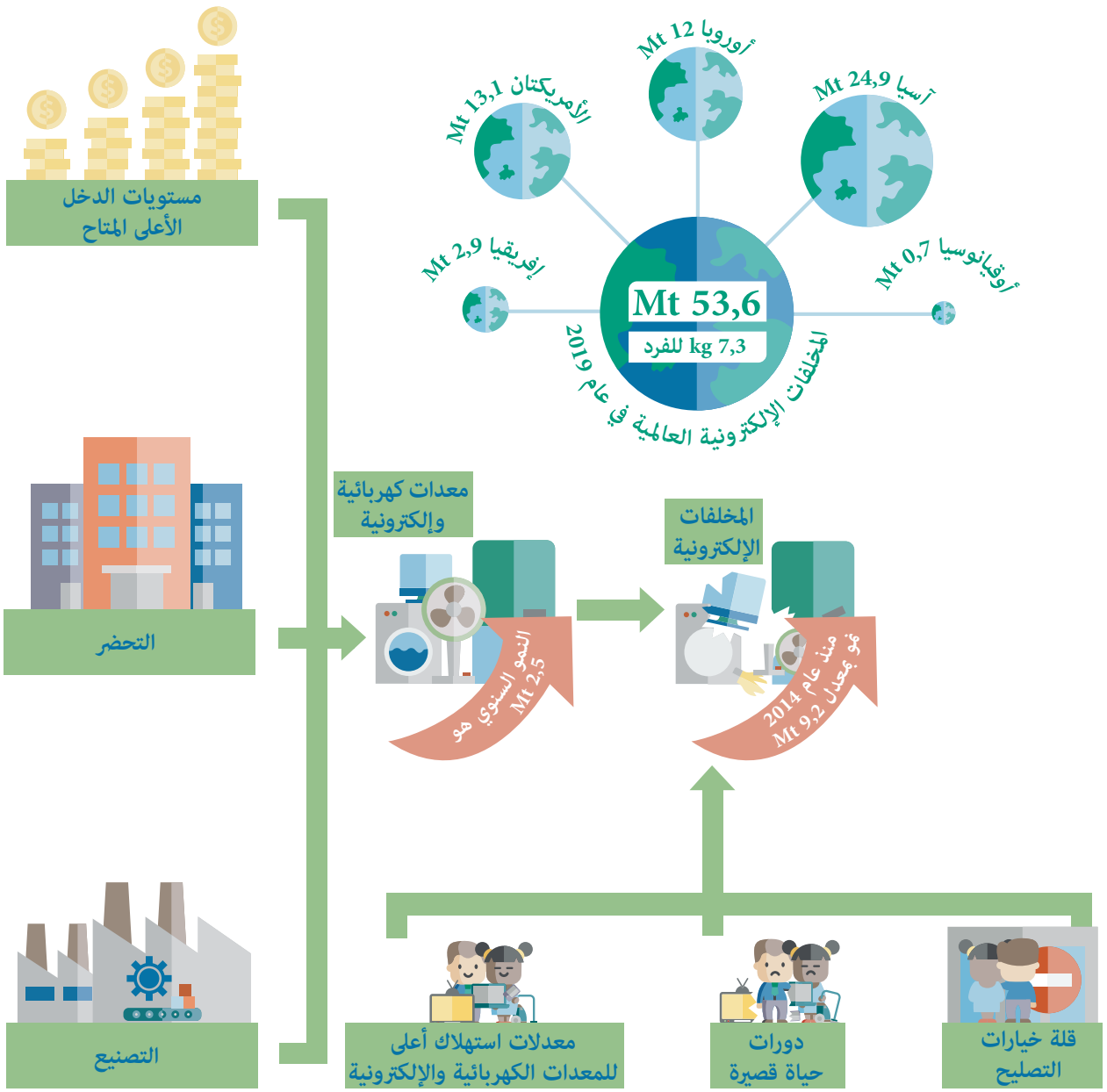
الملحق 3: الإحصاءات الرئيسية القطرية عن المخلفات الإلكترونية 104

ملخص تنفيذي

يرتبط استهلاك المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) ارتباطاً وثيقاً بالتنمية الاقتصادية العالمية واسعة الانتشار. وقد أصبحت المعدات الكهربائية والإلكترونية أمراً لا غنى عنه في المجتمعات الحديثة وهي آخذة في تحسين مستويات المعيشة، ولكن إنتاجها واستخدامها يمكن أن يتطلبا الكثير من الموارد، ويمكنهما أيضاً أن يعترضا شبيل هذا التحسن في مستويات المعيشة. وتؤدي المستويات الأعلى من الدخل المتاح، وتزايد التحضر والتنقل، وزيادة التصنيع في بعض أجزاء العالم إلى كميات متنامية من المعدات الكهربائية والإلكترونية. **وفي المتوسط، يزيد الوزن الإجمالي (باستثناء الألواح الكهرضوئية) للاستهلاك العالمي للمعدات الكهربائية والإلكترونية سنوياً بمقدار 2,5 مليون طن (Mt).**

وبعد استخدامها، يُتخلص من المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE)، مما يؤدي إلى توليد تدفق مخلفات يحتوي على مواد خطرة وقيِّمة. ويُشار إلى تدفق المخلفات هذا بالمخلفات الإلكترونية، أو «مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية» (WEEE)، وهو مصطلح يستخدم بشكل رئيسي في أوروبا.

ويقدم هذا المرصد التحديث الأكثر شمولاً لإحصاءات المخلفات الإلكترونية العالمية. **ففي عام 2019، أنتج العالم 53,6 مليون طن (Mt) من المخلفات الإلكترونية، بمتوسط 7,3 kg للفرد.** ونما التوليد العالمي للمخلفات الإلكترونية بمقدار 9,2 Mt منذ عام 2014 ويُتوقع أن ينمو إلى 74,7 Mt بحلول عام 2030 – بمقدار المثلين تقريباً خلال 16 سنة فقط. وتتغذى الكمية المتزايدة للمخلفات الإلكترونية من ارتفاع الاستهلاك بشكل أساسي. وولدت آسيا أكبر كمية من المخلفات الإلكترونية في عام 2019 – حوالي 24,9 Mt، تليها الأمريكتان (13,1 Mt) وأوروبا (12 Mt)، بينما ولدت إفريقيا وأوقيانوسيا 2,9 Mt و0,7 Mt على التوالي. واحتلت أوروبا المرتبة الأولى عالمياً من حيث توليد المخلفات الإلكترونية لكل فرد، إذ بلغ نصيب الفرد 16,2 kg. وجاءت أوقيانوسيا في المرتبة الثانية (16,1 kg) تلتها الأمريكتان (13,3 kg). وكان نصيب الفرد في آسيا وإفريقيا أقل بكثير: 5,6 و2,5 kg على التوالي.



في عام 2019، بلغت زنة التجميع والتدوير الموثقة الرسمية Mt 9,3، وبالتالي 17,4% مقارنة بالمخلفات الإلكترونية المتولدة. وقد نمت بمقدار Mt 1,8 منذ عام 2014، وهو نمو سنوي يقارب Mt 0,4. غير أن إجمالي توليد المخلفات الإلكترونية زاد بمقدار Mt 9,2، بنمو سنوي يبلغ حوالي مليوني طن. وبالتالي فإن أنشطة إعادة التدوير لا تواكب النمو العالمي للمخلفات الإلكترونية. وتظهر إحصاءات عام 2019 أوروبا بوصفها القارة ذات أعلى معدل تجميع وإعادة تدوير بنسبة 42,5%، وآسيا في المرتبة الثانية بنسبة 11,7%، والأمريكتين وأوقيانوسيا بنسبتين متشابهتين بواقع 9,4% و8,8% على التوالي، وإفريقيا بأدنى معدل نسبته 0,9%.

ومصير 82,6% (Mt 44,3) من المخلفات الإلكترونية المتولدة في عام 2019 غير مؤكد، وتختلف أماكن وجودها وتأثيراتها البيئية باختلاف المناطق. وفي البلدان ذات الدخل المرتفع، عادة ما تكون البنية التحتية لإعادة تدوير المخلفات متقدمة:

- ويُتخلص من حوالي 8% من المخلفات الإلكترونية في حاويات النفايات ثم تُدفن أو تُرمَّد. وهي تتكون في الغالب من المعدات الصغيرة وتكنولوجيا المعلومات الصغيرة.
- في بعض الأحيان، تبقى إمكانية قائمة لتجديد المنتجات المُتخلص منها وإعادة استخدامها، وبالتالي فهي تُشحن عادةً كمنتجات مستعملة من البلدان ذات الدخل المرتفع إلى البلدان ذات الدخل المنخفض أو المتوسط. ولكن تظل كمية كبيرة من المخلفات الإلكترونية تصدَّر بشكل غير قانوني أو تحت ستار إعادة استخدامها أو الزعم بأنها خردة معدنية. ويمكن افتراض أن حجم تحركات المعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة أو المخلفات الإلكترونية عبر الحدود يتراوح بين 7 و20% من المخلفات الإلكترونية المتولدة.

- يُحتمل خلط معظم المخلفات الإلكترونية المنزلية والتجارية غير الموثقة مع تدفقات المخلفات الأخرى، مثل المخلفات البلاستيكية والمخلفات المعدنية. وهذا يعني إمكانية إعادة تدوير الشذرات القابلة لإعادة التدوير بسهولة ولكن كثيراً ما تكون في ظروف رديئة دون إزالة التلوث ودون استعادة جميع المواد القيِّمة. لذلك، لا تُفضَّل إعادة التدوير هذه.

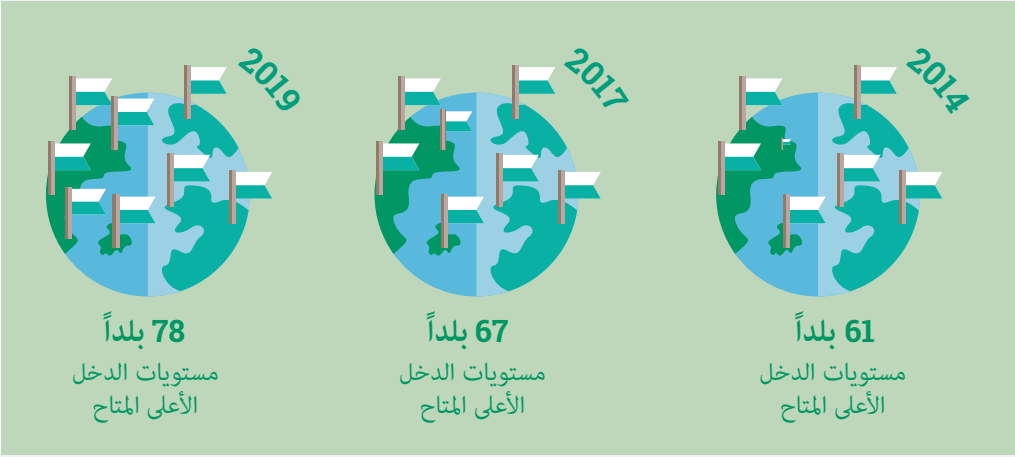
وفي البلدان المتوسطة والمنخفضة الدخل، لم تتطور تماماً بعد البنية التحتية لإدارة المخلفات الإلكترونية، أو غابت تماماً في بعض الحالات. وبالتالي، **يدير القطاع غير الرسمي المخلفات الإلكترونية في الغالب.** وفي هذه الحالة، كثيراً ما يُتعامل مع المخلفات الإلكترونية في ظروف رديئة، مما يتسبب في أضرار صحية شديدة للعمال وكذلك للأطفال الذين يعيشون ويعملون ويلعبون بالقرب من أنشطة إدارة المخلفات الإلكترونية.

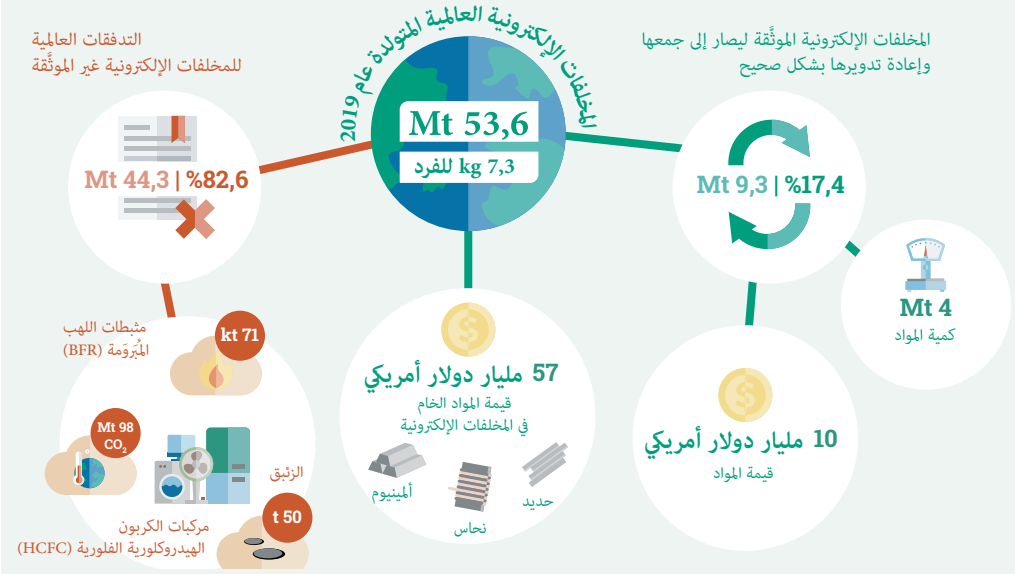
منذ عام 2014، زاد عدد البلدان التي اعتمدت سياسات أو تشريعات أو لوائح وطنية بشأن المخلفات الإلكترونية من 61 إلى 78 بلداً. ولكن التقدم التنظيمي بطيء في بعض المناطق، والإنفاذ ضعيف، والسياسة العامة أو التشريعات أو اللوائح لا تحفز بعد جمع المخلفات الإلكترونية وإدارتها على الوجه الصحيح بسبب نقص الاستثمار والدافع السياسي. وبالإضافة إلى ذلك، يختلف نطاق المنتجات في التشريع عادة عن أنظمة تصنيف المخلفات الإلكترونية التي يقترحها الإطار المنهجي المستخدم بشكل شائع والمنسق دولياً بشأن إحصاءات المخلفات الإلكترونية. وتؤدي هذه الاختلافات في نطاقات المنتجات إلى عدم تنسيق إحصاءات المخلفات الإلكترونية بين البلدان.

وتحتوي المخلفات الإلكترونية على بضع من المواد المضافة السامة أو المواد الخطرة، مثل الزئبق، ومثبطات اللهب المُبَرومَة (BFR)، ومركبات الكربون الكلورية الفلورية (CFC)، أو مركبات الكربون الهيدروكلورية الفلورية (HCFC). والمستويات المتزايدة من المخلفات الإلكترونية، ومعدلات التجميع المنخفضة، والتخلص من تدفق المخلفات هذا ومعالجتها على نحو غير سليم بيئياً، تشكل مخاطر كبيرة على البيئة وصحة الإنسان. **وعُثر على ما مجموعه 50 طناً من الزئبق و71 كيلوطناً من بلاستيك مثبطات اللهب المُبَرومَة في تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثقة على الصعيد العالمي سنوياً،** وقد أُطلق معظمها في البيئة وهي تؤثر على صحة العمال المعرضين لها.

وتساهم ايضاً الإدارة غير السليمة للمخلفات الإلكترونية في الدفيئة. وبادئ ذي بدء، إن لم يُعَد تدوير المواد الموجودة في المخلفات الإلكترونية، لا يمكنها الحلول محل المواد الخام الأولية وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة من استخراج وتنقية المواد الخام الأولية. أما بعد، فإن المبردات الموجودة في بعض معدات التبادل الحراري هي من غازات الدفيئة. **وقد أُطلق ما مجموعه 98 Mt من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من الثلاجات ومكيفات الهواء المهملة** التي لم تُدَر بطريقة سليمة بيئياً. وشكل ذلك تقريباً 0,3% من الانبعاثات العالمية المتعلقة بالطاقة في عام 2019 (وكالة الطاقة الدولية (IEA)).

والمخلفات الإلكترونية هي «منجم حضري» لأنها تحتوي على بضعة من المعادن الثمينة الحرجة وغيرها من المعادن غير الحرجة التي يمكن استخدامها كمواد ثانوية إذا أعيد تدويرها. **وتبلغ قيمة المواد الخام في المخلفات الإلكترونية العالمية المتولدة في عام 2019 حوالي 57 مليار دولار أمريكي.** ويساهم الحديد والنحاس والذهب في معظم هذه القيمة. وبمعدل تجميع وإعادة تدوير موثق بنسبة 17,4%، تستعاد من المخلفات الإلكترونية على مستوى العالم مواد خام بقيمة 10 مليارات دولار أمريكي بطريقة سليمة بيئياً، وتمكن إتاحة 4 ملايين طن من المواد الخام لإعادة التدوير. وساهمت إعادة تدوير الحديد والألمنيوم والنحاس في تحقيق وفورات صافية قدرها 15 Mt من ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يعادل الانبعاثات من إعادة تدوير المواد الخام الثانوية التي تحل محل المواد البكر.





باختصار، تقتضي الضرورة زيادة معدل تجميع وإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية الموثق رسمياً بنسبة 17,4%، خاصة في ضوء النمو السريع لتدفق المخلفات هذا، الذي يُتوقع أن يصل بالفعل إلى 74,7 Mt بحلول عام 2030، إلى جانب زيادة استعادة المواد سعياً إلى تحقيق حلقات المواد المغلقة والحد من استخدام المواد البكر.

الفصل 1

ما هي المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) والمخلفات الإلكترونية؟

NORDMENDE
LCD
GLOBETROTTER 3,3" HD
Panasonic
Panasonic
SAMSUNG
LLOYDS
PHILIPS

ما هي المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) والمخلفات الإلكترونية؟

تتضمن المعدات الكهربائية والإلكترونية مجموعة واسعة من المنتجات التي تشمل عناصر دارات أو عناصر كهربائية مع وسيلة إمداد بالطاقة أو بطارية (مبادرة STEP 2014). تكاد أي أسرة أو مصلحة أعمال تستخدم منتجات مثل آلات المطبخ الأساسية والألعاب وأدوات الموسيقى وأجهزة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل الهواتف المتنقلة والحواسيب المحمولة وما إلى ذلك.

وإلى جانب الاستخدام اليومي للأسر والشركات، أصبحت المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) تستخدم بشكل متزايد في أنظمة النقل والصحة والأمن ومولدات الطاقة، مثل الخلايا الكهرضوئية. وكثيراً ما تجهَّز المنتجات التقليدية، مثل الملابس والأثاث، بمكونات كهربائية، وبالتالي فهي تساهم على نحو متزايد في توليد المخلفات الإلكترونية على الصعيد العالمي. وتُستخدم المعدات الكهربائية والإلكترونية أكثر فأكثر أيضاً في القطاع المتوسع لإنترنت الأشياء (IoT)، مثل أجهزة الاستشعار أو الأجهزة المتعلقة بمفهوم «المنزل الذكي» أو «المدن الذكية».

وتصبح المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) مخلفات إلكترونية بمجرد أن يتخلص مالكها منها كنفايات دون قصد إعادة استخدامها (مبادرة حل مشكلة المخلفات الإلكترونية، 2014). ويحتوي كل منتج على محتوى مادي مختلف، ويُتخلص منه ويعاد تدويره بطرق مختلفة، ويتفاوت ضرره بالبيئة وصحة الإنسان في حال عدم إدارته بطريقة سليمة بيئياً.

وتتكون المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) من مجموعة كبيرة ومتنوعة من المنتجات. ولكن للأغراض الإحصائية، تصنَّف المعدات الكهربائية والإلكترونية حسب الوظيفة المتشابهة، وتكوين المواد القابلة للمقارنة، ومتوسط الوزن، ونعوت نهاية الصلاحية المتشابهة. وبالتالي، فإن المبادئ التوجيهية لإحصاءات المخلفات الإلكترونية المتعلقة بتقارير ومؤشرات التصنيف – الطبعة الثانية (فورتي وبالدي، وكوهر، 2018) تقسم المعدات الكهربائية والإلكترونية إلى 54 فئة مختلفة تركز على المنتج. ويشار إلى هذا التصنيف باسم مفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU). ويمكن الاطلاع على القائمة الكاملة لمفاتيح جامعة الأمم المتحدة في الملحق 1.

وتُفرَز فئات منتجات المعدات الكهربائية والإلكترونية الأربع والخمسين إلى ست فئات عامة تقابل بشكل وثيق خصائص إدارة مخلفاتها.

1- معدات التبادل الحراري:

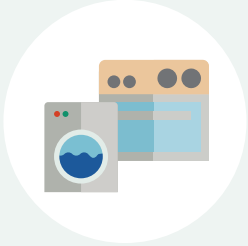
التي تشيع أكثر الإشارة إليها باسم معدات التبريد والتجميد. وهي تشمل عموماً الثلاجات والمجمدات ومكيفات الهواء ومضخات الحرارة.

2- شاشات العرض:

وهي تشمل عموماً أجهزة التلفزيون والشاشات والحواسيب المحمولة واللوحية على اختلافها.

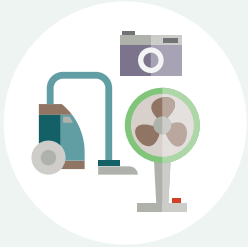
3- المصابيح:

وهي تشمل عموماً مصابيح الفلورسنت ومصابيح التفريغ عالية الكثافة ومصابيح LED.



4- المعدات الكبيرة:

وهي تشمل عموماً غسالات ومجففات الملابس وغسالات الصحون والمواقد الكهربائية وآلات الطباعة الكبيرة ومعدات النسخ والألواح الكهرضوئية.



5- المعدات الصغيرة:

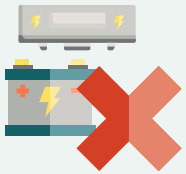
وهي تشمل عموماً المكانس الكهربائية وأفران الموجات الصغرية ومعدات التهوية والمحمصات والغلايات الكهربائية وأجهزة الحلاقة الكهربائية والموازين والآلات الحاسبة وأجهزة الراديو وكاميرات الفيديو والألعاب الكهربائية والإلكترونية والأدوات الكهربائية والإلكترونية الصغيرة والأجهزة الطبية الصغيرة وأدوات المراقبة والتحكم الصغيرة.

6- معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة:

وهي تشمل عموماً الهواتف المتنقلة والأنظمة العالمية لتحديد المواقع (GPS) وحاسبات الجيب والمسيِّرات والحواسيب الشخصية والطابعات والهواتف.

ولا تغطي أنظمة ومخططات المخلفات الإلكترونية بعد أي نوع من البطاريات أو المدخِرات أو المكونات الكهربائية للمركبات.

وحالياً، يتوافق هذا التصنيف مع توجيه مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) الذي اعتمدته الدول الأوروبية الأعضاء (البرلمان الأوروبي 2003) والإطار المعترف به دولياً لإحصاءات المخلفات الإلكترونية الموضح في المبادئ التوجيهية المذكورة أعلاه (فورتي وبالدي، وكوهر، 2018) المستخدمة في هذا التقرير.



الفصل 2

الإحصاءات الرئيسية بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد العالمي

TOP RACE
TOP RACE EXCAVATOR
MENU
VOL

تعتبر المنتجات الكهربائية والإلكترونية ميزة أساسية تساهم في التنمية العالمية وتتألف من مجموعة كبيرة ومتنوعة من المنتجات المستخدمة في الحياة اليومية.

ويمكن العثور عليها في المنازل والشركات في جميع أنحاء العالم. إلا أن نصيب الفرد من امتلاكها يختلف بحسب مستوى الدخل.

المتوسط العالمي لعدد الأجهزة المختارة المملوكة للفرد حسب مستوى الدخل القطري

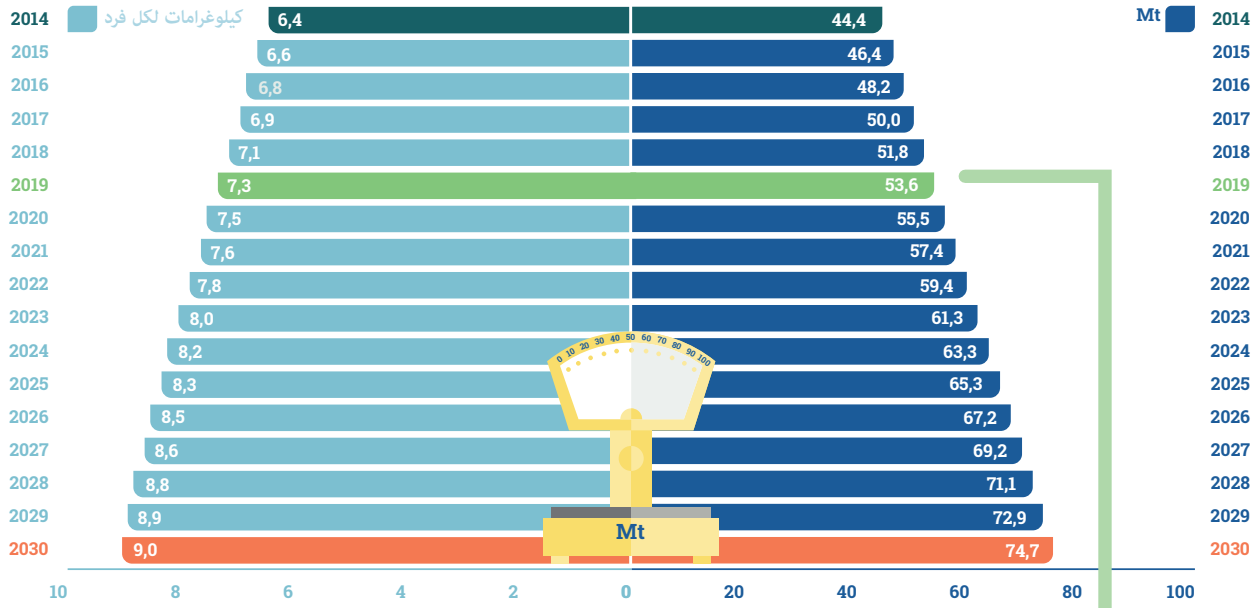
في عام 2019، تولَّد ما يقرب من Mt 53,6 من المخلفات الإلكترونية (باستثناء الألواح الكهرضوئية)، أو 7,3 كيلوغرام للفرد. وتشير التقديرات إلى أن كمية المخلفات الإلكترونية المتولدة ستتجاوز Mt 74 في عام 2030. وبالتالي، فإن الكمية العالمية للمخلفات الإلكترونية تتزايد بمعدل ينذر بالخطر إذ يناهز مليوني طن سنوياً.

في عام 2019، بلغت زنة التجميع والتدوير الموثقة الرسمية Mt 9,3، وبالتالي 17,4% مقارنة بالمخلفات الإلكترونية المتولدة. وقد نمت بمقدار Mt 1,8 منذ عام 2014، وهو نمو سنوي يقارب Mt 0,4 ,9. غير أن إجمالي توليد المخلفات الإلكترونية زاد بمقدار Mt 2، بنمو سنوي يبلغ حوالي مليوني طن. وهذا يوضح أن أنشطة إعادة التدوير لا تواكب النمو العالمي للمخلفات الإلكترونية.

وتستند إحصاءات المخلفات الإلكترونية التي جُمعت وأُعيد تدويرها إلى البيانات التي أبلغت عنها البلدان. وتشير أحدث المعلومات المتاحة عن متوسط ما جُمع وأُعيد تدويره رسمياً من المخلفات الإلكترونية الموثقة في جميع أنحاء العالم إلى عام 2016 (انظر الملحق 2 للاطلاع على المنهجية والملحق 3 للاطلاع على البيانات القطرية).

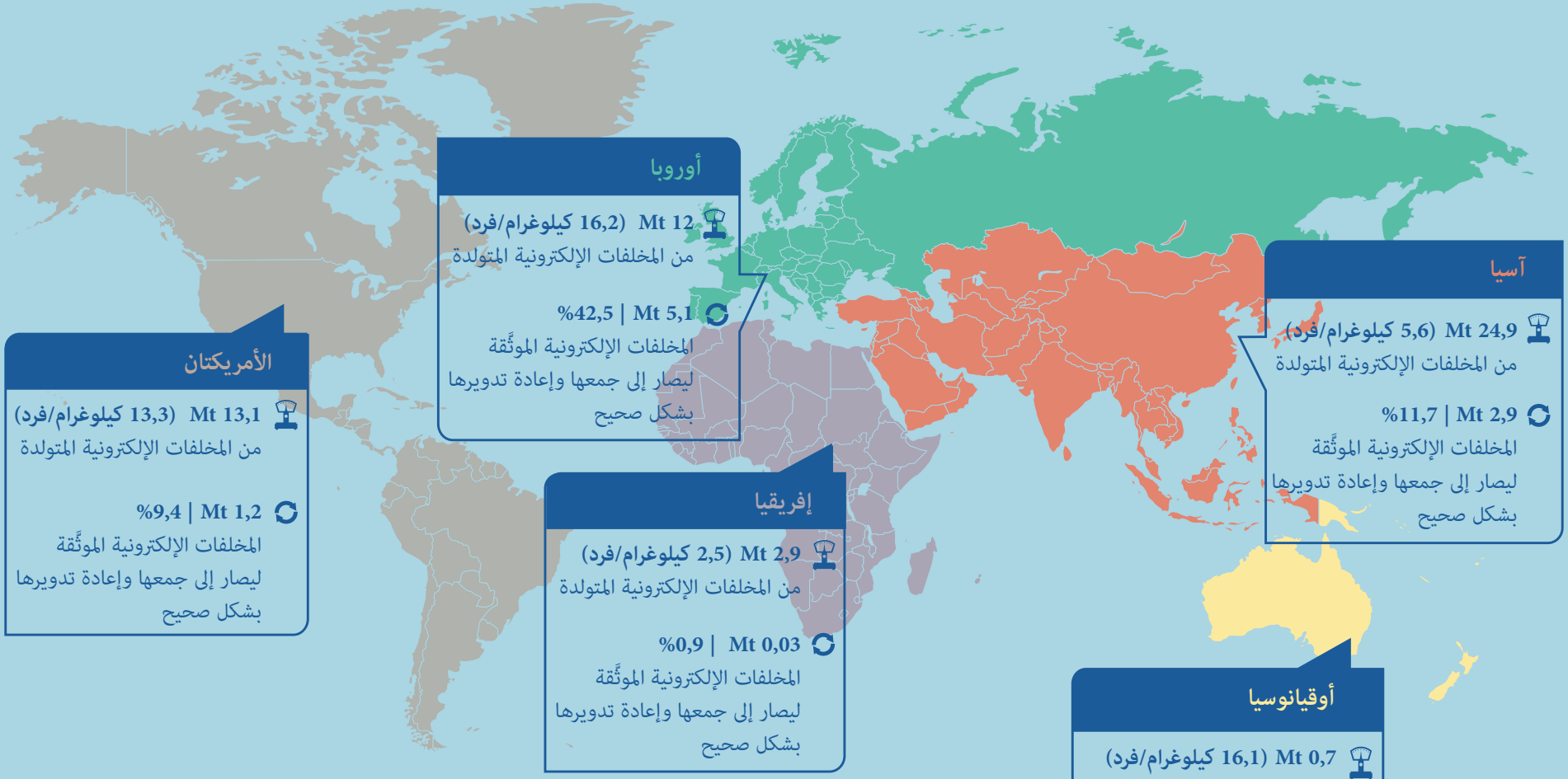
وفي عام 2019، يرجح أن الغالبية العظمى من المخلفات الإلكترونية المتولدة (82,6%) لم تُجمَع بشكل رسمي ولم تدَر بطريقة سليمة بيئياً. ولا توثَّق هذه التدفقات عادة بطريقة متسقة أو منهجية. ويشير الافتقار إلى البيانات المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية المجمعة والمعاد تدويرها رسمياً إلى أن معظم المخلفات الإلكترونية المتولدة في عام 2019 (Mt 44,3) تدار خارج نظام التجميع الرسمي، وفي بعض الحالات، تُشحن إلى البلدان النامية. وفي الأسر في البلدان ذات الدخل المرتفع، يمكن أن تنتهي الإلكترونيات صغيرة الحجم في حاويات النفايات العادية ويُتخلص منها مع المخلفات الصلبة البلدية. ولذلك، فهي لا تخضع لإعادة التدوير المناسبة، مما يؤدي إلى فقدان مواد. وتشير التقديرات إلى أن Mt 0,6 من المخلفات الإلكترونية في بلدان الاتحاد الأوروبي، تنتهي في حاويات النفايات (روتر وآخرون 2016).

المخلفات الإلكترونية العالمية المتولدة حسب السنة



(لا تأخذ التوقعات المستقبلية في الاعتبار العواقب الاقتصادية المتعلقة بأزمة فيروس كورونا المستجد (COVID-19))

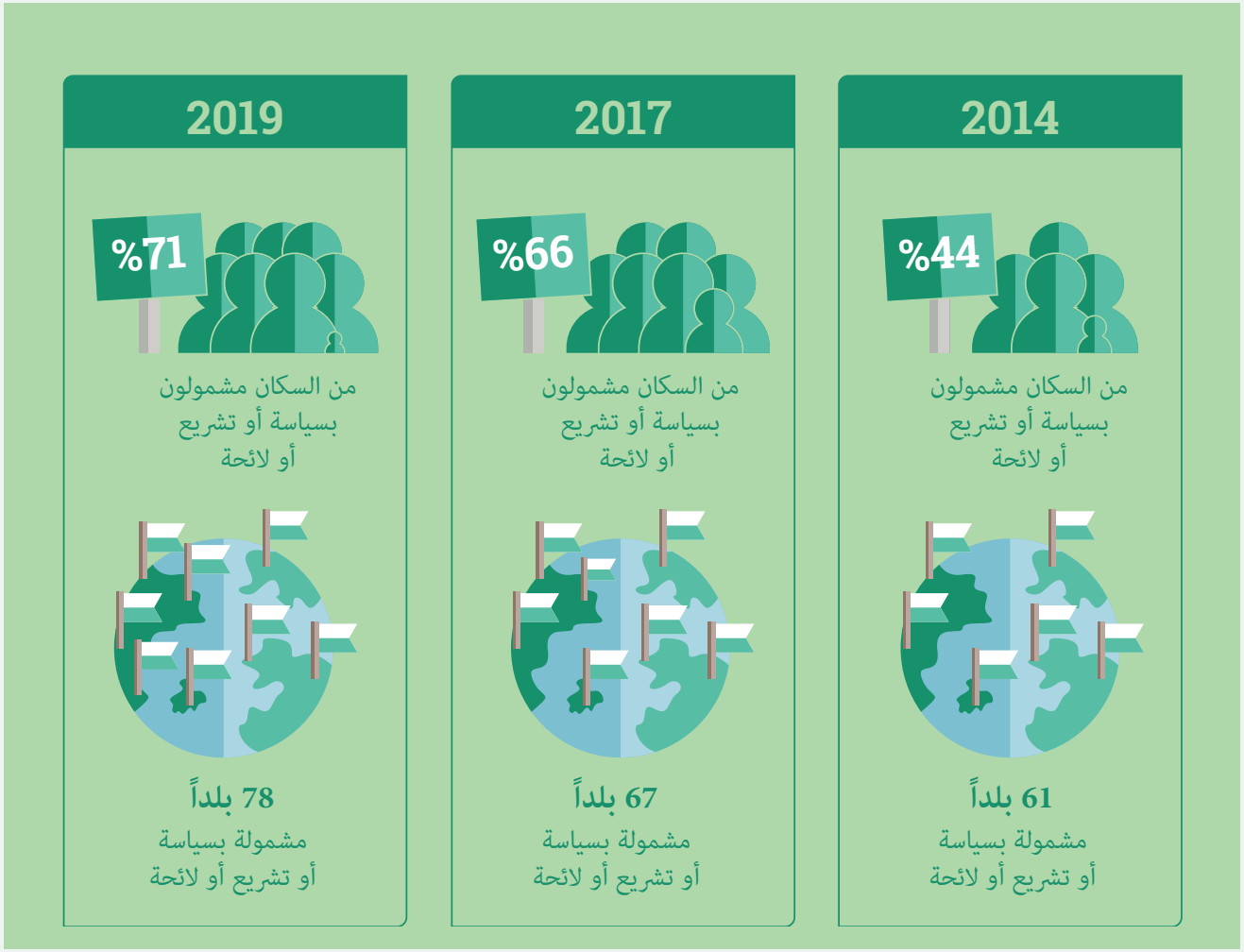
كانت المخلفات الإلكترونية في عام 2019 تتكون أساساً من المعدات الصغيرة (17,4 Mt) والمعدات الكبيرة (13,1 Mt) ومعدات التبادل الحراري (10,8 Mt). وتمثل شاشات العرض ومعدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة والمصابيح حصة أصغر من المخلفات الإلكترونية المتولدة في عام 2019: بواقع 6,7 Mt و4,7 Mt و0,7 Mt على التوالي. ومنذ عام 2014، ما برحت فئات المخلفات الإلكترونية الأكثر تزايداً (من حيث الوزن الإجمالي للمخلفات الإلكترونية المتولدة) هي معدات التبادل الحراري (بمتوسط سنوي 7%)، والمعدات الكبيرة (+5%) والمصابيح والمعدات الصغيرة (+4%). والدافع وراء هذا الاتجاه هو الاستهلاك المتزايد لهذه المنتجات في البلدان ذات الدخل المنخفض، حيث تعزز هذه المنتجات مستويات المعيشة. وما انفكت معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة تنمو بسرعة أقل، وشهدت شاشات العرض انخفاضاً طفيفاً (-1%). ويمكن تفسير هذا الانخفاض في الآونة الأخيرة، بالاستعاضة عن شاشات عرض CRT الثقيلة بشاشات مسطحة أخف وزناً، مما أدى إلى انخفاض الوزن الإجمالي حتى مع استمرار نمو عدد القطع.

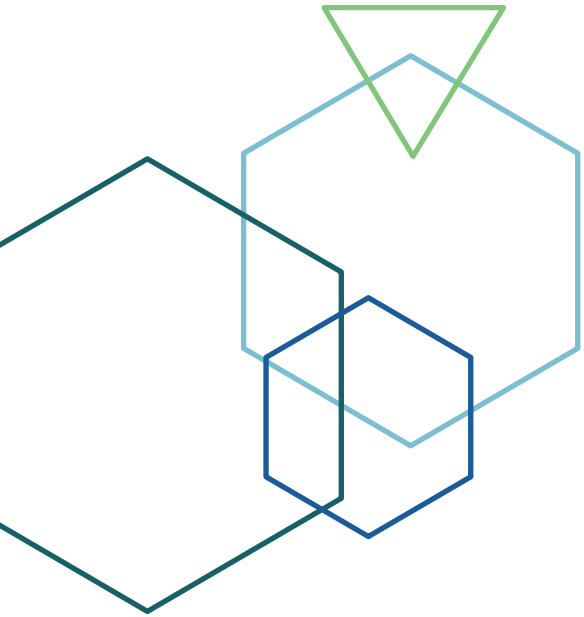


في عام 2019، تولدت معظم المخلفات الإلكترونية في آسيا (24,9 Mt)، في حين أن القارة التي تولد أكبر قدر من الكيلوغرامات للفرد هي أوروبا (16,2 كيلوغرام للفرد). وأوروبا هي أيضاً القارة ذات أعلى معدل رسمي لجمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها (42,5%). وفي جميع القارات الأخرى، تقل المخلفات الإلكترونية الموثقة على أنها جُمعت وأُعيد تدويرها رسمياً بكثير عن المخلفات الإلكترونية المتولدة تقديرياً.

وتشير الإحصاءات الحالية في عام 2019، إلى أن آسيا احتلت المرتبة الثانية بنسبة 11,7%، وبلغت نسبتا الأمريكتين وأوقيانوسيا 9,4% و8,8% على التوالي، بينما احتلت إفريقيا المرتبة الأخيرة بنسبة 0,9%. سوى أن الإحصاءات يمكن أن تختلف اختلافاً كبيراً عبر المناطق المختلفة حيث يعتمد سلوك الاستهلاك والتخلص على عدد من العوامل (مثل مستوى الدخل، والسياسات المعمول بها، وهيكل نظام إدارة المخلفات، وما إلى ذلك).[2]

حتى أكتوبر 2019، كان 71% من سكان العالم مشمولين بسياسة أو تشريع أو لائحة وطنية بشأن المخلفات الإلكترونية. وأجريت تحسينات منذ عام 2014 عندما لم تشمل التغطية سوى 44% من السكان. ويتأثر معدل التغطية المرتفع بوجود صكوك قانونية وطنية لدى أكثر البلدان اكتظاظاً بالسكان، مثل الصين والهند. بيد ان هذه التغطية السكانية لا تعادل إلا 78 بلداً من أصل 193 بلداً. وبالتالي، فإن أقل من نصف جميع بلدان العالم مشمولة حالياً بسياسة أو تشريع أو لائحة.





الفصل 3

كيف تساهم بيانات المخلفات الإلكترونية في أهداف التنمية المستدامة

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS
4 QUALITY EDUCATION
5 GENDER EQUALITY
Handicap / Eliminate
Double / Sound on/off
Start / Next

في سبتمبر 2015، اعتمدت الأمم المتحدة وجميع الدول الأعضاء خطة طموحة هي خطة التنمية المستدامة لعام 2030. وحددت 17 هدفاً من أهداف التنمية المستدامة (SDG) و169 غاية لإنهاء الفقر وحماية الكوكب وضمان الرخاء للجميع على مدى السنوات الخمس عشرة المقبلة. ويشكل ارتفاع مستويات المخلفات الإلكترونية والمعالجة غير السليمة وغير الآمنة لها والتخلص منها عن طريق الترميد أو في مكبّات القمامة، تحديات كبيرة بالنسبة للبيئة وصحة الإنسان ولتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

ويقاس التقدم المحرز نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة وغاياتها المائة وتسع وستين بمؤشرات وإحصاءات رسمية. وتعرَّف عدة أهداف ومؤشرات أو يجري حالياً قياسها كجزء من تقدم المراقبة. ولكل غاية، حُددت وكالة أو وكالات وصاية لتوجيه العملية.

وترتبط إدارة المخلفات الإلكترونية ارتباطاً وثيقاً بالعديد من أهداف التنمية المستدامة، مثل هدف التنمية المستدامة 8 بشأن العمل اللائق ونمو الاقتصاد، وهدف التنمية المستدامة 3 بشأن الصحة الجيدة والرفاه، وهدف التنمية المستدامة 6 بشأن المياه النظيفة والنظافة الصحية، وهدف التنمية المستدامة 14 بشأن الحياة تحت الماء. وعلى وجه الخصوص، نظراً لارتفاع الطلب على المواد الخام لإنتاج المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE)، ترتبط المخلفات الإلكترونية أيضاً ارتباطاً وثيقاً بمؤشرات أهداف التنمية المستدامة بشأن بصمة المواد (1.4.8 و1.1.12) وأهداف التنمية المستدامة بشأن الاستهلاك المحلي للمواد (2.4.8 و2.2.12). ويجري استخدام مؤشرات عامة نسبياً لقياس التقدم المحرز نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وعلى النقيض من ذلك، بالنسبة للمخلفات الإلكترونية، اعتُرف بمؤشر فرعي أكثر تحديداً لمراقبة النمو في تدفق المخلفات، وهو أمر يسترعي اهتماماً خاصاً بسبب خطورته المحتملة وقيمته المتبقية العالية. وأُدرجت المخلفات الإلكترونية رسمياً في خطة العمل الخاصة بمؤشر هدف التنمية المستدامة 1.5.12 وفي الوثائق التي تتناول هذا المؤشر.[3] ونوقشت أهمية النظر في المخلفات الإلكترونية بمزيد من التفصيل في مؤشر هدف التنمية المستدامة 2.4.12 بشأن المخلفات الخطرة.

ويغطي الهدفان 11 و12 من أهداف التنمية المستدامة موضوع المخلفات الإلكترونية تحديداً.

الهدف 11: جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة وقادرة على الصمود والاستدامة

الغاية 6.11: الحد من الأثر البيئي السلبي الفردي للمدن، بما في ذلك عن طريق إيلاء اهتمام خاص لجودة الهواء وإدارة نفايات البلديات والمخلفات الأخرى، بحلول عام 2030. ونظراً لأن أكثر من نصف سكان العالم يعيشون في المدن، فإن التحضر السريع يتطلب حلولاً جديدة للتصدي للمخاطر المتزايدة المحدقة بالبيئة وصحة الإنسان، خاصة في المناطق المكتظة بالسكان. وستتولد معظم المخلفات الإلكترونية في المدن، ومن المهم بشكل خاص إدارة المخلفات الإلكترونية بشكل صحيح في المناطق الحضرية، وتحسين معدلات التجميع وإعادة التدوير، وتقليل كمية المخلفات الإلكترونية التي تنتهي في مكبات المخلفات. ويتيح الانتقال نحو المدن الذكية واستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لإدارة المخلفات فرصاً جديدة ومثيرة في هذا الصدد.

المؤشر 1.6.11: النسبة المئوية للنفايات الصلبة الحضرية التي تُجمع بانتظام وبتصريف نهائي فيما يتعلق بإجمالي المخلفات الناتجة عن المدينة.

الهدف 12: ضمان وجود أنماط استهلاك وإنتاج مستدامة

الغاية 4.12: تحقيق الإدارة السليمة بيئياً للمواد الكيميائية وجميع المخلفات طوال دورة عمرها، وفقاً للأطر الدولية المتفق عليها، والحد بدرجة كبيرة من إطلاقها في الهواء والماء والتربة من أجل التقليل إلى أدنى حد من آثارها الضارة على صحة الإنسان والبيئة، بحلول عام 2020.

المؤشر 2.4.12: معالجة المخلفات، وتوليد المخلفات الخطرة، وإدارة المخلفات الخطرة، حسب نوع المعالجة.

الغاية 5.12: الحد بدرجة كبيرة من إنتاج المخلفات، من خلال المنع والتخفيض وإعادة التدوير وإعادة الاستعمال، بحلول عام 2030.

يستهلك عدد متزايد من الناس في هذا الكوكب كميات متزايدة من السلع، ومن الأهمية بمكان جعل الإنتاج والاستهلاك أكثر استدامة من خلال رفع مستويات الوعي لدى المنتجين والمستهلكين، وتحديداً في مجال المعدات الكهربائية والإلكترونية.

المؤشر 1.5.12: معدل إعادة التدوير الوطني وأطنان المواد المعاد تدويرها.

هدف التنمية المستدامة 1.5.12 بشأن معدل إعادة التدوير وأطنان المواد المعاد تدويرها على الصعيد الوطني (مؤشر فرعي للمخلفات الإلكترونية)

عُرف المؤشر الفرعي للمخلفات الإلكترونية في هدف التنمية المستدامة 1.5.12 على النحو التالي:

$$\text{المؤشر الفرعي للمخلفات الإلكترونية في هدف التنمية المستدامة 1.5.12} = \frac{\text{إجمالي المخلفات الإلكترونية المعاد تدويرها}}{\text{إجمالي المخلفات الإلكترونية المتولدة}}$$

حيث يكافئ «إجمالي المخلفات الإلكترونية المعاد تدويرها» «المخلفات الإلكترونية التي جُمعت رسمياً»، والتي ورد تعريفها في المبادئ التوجيهية لإحصاءات المخلفات الإلكترونية (فورتي، وبالدي، وكوهر 2018) على أنها كمية المخلفات الإلكترونية التي جمعها نظام التجميع الرسمي. وتُعرّف «المخلفات الإلكترونية المتولدة» بأنها كمية المنتجات الكهربائية والإلكترونية المهملة (المخلفات الإلكترونية) بسبب الاستهلاك داخل إقليم وطني في سنة إبلاغ معينة، قبل أي تجميع أو إعادة استخدام أو معالجة أو تصدير.

وبالنسبة للمنهجية ومجموعات البيانات، تستخدم وكالتا الوصاية UNEP وUNSD مجموعات البيانات والمنهجيات التي أعدها برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) والشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية والشراكة المعنية بقياس تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لغايات التنمية. وبالبيانات الحالية، يبلغ المؤشر الفرعي لهدف التنمية المستدامة 1.5.12 لمعدل إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية 17,4% لعام 2019.

الفصل 4

قياس إحصاءات المخلفات الإلكترونية

SAMSUNG
Panasonic
NOKIA
NOKIA
Panasonic
SAMSUNG
NOKIA
NOKIA
SF-400
ON/OFF
MODE
TARE
CAPACITY:
5000gX1g/177ozX0.1oz

لا بد من مراقبة كميات وتدفقات المخلفات الإلكترونية لتقييم التطورات بمرور الوقت، ولتحديد الأهداف وتقدير فعاليتها. ولا سبيل لوضع السياسات والصكوك القانونية السليمة إلا ببيانات أفضل عن المخلفات الإلكترونية. ويقدم فهم كميات وتدفقات المخلفات الإلكترونية أساساً لمراقبة وضبط وفي آخر الأمر، منع النقل غير المشروع للمخلفات الإلكترونية ورميها ومعالجتها بشكل غير صحيح. وفي غياب أي تحديد كمّي لنقل المخلفات الإلكترونية عبر الحدود أو الأنشطة غير الرسمية بشأنها، لن يكون بمقدور واضعي السياسات على المستويات الوطنية والإقليمية والدولية معالجة هذه القضايا.

على المستوى العالمي، ستساعد البيانات الأفضل على الحد من توليد المخلفات الإلكترونية نتيجة لتقييم التحديات والحصول على الأساس للقيام بتدخلات سياساتية هادفة. ويساعد تحسين فهم كميات المخلفات الإلكترونية في إنشاء أدوات مخصصة لترويج إعادة التدوير. وفهم إمكانات إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية وأنشطة التجديد يمكّن من توقع خلق فرص عمل محتملة مراعية للبيئة في قطاعي التجديد وإعادة التدوير. ويعد الحصول على بيانات أفضل عن المخلفات الإلكترونية ضرورياً لقياس التقدم نحو الهدف العالمي المحدد في عام 2018 في مؤتمر المندوبين المفوضين للاتحاد بشأن زيادة المعدل العالمي لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية إلى 30% بحلول عام 2023.

وفي الوقت نفسه، على المستوى الوطني، ستساهم بيانات المخلفات الإلكترونية المنسقة والمتماسكة أيضاً في تقدير حجم التحديات المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية، ووضع أهداف التجميع وإعادة التدوير المناسبة، وتحديد الأولويات لواضعي السياسات، والتأثير على اللوائح، ووضع أهداف السياسة العامة، وتخصيص الموارد المالية الكافية.

وضع برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) بجامعة الأمم المتحدة (UNU) المنهجية المقيَّسة دولياً لقياس المخلفات الإلكترونية، بالتعاون مع فريق المهام المعني بقياس المخلفات الإلكترونية في إطار شراكة الأمم المتحدة المعنية بقياس تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لغايات التنمية. ونُشرت الطبعة الأولى من المبادئ التوجيهية لإحصاءات المخلفات الإلكترونية بشأن التصنيف والإبلاغ والمؤشرات في عام 2015 وألفها برنامج دورات الحياة المستدامة بجامعة الأمم المتحدة[4]، وجرت مشاورة عالمية بشأنها (بالدي وآخرون، 2015). وقامت جامعة الأمم المتحدة في عام 2018 بتحديث الطبعة الثانية (فورتي، وبالدي، وكوهر 2018). وتساعد المنهجية الدولية على تنسيق إطار القياس والمؤشرات، مما يثبت أنها خطوة جوهرية نحو الوصول إلى إطار قياس عالمي متكامل وقابل للمقارنة للمخلفات الإلكترونية. وشكلت المفاهيم نفسها الأساس للمرصد العالمي الأول للمخلفات الإلكترونية (بالدي ووانغ وآخرون، 2015)، وهي تُستخدم أيضاً في الاتحاد الأوروبي كمنهجية مشتركة لحساب هدف التجميع الوارد في الصيغة المعدلة لتوجيه الاتحاد الأوروبي بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (التوجيه EU-WEEE رقم EU/19/2012).

ويصف الإطار ويقيس أهم سمات المخلفات الإلكترونية لبلد ما. ويمكن بناء المؤشرات التالية من الإطار:

1. إجمالي المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المطروحة في الأسواق (POM) (بوحدة كيلوغرام لكل فرد)، ويمثل ذلك حجم سوق السلع الإلكترونية الوطنية.

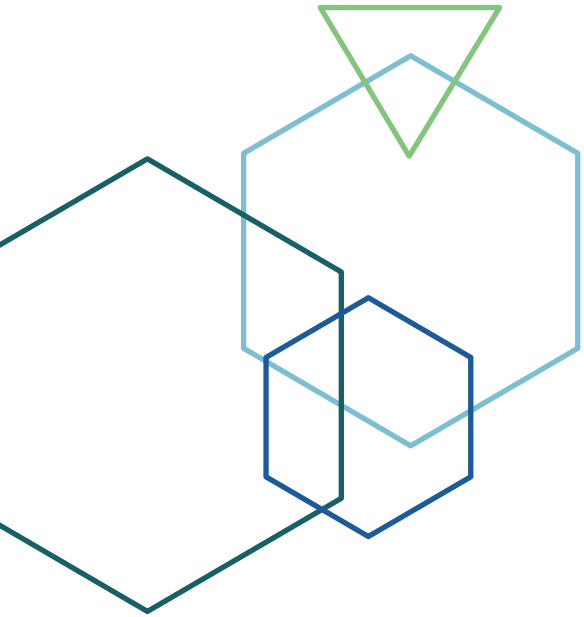
2. إجمالي المخلفات الإلكترونية المتولدة (بوحدة كيلوغرام لكل فرد). وهذا يمثل حجم المخلفات الإلكترونية الوطنية المتولدة.

3. تُجمَع المخلفات الإلكترونية رسمياً (بوحدة كيلوغرام لكل فرد). وهذا يمثل كمية المخلفات الإلكترونية التي جمعها نظام التجميع الرسمي بتلك الصفة.

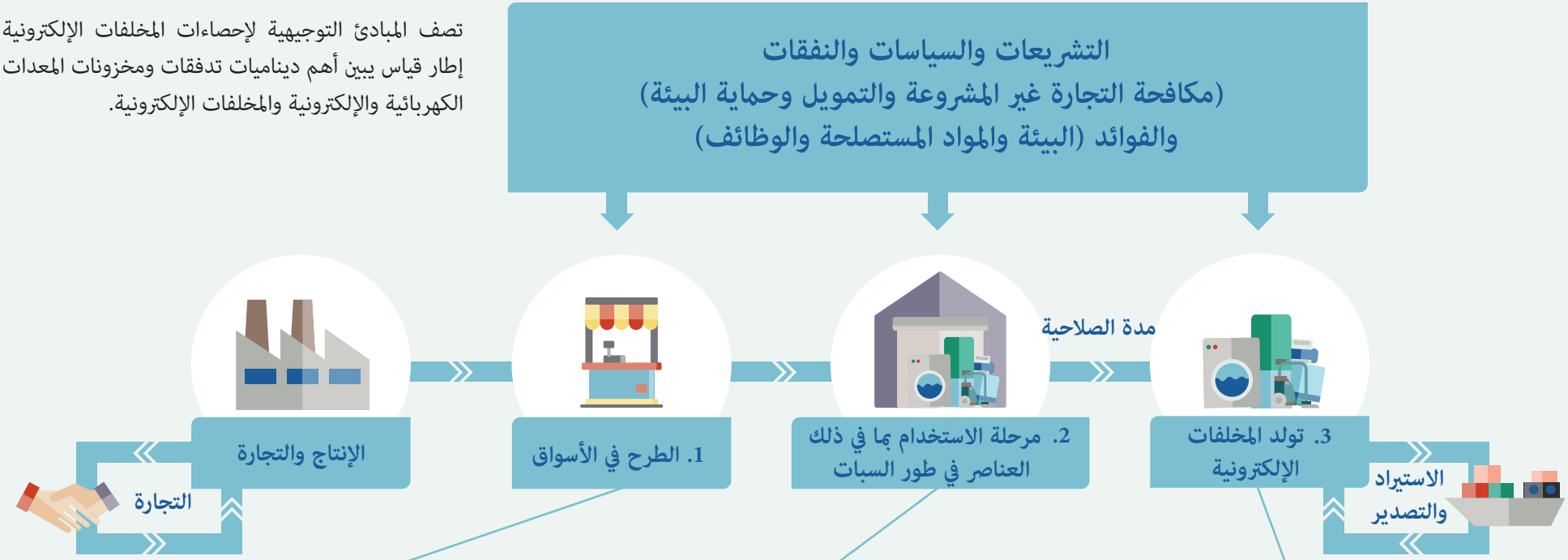
4. معدل جمع المخلفات الإلكترونية = $\frac{\text{إجمالي المخلفات الإلكترونية المعاد تدويرها}}{\text{إجمالي المخلفات الإلكترونية المتولدة}} \times 100$ في المائة

ويمثل هذا المؤشر أداء أنظمة التجميع الرسمية.

وفي الوقت الحاضر، لا توجد سوى بضعة مصادر بيانات عن المخلفات الإلكترونية، مثل أدوات حساب مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية التي طورها برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) بجامعة الأمم المتحدة (UNU) (المفوضية الأوروبية 2019). وثمة وكالات دولية، مثل منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD)، وفرقة العمل المعنية بالمعلومات البيئية (WPEI) التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، التي تستهدف الدول غير الأعضاء في تلك المنظمة، ومنظمة الأمم المتحدة للبيئة، وشعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة (UNSD، قسم إحصاءات البيئة)، بدأت مؤخراً في جمع البيانات عن المخلفات الإلكترونية من خلال استبيانات محددة موجهة إلى الوزارات المسؤولة عن مراقبة المخلفات الإلكترونية أو المكاتب الإحصائية الوطنية. ولا تزال عدة بلدان خارج الاتحاد الأوروبي تفتقر إلى إطار قياس لقياس إحصاءات المخلفات الإلكترونية. وتفتقر البلدان الأخرى الأقل نمواً إلى بنية تحتية و/أو تشريعات محددة و/أو إنفاذ لإدارة المخلفات. وفي المقام الأهم، أبلغت غالبية البلدان، بما فيها تلك التي تلقت استطلاعاً، عن عدم توفر بيانات رسمية عن المخلفات الإلكترونية التي جُمعت وأُعيد تدويرها بشكل رسمي.



تصف المبادئ التوجيهية لإحصاءات المخلفات الإلكترونية إطار قياس يبين أهم ديناميات تدفقات ومخزونات المعدات الكهربائية والإلكترونية والمخلفات الإلكترونية.



يبدأ إطار القياس بتتبع «إنتاج وتجارة» المعدات الكهربائية والإلكترونية. وهناك صلة قوية بين إحصاءات التجارة وإحصاءات الإنتاج الوطني. وفي هذه المرحلة، تقوم المنظمات المخصصة و/أو المعاهد الإحصائية الوطنية بجمع البيانات وتنشرها. وبطرح الصادرات من المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المستوردة والمنتجة محلياً، يمكن الحصول على بيانات عن المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (POM). يشمل الطرح في الأسواق المعدات الكهربائية والإلكترونية التي تطرحها الأسر والشركات والقطاع العام في الأسواق.

وبعد بيع المعدات، تبقى في المنازل أو الشركات لبعض الوقت حتى يُتخلص منها. وتسمى هذه الفترة «مدة الصلاحية». ويشار إلى المعدات في المنازل والشركات والقطاع العام باسم «مرحلة الاستخدام»، وتشمل العناصر الموجودة في حالة السبات. ومآلها الأخير أن تصبح مخلفات إلكترونية في المستقبل. وتشمل مدة الصلاحية وقت الخمول في المستودعات وتبادل المعدات المستعملة بين الأسر والشركات ضمن البلد.

وتبدأ المرحلة الثالثة عندما يتقادم المنتج لدى صاحبه النهائي، ويُتخلص منه ويتحول إلى مخلفات، يشار إليها باسم «المخلفات الإلكترونية المتولدة». وهو الإمداد السنوي للمخلفات الإلكترونية الناتجة محلياً قبل جمعها دون استيراد المخلفات الإلكترونية المتولدة خارجياً.

المخلفات الإلكترونية المتولدة

تدار المخلفات الإلكترونية عادة بإحدى الطرق الأربع التالية[5]

السيناريو 1:
المخلفات الإلكترونية المجمعة رسمياً

السيناريو 2:
المخلفات الإلكترونية في حاويات النفايات

السيناريو 3:
المخلفات الإلكترونية المجمعة
خارج الأنظمة الرسمية في البلدان التي توجد فيها
بنية تحتية متطورة لإدارة المخلفات (الإلكترونية)

السيناريو 4:
المخلفات الإلكترونية المجمعة
خارج الأنظمة الرسمية في البلدان التي لا توجد فيها
بنية تحتية متطورة لإدارة المخلفات (الإلكترونية)

السيناريو 1

المخلفات الإلكترونية المجمعة رسمياً

عادةً ما تندرج أنشطة «التجميع الرسمي» ضمن متطلبات التشريعات الوطنية الخاصة بالمخلفات الإلكترونية، حيث تجمع المنظمات المعينة، و/أو الجهات المنتجة، و/أو الحكومة المخلفات الإلكترونية. ويحدث ذلك عن طريق تجار التجزئة و/أو نقاط التجميع البلدية و/أو خدمات الترحيل. والوجهة النهائية للمخلفات الإلكترونية التي جُمعت هي منشأة معالجة متخصصة، تستعيد المواد القيِّمة بطريقة مضبوطة بيئياً وتدير المواد الخطرة بطريقة سليمة بيئياً. ثم تذهب المخلفات إلى الترميد أو مدافن المخلفات الخاضعة للرقابة.

السيناريو 2

المخلفات الإلكترونية في حاويات النفايات

في هذا السيناريو، يتخلص المالك مباشرة من المخلفات الإلكترونية في حاويات النفايات العادية مع أنواع أخرى من المخلفات المنزلية. ونتيجة لذلك، تعالَج بعدئذ المخلفات الإلكترونية التي جرى التخلص منها مع المخلفات المختلطة العادية من المنازل. ويُرجَّح ترميد هذه المخلفات أو دفنها بدون إعادة تدوير المواد، حسب البنية التحتية لإدارة المخلفات في البلاد. لا يعتبر أي من الخيارين تقنية مناسبة لمعالجة المخلفات الإلكترونية لأن كليهما يمكن أن يؤثر سلباً على البيئة ويؤدي إلى فقدان الموارد.

السيناريو 3

المخلفات الإلكترونية المجمعة خارج الأنظمة الرسمية في البلدان التي توجد فيها بنية تحتية متطورة لإدارة المخلفات (الإلكترونية)

في البلدان التي وضعت قوانين لإدارة المخلفات، تُجمَع المخلفات الإلكترونية بواسطة فرادى تجار أو شركات المخلفات ويجري تداولها من خلال قنوات مختلفة. وتشمل الوجهات المحتملة للمخلفات الإلكترونية في هذا السيناريو إعادة تدوير المعادن وإعادة تدوير البلاستيك؛ غير أن المواد الخطرة في المخلفات الإلكترونية يرجح ألا تكون منزوعة الملوثات. وفي هذا السيناريو، كثيراً ما لا تعالَج المخلفات الإلكترونية في منشأة إعادة تدوير متخصصة لإدارة المخلفات الإلكترونية، ويمكن أن تصدَّر المخلفات الإلكترونية أيضاً.

السيناريو 4

المخلفات الإلكترونية المجمعة خارج الأنظمة الرسمية في البلدان التي لا توجد فيها بنية تحتية متطورة لإدارة المخلفات (الإلكترونية)

في معظم البلدان النامية، يشارك عدد كبير من العاملين لحسابهم الخاص بشكل غير رسمي في تجميع وإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية. ويجري التجميع من باب إلى باب عن طريق شراء أو جمع معدات كهربائية وإلكترونية (EEE) مستعملة أو مخلفات إلكترونية من المنازل والشركات والمؤسسات العامة. ويبيعونها لإصلاحها أو تجديدها أو تفكيكها. ويقوم مفككو المعدات بتفكيكها يدوياً إلى مكونات ومواد قابلة للاستخدام وقابلة للتسويق. ويحرق القائمون بإعادة التدوير المخلفات الإلكترونية ويصولونها ويذيبونها لتحويلها إلى مواد أولية ثانوية. وتسبب «إعادة التدوير المرتجَلة» هذه أضرارا جسيمة للبيئة وصحة الإنسان.

الفصل 5

المواءمة العالمية من خلال الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية

REP. CENTRAFRICANA
ANGOLA
ZAMBIA
BOTSWANA
OMAN
ARABIC
O C E A N O
I N D I A N O

بالاعتماد على الشراكة المعنية بقياس تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لأغراض التنمية، في عام 2017، تضافرت جهود جامعة الأمم المتحدة (UNU) – برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) والرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA) والاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، بالتعاون الوثيق مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، لإنشاء الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية كسبيل لمواجهة التحديات المرتبطة بإدارة المخلفات الإلكترونية.

وتهدف هذه المبادرة إلى جمع البيانات من البلدان وبناء قاعدة بيانات عالمية للمخلفات الإلكترونية لتتبع التطورات بمرور الوقت. وقد حققت الشراكة هذه النتيجة من خلال نشر الطبعة الثانية من المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية – 2017 وإنشاء الموقع الإلكتروني www.globalewaste.org لعرض مؤشرات المخلفات الإلكترونية الأوثق صلة على العلن.

ومنذ عام 2017، أحرزت الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية تقدماً كبيراً من خلال تنظيم التقدم على الصعيد الوطني والإقليمي، ومن خلال تنظيم ورش عمل بشأن إحصاءات المخلفات الإلكترونية في مختلف البلدان. وقد عقدت حتى الآن ورش عمل إقليمية لبناء القدرات في شرق إفريقيا وأمريكا اللاتينية وأوروبا الشرقية والدول العربية. ودُرب أكثر من 360 شخصاً من 60 بلداً على المنهجية المعتمدة دولياً. وبين عامي 2017 و2019، شرعت تسعة بلدان تقريباً (من غير بلدان الاتحاد الأوروبي) في تجميع إحصاءات المخلفات الإلكترونية عند اعتماد إطار القياس المنسق، وحصلت معظمها على نتائج مرضية.

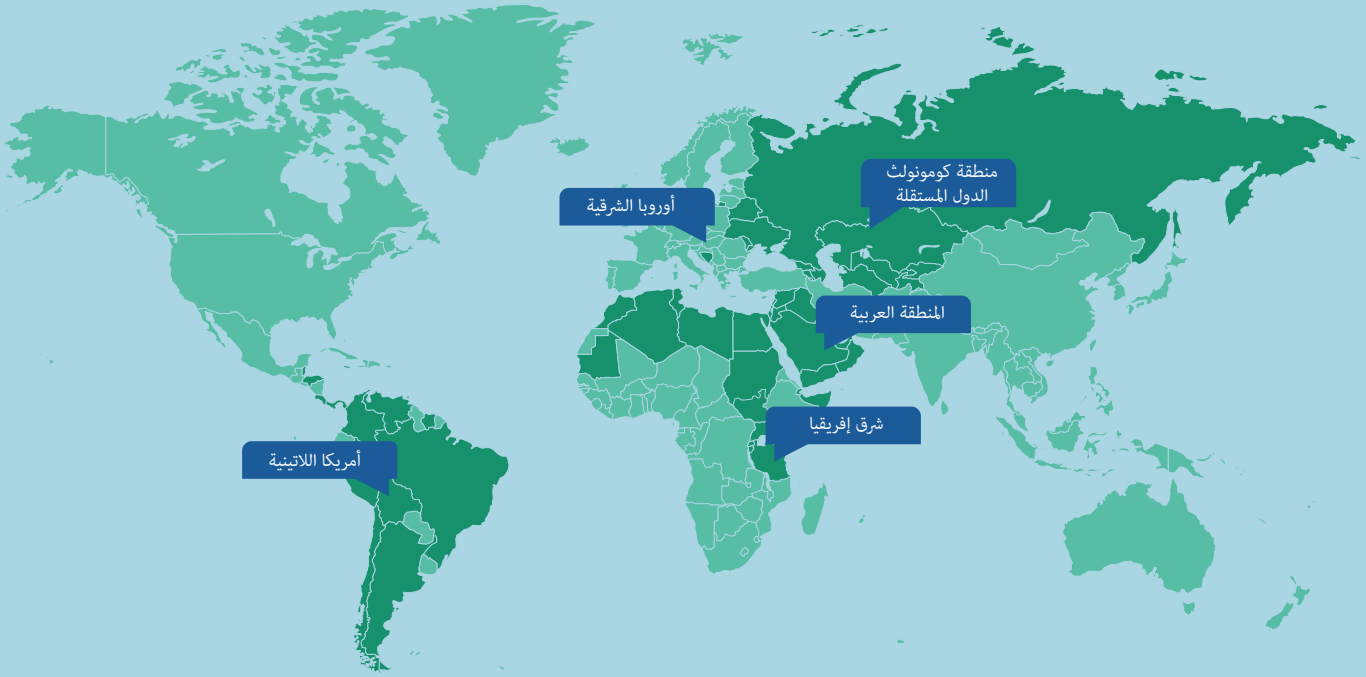
بين عامي 2017 و2020

361 دُرب 361 شخصاً في مجال إحصاءات المخلفات الإلكترونية

60 شارك 60 بلداً في ورش عمل بشأن إحصاءات المخلفات الإلكترونية

9 شرعت 9 بلدان (من غير بلدان الاتحاد الأوروبي) في تجميع إحصاءات المخلفات الإلكترونية

المناطق التي شاركت في ورش عمل بشأن إحصاءات المخلفات الإلكترونية



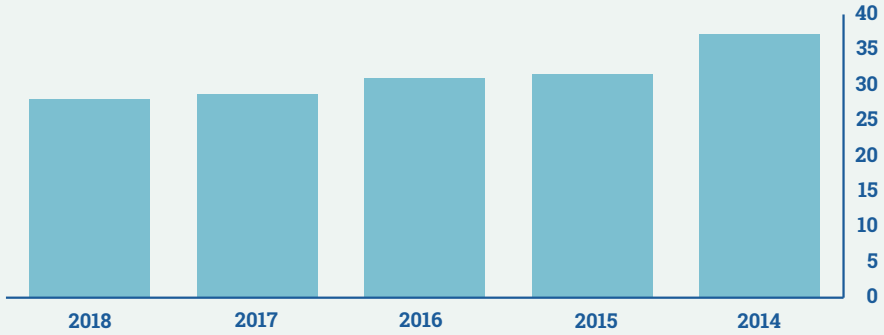
موليندا‌و مومينو ماتوفو

كبير الإحصائيين،
إحصاءات البيئة والغابات

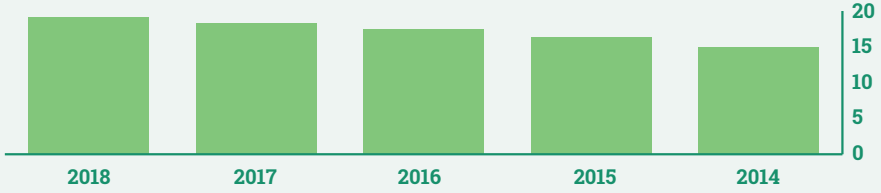
مكتب الإحصاءات،
أوغندا

«كانت ورشة العمل بشأن إحصاءات المخلفات الإلكترونية، التي عقدت في نوفمبر 2017 في أروشا، تنزانيا، مفيدة للغاية وزودتني بالمعارف الأساسية بشأن إحصاءات المخلفات الإلكترونية، مما مكنني من بدء إحصاءات عن المخلفات الإلكترونية في أوغندا. وبعد أن علمت أن المتغير الرئيسي للمطروح في الأسواق (POM) هو الصادرات والواردات من الإلكترونيات، بدأت باستفسار من قسم إحصاءات التجارة الأوغندية لتقديم البيانات بشأن المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE). ثم تمكنت من تحويل بيانات المعدات المطروحة في الأسواق الوطنية في نظام التصنيف الدولي، وذلك بفضل جداول الارتباط التي قدمها برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE). وأخيراً، تمكنت من إدخال البيانات في أداة برمجيات excel وحساب المخلفات الإلكترونية المتولدة في أوغندا طوال فترة زمنية مديدة. ويعد ذلك إنجازاً مهماً إذ يستفاد من إحصاءات المخلفات الإلكترونية الخاصة بالبلاد في التحديد الكمي لمشكلة المخلفات الإلكترونية في أوغندا ووضع السياسات حيالها. وأود أن أشكر فريق برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) على الدعم الذي لا يقدر بثمن».

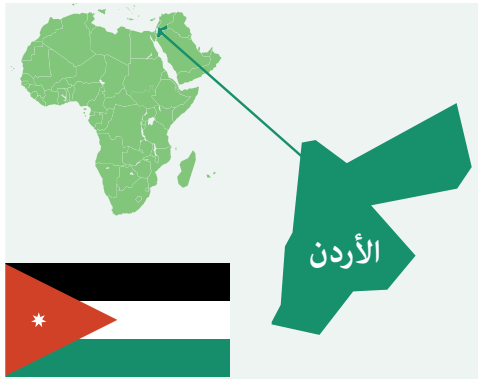
المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المطروحة في الأسواق (بوحدة الكيلو طن) في أوغندا



المخلفات الإلكترونية المتولدة (بوحدة الكيلو طن) في أوغندا



المخلفات الإلكترونية المنزلية المتولدة في الأردن لعام 2018 (بالأطنان)



إيناس محمد العربيات

رئيسة مساعدة شعبة إحصاءات البيئة

دائرة الإحصاءات العامة

صدقي سمير حمدان

خبير إحصاءات البيئة والطاقة

دائرة الإحصاءات العامة

«بدعم من برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE)، نظم الفريق وشعبة إحصاءات البيئة ورشة عمل في أكتوبر 2018 لتطوير الخبرات في مجال إحصاءات المخلفات الإلكترونية. وقدمت ورشة العمل فرصة جيدة لتحديد البيانات المتاحة حالياً والتي يمكن استخدامها لإنتاج إحصاءات المخلفات الإلكترونية وتبيان الفجوات في البيانات. وساعدتنا الأدوات التي قُدمت على إنتاج تقديرات للمخلفات الإلكترونية المتولدة في البلاد. ونتيجة لعملية بناء القدرات، اعتمدت بعض المؤسسات المنتجة للبيانات (مثل دائرة الإحصاءات العامة (DOS)، ودائرة الجمارك العامة، ووزارة الصناعة والتجارة) أساليب وتصنيفات واضحة ومحددة. بالإضافة إلى ذلك، قامت شعبة إحصاءات البيئة بإجراء استطلاع للمخلفات الإلكترونية والكهربائية في القطاع المنزلي باستخدام التصنيف الدولي للمخلفات الإلكترونية (حمدان 2019). وكانت هذه العملية الأولى من نوعها في المنطقة وهي تمثل نجاحاً كبيراً لدائرة الإحصاءات العامة الأردنية. واستُخدمت البيانات التي نُمذجت باستخدام أدوات إحصاءات المخلفات الإلكترونية التي قدمها برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) لمطابقة النتائج المستخلَصة من الاستطلاعات.

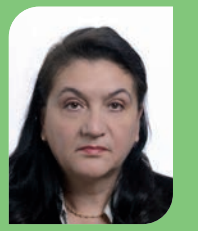
وتخطط دائرة الإحصاءات العامة في الأردن لإعداد تقرير جرد للمخلفات الإلكترونية في المستقبل القريب، ومواصلة تحسين الحسابات بشأن المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (EEE POM) والمخلفات الإلكترونية، وتطوير أساليب مراقبة أخرى.

ونحن نتوجه بشكرنا الحار لفريق برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) والشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية لدعمهما ومساعدتهما في وضع مثل هذه الصيغة المنسقة دولياً لتصنيف المخلفات الإلكترونية وقواعد بياناتها وإطارها المنهجي. وستعود النتائج المستخلَصة في الأردن بالفائدة في مجال إعلام واضعي السياسات وتعزيز القرارات».

شفالا كوراجشفيتش

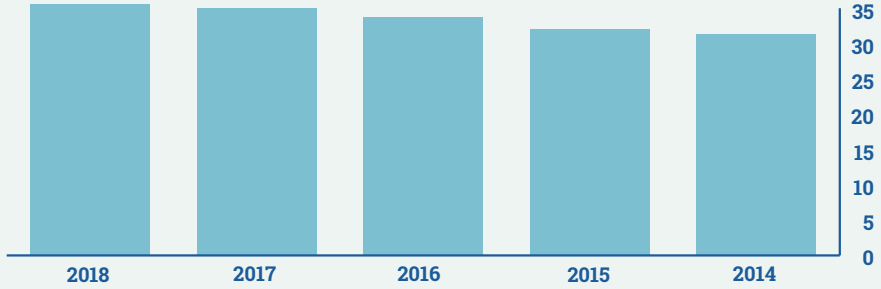
رئيسة دائرة النقل
والبيئة والطاقة
والإحصاءات الإقليمية

وكالة الإحصاءات،
البوسنة والهرسك

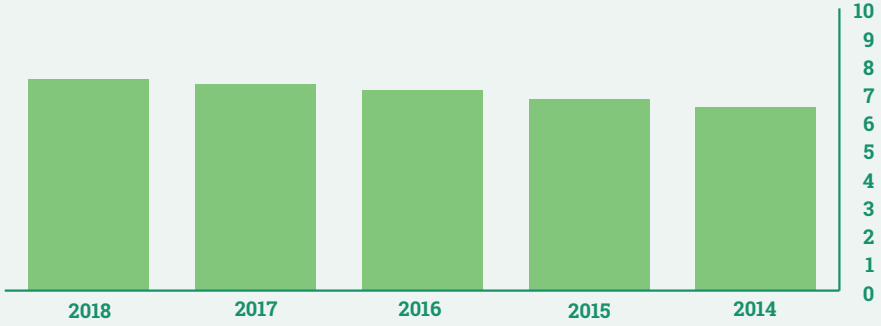


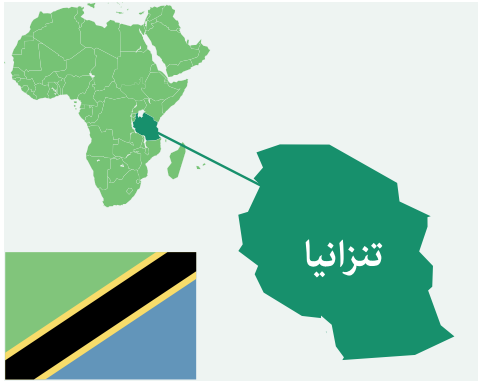
«بفضل التعاون مع برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) من جامعة الأمم المتحدة/وكالة الجامعة في أوروبا، قامت البوسنة والهرسك بتكييف أداة المخلفات الإلكترونية المتولدة لحساب المخلفات الإلكترونية في البلاد. ونجح المكتب الوطني للإحصاءات في احتساب بيانات المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) الوطنية وفقاً لمتطلبات التوجيه EU/19/2012 للبرلمان الأوروبي والمجلس الأوروبي في الرابع من يوليو 2012 بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE). بالإضافة إلى ذلك، حُسب إجمالي المخلفات الإلكترونية المتولدة من حيث الوزن الإجمالي ونصيب الفرد. وأظهرت النتائج أن متوسط نصيب الفرد من المخلفات الإلكترونية آخذ في الارتفاع».

المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المطروحة في الأسواق (بوحدة الكيلو طن) في البوسنة والهرسك



المخلفات الإلكترونية المتولدة (بوحدة الكيلو طن) في البوسنة والهرسك





روث مينجا

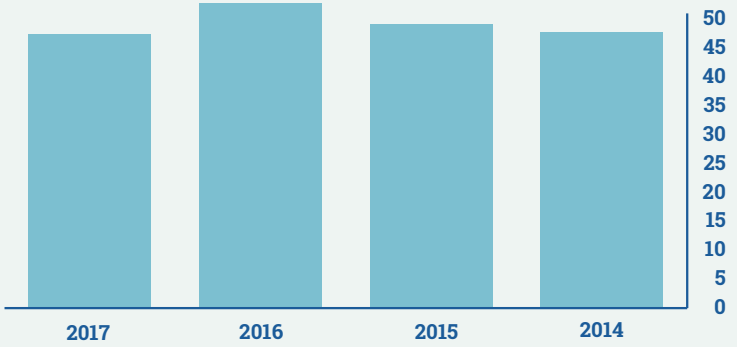
مديرة فريق العمل المعني بالتعداد السكاني والإحصاءات الاجتماعية

المكتب الوطني للإحصاءات في تنزانيا

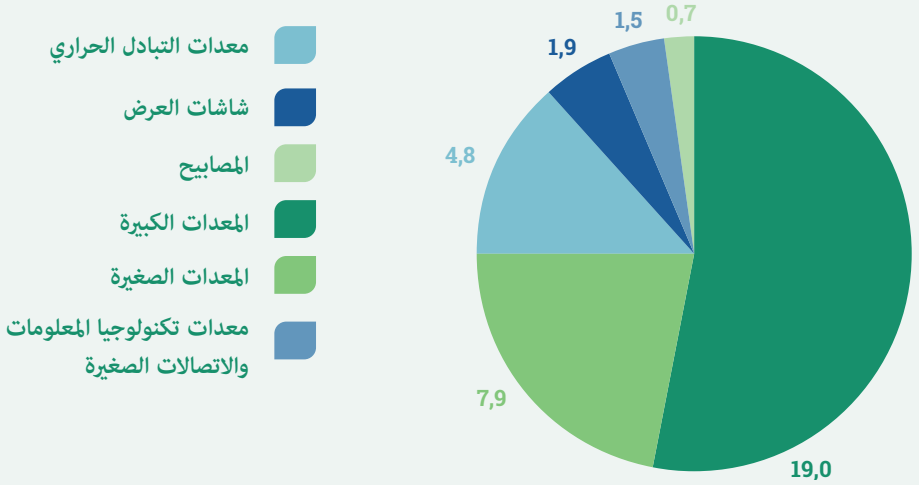
«قبل عام 2018، كانت تنزانيا، شأنها شأن العديد من البلدان النامية الأخرى، تواجه تحديات فيما يتعلق ببيانات المخلفات الإلكترونية المتاحة والموثوقة لتتبع التقدم المحرز في تنفيذ أطر التنمية الوطنية والإقليمية والعالمية. وفي معالجة فجوات بيانات المخلفات الإلكترونية، اضطلع المكتب الوطني للإحصاءات في تنزانيا بدور قيادي في برنامج خاص لتعزيز تيسر هذه البيانات في البلاد. وأسفر هذا البرنامج عن نشر التقرير الوطني لإحصاءات المخلفات الإلكترونية، 2019 (NEWSR). ويعد التقرير NEWSR أول تقرير تحليلي عن المخلفات الإلكترونية في تنزانيا، وهو يعرض منظوراً إحصائياً جديداً لمشكلة المخلفات الإلكترونية في تنزانيا. ويرد في تقرير NEWSR تحليل لبيانات المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (EEE POM) والاشتراكات في خدمة الهاتف المتنقل وحيازة بعض المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) من استطلاعات الأسر الأخيرة.

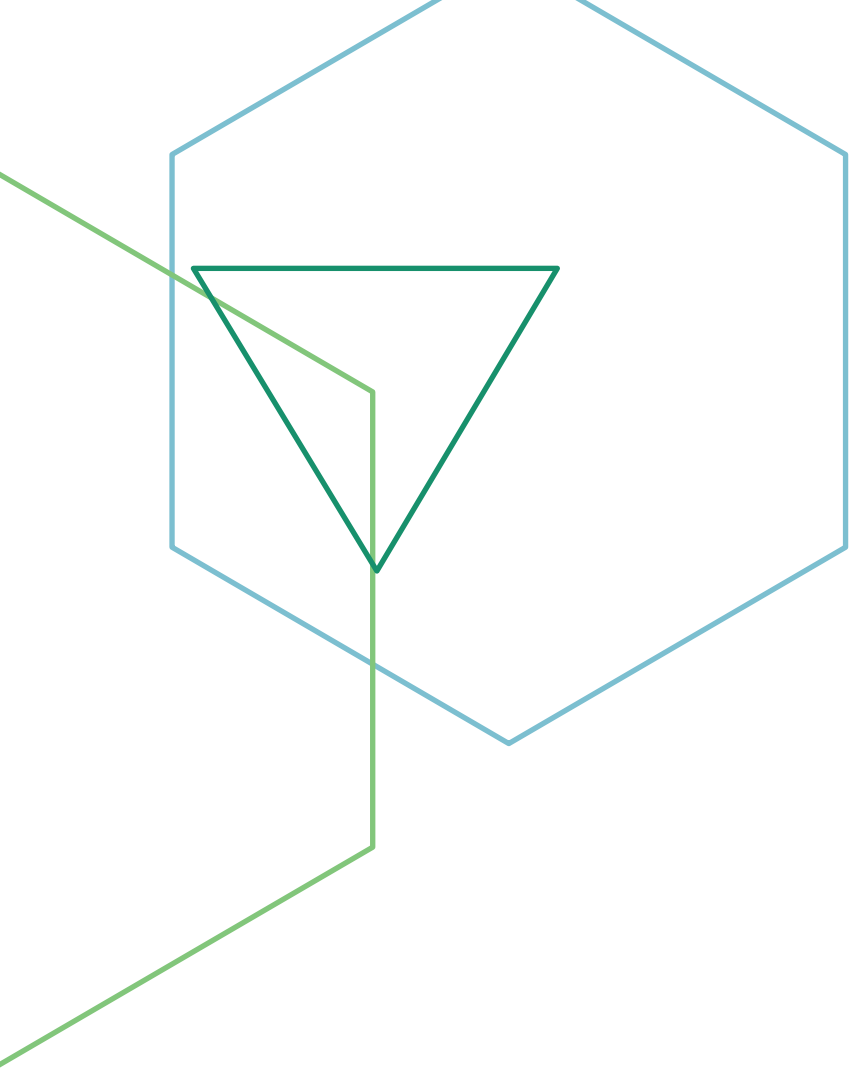
وجاء إنتاج تقرير NEWSR حصيلة تعاون مؤسسي، بقيادة المكتب الوطني للإحصاءات. وفي هذا التعاون، قدم فريق برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) بناء القدرات وأدوات تحليل البيانات. ويدين تقرير NEWSR بالشكر لفريق برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) على دعمهم التقني ولجميع المؤسسات الأخرى التي دعمت هذا الجهد مالياً وهي: حكومة تنزانيا، والجمعية الألمانية للتعاون الدولي (GIZ GmbH)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، والشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية».

المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المطروحة في الأسواق (بوحدة الكيلو طن) في تنزانيا



المخلفات الإلكترونية المنزلية المتولدة حسب الفئة لعام 2017 (بوحدة الكيلو طن) في تنزانيا

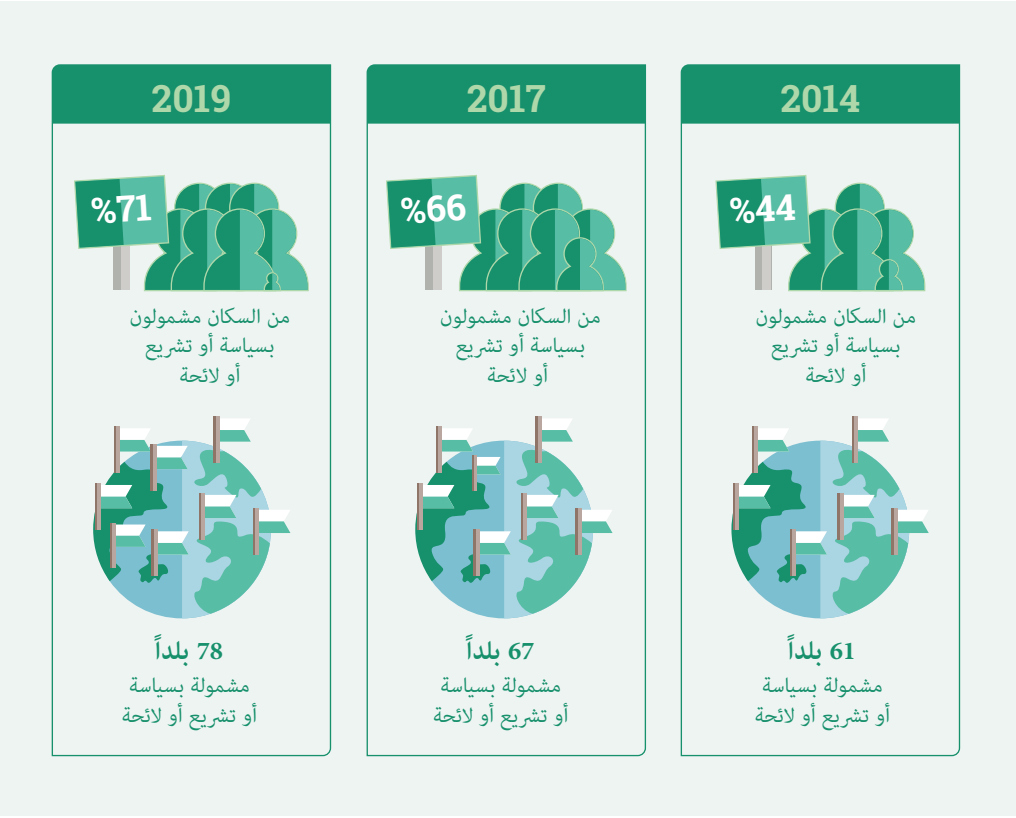




الفصل 6

التشريعات بشأن المخلفات الإلكترونية ونقلها عبر الحدود

تعمل الحكومات في جميع أنحاء العالم على وضع سياسات وتشريعات وطنية بشأن المخلفات الإلكترونية للتعامل مع نمو المنتجات الكهربائية والإلكترونية منتهية الصلاحية. وتضع مثل هذه السياسات خططاً أو مسارات عمل وتشير، بطريقة غير ملزمة، إلى ما يمكن لمجتمع أو مؤسسة أو شركة تحقيقه. وتُسَن التشريعات على المستوى الوطني أو البلدي ويتولى المنظمون إنفاذها، وتبين اللائحة طريقة إنفاذ التشريع من جانب المنظمين.



في أكتوبر 2019 كان 78 بلداً لديها سياسة أو تشريع أو لوائح تحكم المخلفات الإلكترونية. وبذلك، فإن هذا يمثل تغطية 71 في المائة من سكان العالم حالياً. وهو ما يمثل زيادة بنسبة 5 في المائة عن نسبة 66 في المائة في 2017. ولكن معدل التغطية يمكن أن يكون مضللاً لأنه يعطي الانطباع بأنه لم يبقَ إلا القيام بالقليل فيما يتعلق بتنظيم إدارة المخلفات الإلكترونية: ففي العديد من البلدان تكون السياسات استراتيجيات غير ملزمة قانوناً، بل تكون استراتيجيات برنامجية. وفي جميع أنحاء إفريقيا وآسيا، على سبيل المثال، هناك 19 بلداً لديها تشريعات ملزمة قانوناً بشأن المخلفات القانونية، و5 بلدان لديها سياسات بشأن المخلفات الإلكترونية ولكن ليس لديها تشريعات ملزمة قانوناً بهذا الشأن، و31 بلداً بصدد إعداد سياسات (GSMA 2020).

ولكن حتى في بعض البلدان التي تُسَن فيها سياسات ملزمة قانوناً، يعد الإنفاذ إشكالاً رئيسياً. ففي الاتحاد الأوروبي، على سبيل المثال، تتراوح مجموعة المخلفات الإلكترونية المجمعة مقابل ما طُرح من المعدات الإلكترونية في الأسواق، بين 12% في مالطا و26% في قبرص و56% في السويد و58% في كل من بولندا والنمسا و61% في هنغاريا. وانفردت إستونيا (82%) وبلغاريا (79%) بالارتقاء فوق هدف 65% الملزم قانوناً والمحدَد على نحو مشترَك في الاتحاد الأوروبي (بيانات برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE)، غير منشورة).

ولا معنى لأفضل إطار سياساتي أو تنظيمي في العالم ما لم توضع أهداف يمكن بلوغها وإنفاذها بشكل فعال. والأمر، للأسف، ليس كذلك في كثير من الأحيان، وفي الوقت نفسه، لا يحظى النظام الشامل لإدارة المخلفات الإلكترونية في العديد من البلدان بتمويل مناسب – أو أي تمويل على الإطلاق.

ومنذ قيام المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2017، واصل واضعو السياسات في الاقتصادات الصناعية والناشئة تركيز معظم جهودهم السياسية والتشريعية على تطوير مخططات التمويل والتوعية التي تضمن تحسين مشاركة القطاع الخاص والمستهلكين الأفراد على السواء. والهدف هنا هو ضمان زيادة معدلات التجميع وإعادة التدوير وتحقيق الإيرادات اللازمة لتغطية تكاليف المعالجة. وتركز معظم الصكوك التشريعية على استعادة الموارد من خلال إعادة التدوير والتدابير المضادة للتلوث البيئي والتأثيرات على صحة الإنسان عند انتهاء صلاحية المنتجات. وما برح تخفيض حجم المخلفات الإلكترونية والإصلاح الجوهري وإعادة استخدام المعدات الكهربائية والإلكترونية محدوداً حتى الآن.

ومنذ قيام المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2017، ينظر أيضاً المزيد فالمزيد من السياسات والتشريعات وما ينتج عنها من اللوائح المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية في جوانب أقرب إلى التصميم والإنتاج الراقيين – التي لم تعد تركز على جوانب إدارة المخلفات العلاجية البحتة. ويتماشى ذلك مع اتجاه جهود السياسة العامة المتزايد عالمياً نحو اقتصاد إعادة التدوير. وفي الرد أيضاً على السيناريوهات المتوقعة مؤخراً بشأن زيادة المخلفات الإلكترونية في عام 2050 و2100 (باراجولي وآخرون 2019)، والتي يمكن أن تؤدي إلى توليد أكثر من مثلي المخلفات الإلكترونية السنوية في الثلاثين عاماً القادمة، تُتطلب إعادة النظر في النهج القائمة، أو على الأقل إنفاذ التشريعات واللوائح القائمة بقدر يُعتد به.

وقد وضعت مبادرة حل مشكلة المخلفات الإلكترونية (StEP)، التي تضم أصحاب المصلحة من دوائر الصناعة والهيئات الأكاديمية والحكومات والمنظمات غير الحكومية والمنظمات الدولية، المجموعة التالية من المبادئ التوجيهية لتطوير أنظمة وتشريعات إدارة المخلفات الإلكترونية:

- وضع إطار قانوني واضح لجمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها.
- التعريف بمسؤولية المنتجين الموسعة لضمان تمويل المنتجين لجمع المخلفات الإلكترونية ولإعادة تدويرها.
- إنفاذ التشريعات على جميع أصحاب المصلحة، وتعزيز آليات المراقبة والالتزام في جميع أنحاء البلاد لضمان تكافؤ الفرص.
- تهيئة ظروف استثمارية مواتية للقائمين بإعادة التدوير ذوي الخبرة لجلب الخبرة التقنية المطلوبة إلى البلاد.
- إنشاء نظام ترخيص أو تشجيع إصدار شهادات عبر المعايير الدولية للتجميع وإعادة التدوير.
- في حال وجود نظام تجميع غير رسمي، استخدامه لجمع المخلفات الإلكترونية، وضمان إرسال المخلفات الإلكترونية إلى جهات إعادة التدوير المرخصة من خلال الحوافز.
- في حال عدم وجود مرافق معالجة نهائية محلية لشذرات من المخلفات الإلكترونية، ضمان النفاذ الجيد والسهل إلى مرافق المعالجة المرخصة دولياً.
- ضمان شفافية تكاليف تشغيل النظام، وتحفيز المنافسة في نظام التجميع وإعادة التدوير للنهوض بفعالية التكلفة
- ضمان دراية جميع أصحاب المصلحة المعنيين بجمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها بالتأثيرات المحتملة على البيئة وصحة الإنسان وكذلك بالنهج الممكنة للمعالجة السليمة بيئياً للمخلفات الإلكترونية.
- نشر الوعي بشأن الفوائد البيئية لإعادة التدوير بين المستهلكين.

(ماغاليني وآخرون 2016).

ولكن قد لا يكون جميع أصحاب المصلحة مستعدين للقيام بأدوارهم والبدء في جمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها طواعية. وعلى الرغم من أن معظم التشريعات، حتى الآن، تتمحور حول مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR)، لا سبيل للمساعدة في توجيه التحولات نحو الحلول المستدامة سوى بنهج منسق متعدد أصحاب المصلحة، ولم يعد الأمر محل نقاش. لذلك، تدعو الحاجة إلى تحديد تعريف ودور والتزامات كل صاحب مصلحة بوضوح في اللوائح. وتوسعاً في التفصيل، يجب أن تتضمن تشريعات أو لوائح المخلفات الإلكترونية ما يلي:

- √ تعاريف لدور البلديات والحكومة.
- √ تعريف واضح للجهة المسؤولة عن تنظيم الجمع وإعادة التدوير.
- √ تعريف واضح للجهة المسؤولة عن تمويل جمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها.
- √ توحيد تعاريف المخلفات الإلكترونية على الصعيد الوطني.
- √ هيكل السماح والترخيص لجامعي المخلفات الإلكترونية والقائمين بإعادة التدوير.
- √ تعريف واضح لمصطلح «المنتِج»، إذا كان النظام قائماً على ما يدعى مبدأ «مسؤولية المنتجين الموسعة» (EPR). فبدونه لن يشعر أي منتِج بأنه ملزم بالالتزام، وسيكون التطبيق العادل للأحكام القانونية عبر دوائر الصناعة أصعب.
- √ توزيع التزامات الجمع وإعادة التدوير بين المنتجين.
- √ وصف لكيفية تسجيل الشركات على أنها «جهات منتجة».
- √ توثيق حالة التزامها ووصف واضح لأهداف وغايات التشريع.

توصل ماكان وويتمان (2015)، استناداً إلى الاختلافات في الهياكل التشغيلية والمالية للأنظمة القائمة حول العالم، إلى إمكانية تحديد ثلاثة نماذج تمويل أو مجموعات أصحاب مصلحة عامة على الأقل، تتحمل مسؤولية محتملة فردية أو مشتركة عن نهاية صلاحية المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE):

1’ **المجتمع كله:** يتطلع النموذج الأول إلى الاستيفاء المسبق للرسوم التي سيدفعها المنتِج عند طرح المنتَج في السوق.

2’ **المستهلكون:** ثانياً، يوجد النموذج الذي يجعل الشخص أو الكيان المسؤول عن التخلص من المخلفات الإلكترونية مسؤولاً مالياً عن تكلفة التجميع وإعادة التدوير.

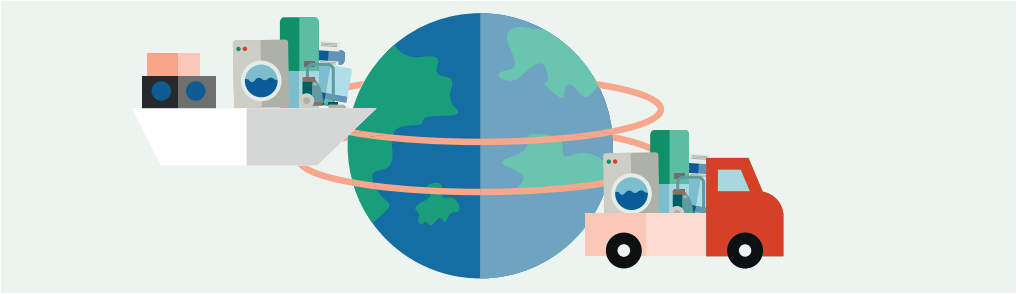
3’ **المنتجون:** يستخدم النوع الثالث نهج الحصة السوقية في التمويل، سعياً لاسترداد جميع التكاليف التشغيلية الفعلية لتشغيل نظام التجميع.

ومنذ قيام المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2017 أيضاً، يؤخذ في الاعتبار عادةً مبدأ «مسؤولية المنتجين الموسعة» (EPR) عند وضع تشريعات وسياسات جديدة حول العالم. وبه، يتحمل المنتجون أيضاً المسؤولية خلال مرحلة ما بعد الاستهلاك في دورة حياة المنتج. لذلك، كان يُتوقع أن تحفز سياسات مسؤولية المنتجين الموسعة تصميم المنتَج الذي يشجع على إعادة الاستخدام وإعادة التدوير. ولكن يتضح أكثر فأكثر أن معظم المنتجين غير مستعدين وعلى الأرجح غير قادرين على تحمل مسؤولياتهم دون جهد منسق مع أصحاب المصلحة الرئيسيين الآخرين، مثل الحكومات والبلديات وتجار التجزئة والقائمين بالتجميع وإعادة التدوير والمستهلكين. وتأخر التجميع مقابل ما يُطرح في الأسواق يعطي سبباً لهذا التقييم. علاوة على ذلك، يُظهر المنتجون أيضاً اهتماماً أقل بشكل متزايد بالمبادرات المعنية بالمخلفات الإلكترونية مثل مبادرة StEP أو مبادرة PACE لاتفاقية بازل، وبدلاً من ذلك، يهتمون بالارتباط بنُهج اقتصاد إعادة التدوير.

نبذة عن اتفاقية بازل

إن اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود هي معاهدة متعددة الأطراف تهدف إلى إلغاء أنماط تداول المخلفات الخطرة بيئياً واجتماعياً. وفُتح باب التوقيع على الاتفاقية عام 1989 ودخلت حيز التنفيذ عام 1992، وحتى الآن وقع عليها 187 بلداً.[6] وكثيراً ما تحتوي المخلفات الإلكترونية، بسبب تكوينها، على عناصر خطرة. لذلك، تؤكد الاتفاقية أن لحماية صحة الإنسان والبيئة، ينبغي عدم تداول المخلفات الخطرة بحرية مثل السلع التجارية العادية، وبالتالي فهي تضع إجراءات تبليغ كتابي وموافقة بشأن جميع تحركات المخلفات الخطرة عبر الحدود. لكن الإعفاء التنظيمي لاتفاقية بازل بشأن المعدات الموجهة لإعادة الاستخدام يتوافق تماماً مع هدفها البيئي الرئيسي المتمثل في منع توليد المخلفات، لأن إعادة الاستخدام تطيل دورة حياة المعدات الكهربائية والإلكترونية وبالتالي تخفف من توليد المخلفات الخطرة. ومن خلال إطالة عمر الإلكترونيات الوظيفي، تعزز إعادة الاستخدام الحفاظ على الموارد الطبيعية وتقلل مؤقتاً على الأقل الحاجة إلى إعادة تدويرها أو التخلص منها. إلا أن التمييز بين ما إذا كان شيء ما من المخلفات أم لا، وبالتالي تراد إعادة استخدامه أم لا، هو نقاش قديم العهد في إطار اتفاقية بازل. وعلى الرغم من أن أحدث مؤتمر للأطراف (COP14) اعتمد، على أساس مؤقت، المبادئ التوجيهية التقنية المراجعة بشأن نقل المخلفات الكهربائية والإلكترونية والمعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة عبر الحدود، ولكن لم يُتوصل إلى توافق نهائي بشأن تعريف المخلفات. وتقل حالياً نسبة الإبلاغ الوطني، الذي تقوم به طوعاً الأطراف في الاتفاقية، عن 50% من الموقعين.

وهناك قراران سليمان من قرارات السياسة العامة يمكن اتخاذهما من جانب واحد فيما يتعلق بضمان الإنفاذ الأفضل والأكثر فعالية، وهو حجر العثرة أمام جميع التشريعات والسياسات المعمول بها. فأولاً، ينبغي تقديم المزيد من الموارد لموظفي الجمارك والموانئ لمساعدتهم في مكافحة الاتجار غير المشروع بالمخلفات الإلكترونية. وبالنظر إلى جميع الأولويات الأخرى التي كثيراً ما تعتبر بحق أولى بتركيز السلطات عليها – مثل تجارة الأسلحة وشحنات المخدرات والاتجار بالبشر – لا عجب من عدم إدراج المخلفات الإلكترونية في قائمة الأولويات، على الرغم من التوجهات الأخيرة نحو اقتصاد إعادة التدوير. وثانياً، ينبغي تشديد العقوبات على السعي لتصدير المخلفات الإلكترونية بشكل غير قانوني بحيث تشكل نوعاً من الردع ذي المغزى، أو على الأقل إزعاجاً كبيراً، لمن يحاولون خرق القانون.



أصبحت تدفقات المخلفات الإلكترونية عبر الحدود مصدر قلق كبير للبلدان المصدرة والمستوردة على السواء. وتشير بعض البيانات إلى أن غالبية المخلفات الإلكترونية تُشحن من نصف الكرة الشمالي للتخلص غير الرسمي منها في البلدان النامية. وعلى الرغم من صعوبة قياس الحجم الدقيق لتدفق المخلفات الإلكترونية – حيث تصدَّر معظمها بشكل غير قانوني أو تحت ستار كونها مخصصة لإعادة الاستخدام أو كخردة – من المعروف على نطاق واسع أن الحجم كبير، ولكن شطراً كبيراً منها يسلك طرقاً أخرى. وتثير مسألة نقل المخلفات الإلكترونية عبر الحدود من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية مخاوف لأنها تسبب عبئاً بيئياً إضافياً في بلدان المقصد ولأن القطاع غير الرسمي يرجَّح أن يدير المخلفات الإلكترونية، فتدار، نتيجة لذلك، بطريقة غير سليمة بيئياً، تشكل مخاطر كبيرة على الصحة والبيئة. سوى أن الاتجاهات الحديثة تُظهر أن شحنات المخلفات الإلكترونية تتخذ في بعض الحالات، مساراً إقليمياً (من قبيل المسار من غرب/شمال أوروبا إلى أوروبا الشرقية) بدلاً من مسار «شمال-جنوب» بالمعنى الدقيق للعبارة. ومن ناحية أخرى، وبينما يحرز نظام جمع المخلفات الإلكترونية تقدماً في البلدان النامية، هناك أدلة على أن مكونات قيِّمة مثل لوحات الدارات المطبوعة (PCB) تُشحن هذه الأيام من نصف الكرة الجنوبي إلى نصف الكرة الشمالي لإعادة تدويرها. وهذا هو الحال في غانا وتنزانيا، على سبيل المثال. ولطالما نُظر إلى التحركات عبر الحدود على أنها صادرات من الأغنياء إلى الفقراء بيد ان هناك مؤشرات متزايدة في جميع أنحاء العالم على أن البلدان المستوردة التي تحظى بتقدير جيد تاريخياً مثل الصين تقوم أيضاً بتصدير المخلفات الإلكترونية بشكل متزايد إلى جنوب شرق آسيا وإفريقيا وأماكن أخرى (ليباوسكي 2015). ويبدو أيضاً النقل عبر الحدود دينامياً عبر الوقت، حيث يتفاعل مع التغيرات الاجتماعية والاقتصادية والتنظيمية. ومن الأمثلة على ذلك الانزياح السريع لعمليات المعالجة من الصين إلى دول جنوب شرق آسيا مثل تايلاند وماليزيا وفيتنام نتيجة لحظر الصين استيراد المخلفات الساري منذ عام 2018.

وفي الوقت الحالي، تقل كثيراً الإحصاءات المستندة إلى بيانات ثابتة تتعلق باستيراد وتصدير المخلفات والإلكترونيات المستعملة والمخلفات الإلكترونية. وتقدم بيانات الإبلاغ الوطنية من الأطراف، (أي البلدان الموقعة) في اتفاقية بازل المكَّلفة بموجب المادة 13، بعض المعلومات لتحليل تدفقات وكميات نقل المخلفات الإلكترونية عبر الحدود، لكنها غير كافية لإجراء تحليل شامل بسبب عدم اكتمال الإبلاغ من العديد من الأطراف والتعاريف الغامضة والتصنيف غير الصحيح بين الأطراف والتناقضات في إعداد التقارير وعدم دقة البيانات (فورتي، وبالدي، وكوهر 2018). وفي الوقت الحالي، لا تميز بيانات التجارة الدولية بين المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) الجديدة والمستعملة، ومن الواضح أن القياس المباشر للتدفقات التجارية غير القانونية عبر البلدان مرهق بسبب الطبيعة غير القانونية لهذا النشاط. ومن المستجدات المثيرة للاهتمام في الآونة الأخيرة، أن لجنة النظام المنسق (RSC) اعتمدت مرحلياً تعديلات على رموز النظام المنسق تتيح تحديد هوية المخلفات الكهربائية والإلكترونية في تسميات النظام المنسق في إطار الرقم 8549. ويرجح أن تدخل التعديلات حيز التنفيذ في 1 يناير 2022 (اتفاقية بازل 2019).

وحتى الآن، أجريت بعض المحاولات لتحديد حجم تحركات الإلكترونيات المستعملة والمخلفات الإلكترونية عبر الحدود، باستخدام عدة أساليب مختلفة. وقد اعد دوان وآخرون (2013)، تحت مظلة مبادرة حل مشكلة المخلفات الإلكترونية (StEP)، معظم التقارير ذات المصداقية بشأن تدفقات المعدات الكهربائية والإلكترونية المستخدمة العابرة للحدود في الولايات المتحدة الأمريكية. وأجرت الدراسة تحليلاً كمياً لتدفقات الإلكترونيات المستعملة العابرة للحدود بين ومن بلدان أمريكا الشمالية واستخدمت أسلوب توازن الكتلة مع أسلوب بيانات مبيعات تجارة التقادم الهجينة (HSOTDM). ومن خلال تحليل النتائج، يمكن استنتاج أن ما يقرب من 8,5% من منتجات المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المستخدمة التي تم إنشاؤها في عام 2010 قد صُدرت (لاياريدي وآخرون 2016). وقدمت دراسة أخرى نتيجة مماثلة لعام 2011: إذ صُدرت 7% من المعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة من الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2011 (USITC 2013).

ووفقاً لدراسة أجرتها المفوضية الأوروبية (خدمة الاستخبارات الحيوية 2013)، تصدَّر ما يقرب من 15% من المعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة (UEEE) من الاتحاد الأوروبي، لإعادة استخدامها بشكل أساسي. ويجدر بالذكر أن جزءاً من المعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة يصبح من مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) إما أثناء النقل (إن لم تتوفر حماية مناسبة للمنتج أثناء النقل على سبيل المثال) أو بعد وقت قصير من الوصول إلى بلد المقصد. وتأكدت هذه الحصة من خلال دراسة أخرى أجراها مشروع مكافحة الاتجار غير المشروع بالمخلفات الكهربائية والإلكترونية (CWIT)، والتي وجدت أن 15,8% (1,5 Mt) من المخلفات الإلكترونية المتولدة في الاتحاد الأوروبي في عام 2012 (9,5 Mt) قد صُدرت. وغادر ما وزنه 1,3 Mt الاتحاد الأوروبي في صادرات غير موثقة. وبما أن الدافع الاقتصادي الرئيسي وراء هذه الشحنات يتمثل في إعادة الاستخدام والإصلاح، على عكس التخلص من المخلفات الإلكترونية، فإن ما يقدر بنحو 30% من هذا الحجم يمثل المخلفات الإلكترونية (هويزمان وآخرون 2015). وتشير دراسة أحدث (بالدي وآخرون 2020) إلى أن 8% من إجمالي المخلفات الإلكترونية المتولدة في هولندا تصدَّر لإعادة استخدامها. وافترضت دراسة أخرى أجريت في عام 2019 (زوتمان وكريكي وفينسيلار 2010) أن المستفيدين بالمجان كانوا مسؤولين عن 10-20% من إجمالي المخلفات الإلكترونية الناتجة التي تصدَّر بشكل غير قانوني إلى البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وأن جزءاً منها صُدر قانونياً لإعادة استخدامه في الدول النامية. واقترحت دراسة سابقة (غيرارتس وموتافوغلو وإيليس 2016) افتراض «سيناريو الحد الأدنى للتصدير/الاستيراد»، تصدَّر فيه 10% من مخلفات الاتحاد الأوروبي الإلكترونية بشكل غير قانوني من الاتحاد الأوروبي، بينما تصدَّر 10% أخرى من مخلفات الاتحاد الأوروبي الإلكترونية قانونيا على أنها معدات كهربائية وإلكترونية مستعملة.

وبناءً على التقديرات أعلاه، يمكن استنتاج أن التحركات عبر الحدود للمخلفات الكهربائية والإلكترونية المستعملة أو المخلفات الإلكترونية تندرج في حدود 7-20% من المخلفات الإلكترونية المتولدة.

الفصل 7

إمكانيات المخلفات الإلكترونية في اقتصاد إعادة التدوير

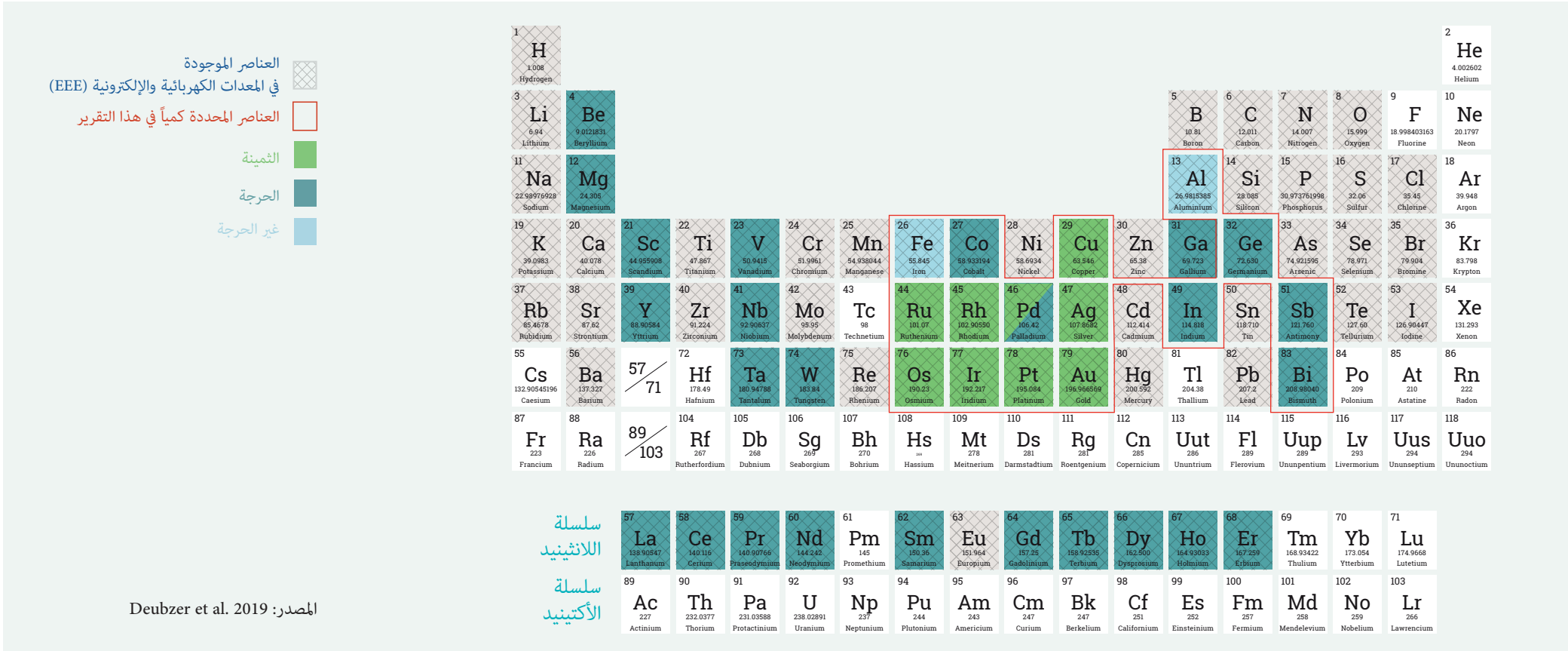
إن المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) معقدة للغاية من منظور التصميم المادي. ويمكن العثور على ما يصل إلى 69 عنصراً من الجدول الدوري في المعدات الكهربائية والإلكترونية، بما في ذلك المعادن الثمينة (مثل الذهب والفضة والنحاس والبلاتين والبلاديوم والروثينيوم والروديوم والإيريديوم والأوسميوم)، والمواد الخام الحرجة (CRM)[7] (مثل الكوبالت، البلاديوم، الإنديوم، الجرمانيوم، البزموت والأنتيمون) والمعادن غير الحرجة، مثل الألمنيوم والحديد.

وضمن نموذج اقتصاد إعادة التدوير، ينبغي اعتبار منجم المخلفات الإلكترونية مصدراً هاماً للمواد الخام الثانوية. وبسبب القضايا المتعلقة بالتعدين الأولي، وتقلبات أسعار السوق، وندرة المواد، والتوافر، والنفاذ إلى الموارد، أصبحت الضرورة تقتضي تحسين استخراج الموارد الثانوية وتقليل الضغط على المواد البكر. ومن خلال إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية، يمكن للبلدان على الأقل تخفيف الطلب على المواد بطريقة آمنة ومستدامة.

ويوضح هذا التقرير توثيق 17,4% فقط من المخلفات الإلكترونية على الصعيد العالمي، ليصار إلى تجميعها وإعادة تدويرها رسمياً. وتدعو الحاجة إلى تحسين معدلات التجميع وإعادة التدوير في جميع أنحاء العالم.

ومن ناحية أخرى، كثيراً ما يواجه قطاع إعادة التدوير ارتفاع تكاليف إعادة التدوير وتحديات في إعادة تدوير المواد. فعلى سبيل المثال، يصعب استرداد بعض المواد مثل الجرمانيوم والإنديوم بسبب استخدامها المتناثر في المنتجات، وعدم تصميم المنتجات أو تجميعها مع مراعاة مبادئ إعادة التدوير.

ومن ناحية أخرى، ترد المعادن الثمينة (مثل الذهب) المستخدمة في أجهزة معينة، مثل الهواتف المحمولة والحواسيب، بمستوى تركيز مرتفع نسبياً: 280 غراماً في كل طن من المخلفات الإلكترونية. ويمكن أن تكون الأساليب المستخدمة لفصل المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها مجدية اقتصادياً، خاصة في حال تنفيذها يدوياً، حيث تقل خسائر المواد عن 5% (دوبزر 2007). وبالتالي يمكن أن تكون عملية جمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها بشكل منفصل مجدية اقتصادياً للمنتجات التي تعلو فيها تركيزات ومحتويات المعادن الثمينة. ومع ذلك، لا يزال معدل إعادة تدوير معظم المواد الخام الحرجة (CRM) منخفضاً جداً ويمكن تحسينه للمعادن الثمينة من خلال جمع المخلفات الإلكترونية ومعالجتها المسبقة بشكل أفضل.



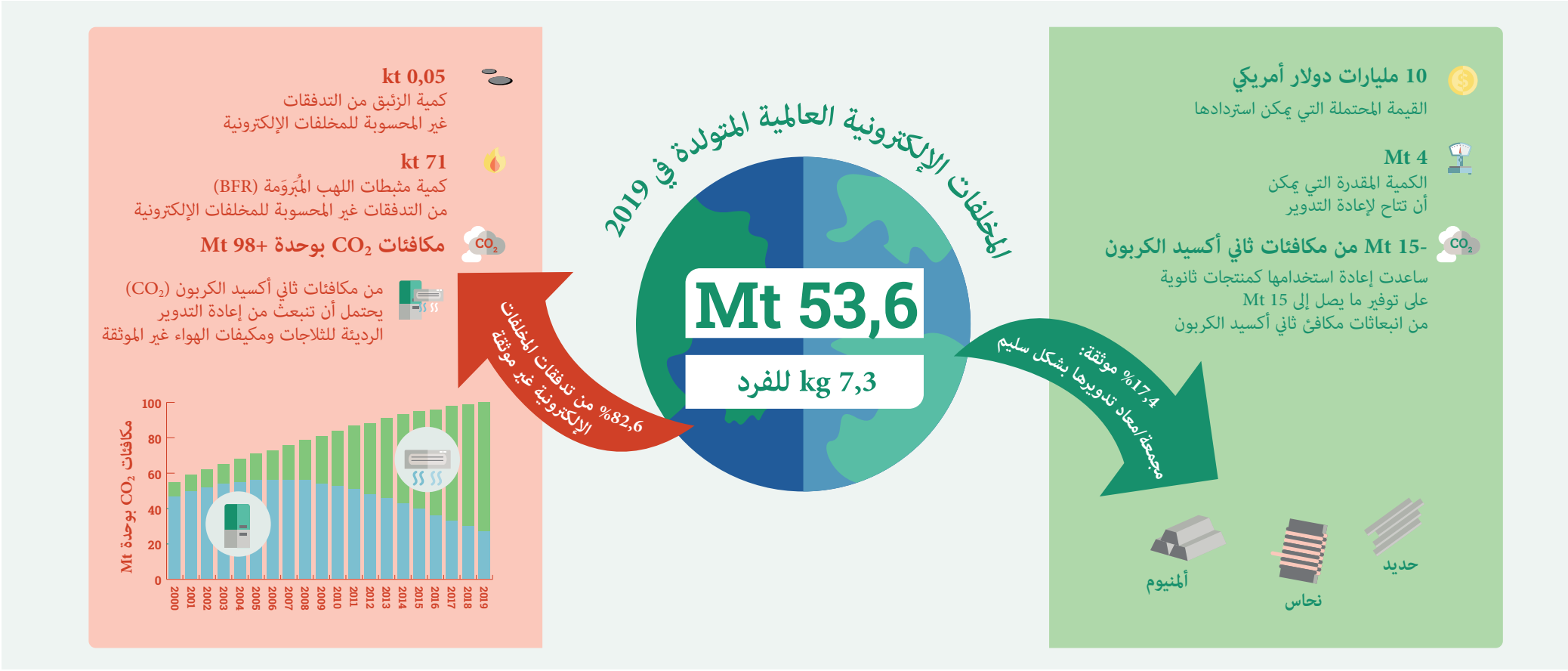
إجمالاً، كانت قيمة المواد الخام المختارة[8] الواردة في المخلفات الإلكترونية في عام 2019 تساوي حوالي 57 مليار دولار أمريكي[9]، أي ما مجموعه 25 Mt.

ويمثل الحديد والألمنيوم والنحاس معظم الوزن الإجمالي لمواد المخلفات الخام التي يمكن العثور عليها في المخلفات الإلكترونية في عام 2019. ولا يمكن استرداد هذه الكميات وقيمة المواد إلا في سيناريو مثالي حيث يعاد تدوير جميع المخلفات الإلكترونية المتولدة في العالم ويعاد تدوير جميع المواد الخام المختارة المبشِّرة أو حتى مجدية اقتصادياً بتكنولوجيات إعادة التدوير المتاحة حالياً. ومن خلال تحسين ممارسات جمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها في جميع أنحاء العالم، تسهل إتاحة كمية جديرة بالاعتبار من المواد الخام الثانوية – الثمينة والحرجة وغير الحرجة – كي تعاود الدخول إلى عملية التصنيع فيما تقلل الاستخراج المستمر للمواد الجديدة.

وبلغ الطلب على الحديد والألمنيوم والنحاس لإنتاج الإلكترونيات الجديدة في عام 2019 حوالي 39 Mt. وحتى في السيناريو المثالي الذي يعاد فيه تدوير كل الحديد والنحاس والألمنيوم الناتج عن المخلفات الإلكترونية (25 Mt)، سيظل العالم بحاجة إلى ما يقرب من 14 Mt من الحديد والألمنيوم والنحاس من الموارد الأولية لتصنيع إلكترونيات جديدة (11,6 Mt)، و1,4 Mt، و0,8 Mt، على التوالي).[10] ويشير ذلك إلى اتساع الفجوة الكبير بين معادن الحديد والألمنيوم والنحاس الثانوية الموجودة في المخلفات الإلكترونية والطلب عليها لإنتاج المعدات الكهربائية والإلكترونية الجديدة. ويأتي ذلك نتيجة للنمو المستمر في مبيعات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

بالمعدل الرسمي الموثق للجمع وإعادة التدوير بنسبة 17,4%، يمكن استرداد قيمة المواد الخام المحتملة البالغة 10 مليار دولار أمريكي من المخلفات الإلكترونية، وستتوفر 4 Mt من المواد الخام الثانوية لإعادة التدوير. وبحصر التركيز على الحديد والألمنيوم والنحاس ومقارنة الانبعاثات الناتجة عن استخدامها كمواد خام بكر أو مواد خام ثانوية، ساعدة إعادة تدويرها على توفير ما يصل إلى 15 Mt من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2019 (انظر الملحق 2 للاطلاع على تفاصيل عن المنهجية المتبعة).

وتحتوي المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) أيضاً على مواد خطرة، عادةً ما تكون معادن ثقيلة مثل الزئبق أو الكادميوم أو الرصاص ومواد كيميائية مثل مركبات الكربون الكلورية فلورية (CFC) ومركبات الكربون الهيدروكلورية الفلورية (HCFC) ومثبطات اللهب. وينشأ ما يقرب من 71 كيلوطن (kt) من البلاستيك المحتوي على مثبطات اللهب المُبَرْوَمة (BFR) من التدفقات غير المحسوبة للمخلفات الإلكترونية المتولدة في عام 2019 (انظر الملحق 2 للاطلاع على تفاصيل عن المنهجية المتبعة). وعلى وجه الخصوص، تُستخدم مثبطات اللهب المُبَرْوَمة (BFR) في الأجهزة لتقليل قابلية المنتج للاشتعال، ومثال ذلك، في الأغلفة الخارجية للحواسيب، ولوحات الأسلاك المطبوعة، والموصلات، والمرحلات، والأسلاك، والكابلات (ماكفرسون، وثورب، وبليك 2004 وهيرات 2008). وتمثل إعادة تدوير البلاستيك المحتوي على مثبطات اللهب المُبَرْوَمة تحدياً كبيراً لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية بسبب التكاليف المتعلقة بفصل البلاستيك المحتوي على الإثيرات متعددة البروم ثنائية الفينيل (PBDE) وثنائيات الفينيل متعدد البروم (PBB) عن البلاستيك الآخر. ولا يمكن استخدام البلاستيك المعاد تدويره بمحتوى PBDE وPBB أعلى من 0,1% لتصنيع أي منتجات، بما في ذلك المعدات الكهربائية والإلكترونية. وفي معظم الحالات، يرمد القائمون بإعادة التدوير الملتزمون البلاستيك المحتوي على PBDE وPBB في ظروف خاضعة للرقابة لتجنب إطلاق الديوكسينات والفيورانات. ومن ناحية أخرى، في حال الترميد بطريقة غير سليمة بيئياً، يرجح أن تشكل هذه المواد مخاطر على الصحة أو البيئة. وقد حُظر استخدام PBDE وPBB في أوروبا (البرلمان الأوروبي 2011). وقد حُظرت بعض هذه الملوثات في أوروبا، حيث أظهرت دراسات تقييم المخاطر أنها ثابتة ومتراكمة بيولوجياً وسامة ويمكن أن تكون مسؤولة عن تلف الكلى والعديد من اضطرابات الجلد ومؤثرة على الجهاز العصبي وأنظمة المناعة.

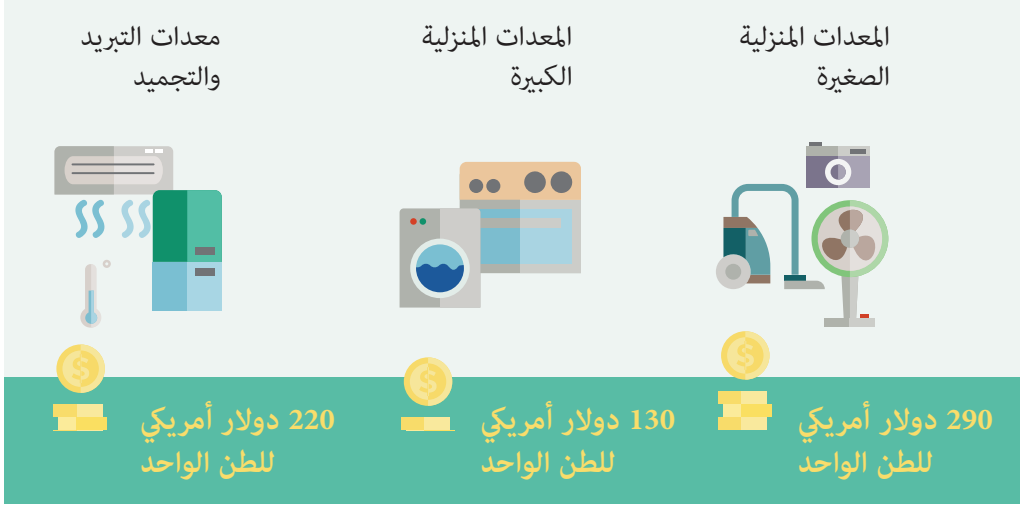


يُستخدم الزئبق في مصادر ضوء الفلورسنت، من قبيل الأضواء الخلفية لشاشات العرض المسطحة القديمة وأجهزة التلفزيون ومصابيح الفلورسنت المضغوطة («المصابيح الموفرة للطاقة»)، ومصابيح الفلورسنت، وفي معدات القياس والتحكم، وفي البدالات القديمة. (بالدي وآخرون 2018). فإذا رميت هذه الأجهزة في مكبات مكشوفة بدلاً من إعادة تدويرها بشكل صحيح، يمكن للزئبق أن يدخل السلسلة الغذائية ويتراكم في الكائنات الحية ملحقاً الضرر بالجهاز العصبي المركزي والغدة الدرقية والكلى والرئتين والجهاز المناعي، وما إلى ذلك (بالدي وآخرون 2018). ويمكن العثور على ما مجموعه 50 طناً من الزئبق في التدفقات غير المحسوبة للمخلفات الإلكترونية المتولدة في عام 2019 في جميع أنحاء العالم.

توجد مركبات الكربون الكلورية الفلورية (CFC) ومركبات الكربون الهيدروكلورية الفلورية (HCFC) في دارات التبريد والرغوة العازلة للأجيال القديمة من معدات التبريد والتجميد، مثل الثلاجات والجمادات وأنظمة تكييف الهواء. ويطول عمر هذه الجزيئات في الغلاف الجوي. وتتفاعل مع جزيئات الأوزون (O_3)، مولدة الأكسجين الجزيئي الذي يرقق طبقة الأوزون الستراتوسفيرية (ثقب الأوزون). وتؤدي هذه العملية إلى زيادة الأشعة فوق البنفسجية التي يمكن أن تعبر طبقة الستراتوسفير، مما يسبب على الأرجح سرطان الجلد والأمراض المرتبطة بالعين وإضعاف الجهاز المناعي. وينظم بروتوكول مونتريال (المعتمد في عام 1987) إنتاج واستهلاك المواد الكيميائية من صنع الإنسان المعروفة باسم المواد المستنفدة للأوزون، وهو يشمل التخلص التدريجي من مركبات الكربون الكلورية الفلورية ومركبات الكربون الهيدروكلورية الفلورية. وتنطوي هذه الغازات على إمكانية ارتفاع درجة حرارة الأرض (GWP). وإن لم تدَر المعدات الكهربائية والإلكترونية التي تحتوي على هذه الغازات بطريقة سليمة بيئياً، فقد تنبعث غازات التبريد إلى الغلاف الجوي. تظهر التقديرات أن ما مجموعه 98 Mt من مكافئ ثاني أكسيد الكربون[11] انطلقت من إعادة التدوير الرديئة للثلاجات ومكيفات الهواء غير الموثقة (40% في أوروبا و82,6% في بقية العالم). وتجاوزت انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) من غازات التبريد، التي تدار بشكل غير صحيح والتي عُثر عليها تقديرياً في مكيفات الهواء، الانبعاثات من الثلاجات في عام 2013. ومن إجمالي مكافئات ثاني أكسيد الكربون التي تشير التقديرات إلى إطلاقها في الغلاف الجوي، في عام 2019، صدر 73% منها من مكيفات الهواء و27% من الثلاجات. ويفسَّر ذلك بأن المبردات ذات القدرة العالية على التسبب بالاحترار العالمي كانت تستخدم قبل عام 1994 (مثل R-11 وR-12) وحتى عام 2017 (R-134a وR-22). ومنذ ذلك الحين، استعيض عن هذه المبردات بأخرى ذات قدرة أقل على إحداث الاحترار العالمي (من قبيل R-152a وR-124yf). ولن يُلتزم بخفض انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون، عملاً بالتزامات الآونة الأخيرة بتبديل المبردات، إلا في العقود المقبلة، عندما تتحول المنتجات الجديدة المعروضة في الأسواق إلى مخلفات (انظر الملحق 2 للاطلاع على تفاصيل عن المنهجية المتبعة).

وتوجد محتويات خطرة ومواد نادرة أو قيّمة في المخلفات الإلكترونية تستلزم إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية ومعالجتها بطريقة سليمة بيئياً؛ والقيام بذلك يساعد على تجنب إطلاق مثل هذه المواد في البيئة وفقدان المواد ذات القيمة البيئية والاقتصادية. وعلى الرغم من أن العديد من التشريعات قد حظرت استخدام بعض المواد وتضغط للاستعاضة عنها بمواد أسلم، فبمجرد التخلص من الأجهزة التي أُنتجت في الماضي والتي لا تزال تحتوي على تلك المواد، تجب معالجتها بشكل مناسب من أجل احتواء المخاطر يمكن أن تشكلها على البيئة والصحة. وبالإضافة إلى ذلك، لعل المعدات الجديدة تظل تحتوي أيضاً على كميات أقل من تلك المواد المحظورة، نظراً لتعذر تبديلها أو إزالتها من الناحية التقنية.

ويمكن افتراض أن معظم عمليات جمع المخلفات الإلكترونية ومعالجتها والتخلص منها في القطاع الرسمي تلتزم بالقانون، وبالتالي فهي تحرص على جوانب البيئة والصحة والسلامة. ولعل هذا الافتراض لا ينطبق على المعالجة والتخلص خارج القطاع الرسمي. لأن إعادة التدوير غير الملتزمة تمثل خياراً أرخص من إعادة التدوير الملتزمة. وقد أظهرت دراسة حديثة أجرتها رابطة إعادة تدوير الإلكترونيات الأوروبية (EERA) وجامعة الأمم المتحدة (ماغاليني وهيزمان 2018) أن تكاليف إعادة التدوير الملتزمة بالمعايير الأوروبية أعلى بكثير من تكلفة إعادة التدوير غير الملتزمة. وبالتفصيل، عادة ما تتحمل الجهات الملتزمة القائمة بإعادة التدوير في أوروبا تكاليف تقنية مثل التكاليف المتعلقة والمعالجة، وإزالة التلوث، والتخلص من الأجزاء الخطرة، والتخلص من الأجزاء غير الخطرة، بالإضافة إلى إثبات الالتزام القانوني ومستوى الجودة والخدمة.

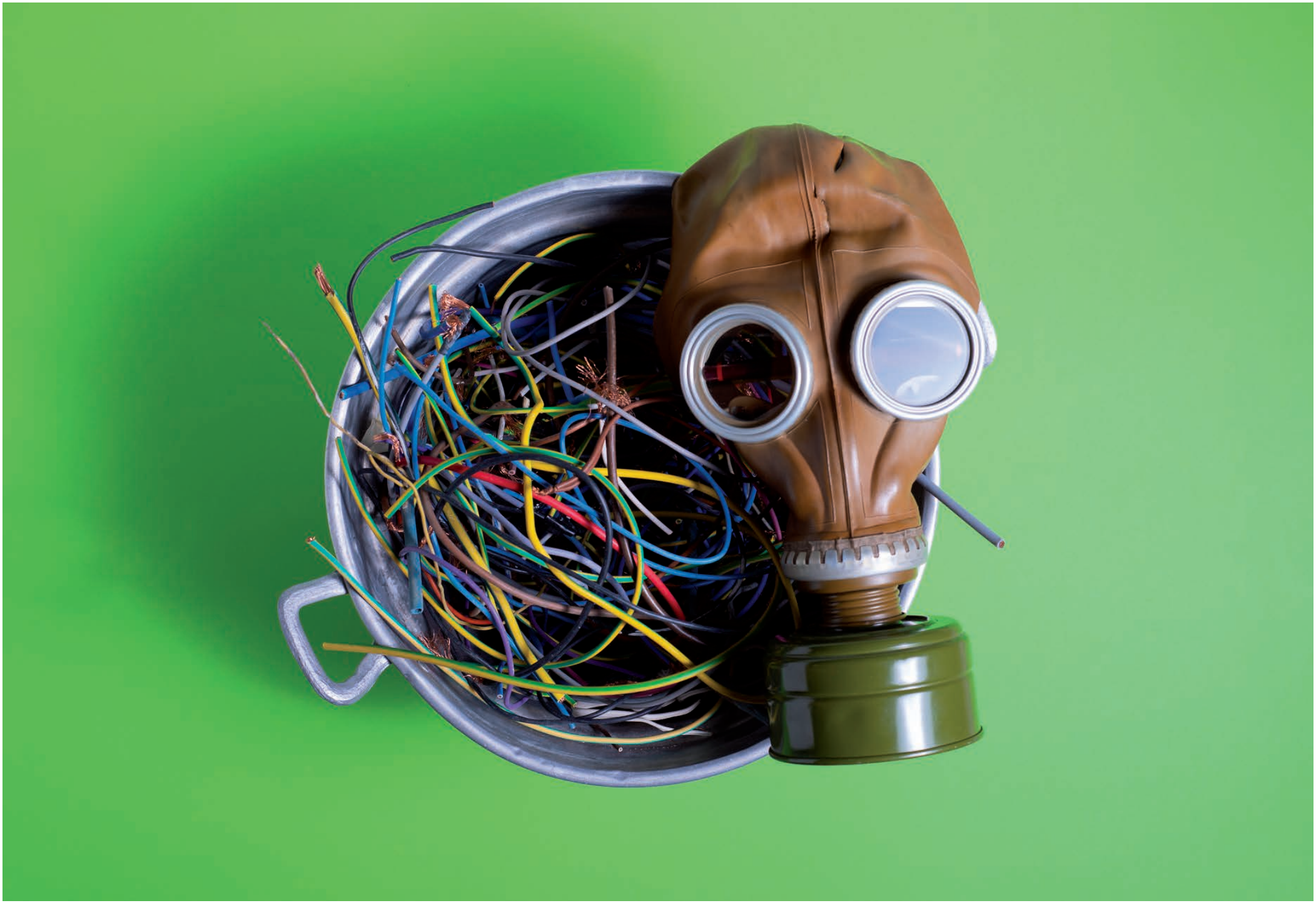


المصدر: Magalini and Huisman 2018

وخلصت الدراسة إلى أن التخفيضات المحتملة للتكلفة التي يمكن تحقيقها من خلال المعالجة غير الملتزمة تتجاوز الهوامش الاقتصادية العادية لإعادة التدوير الشرعية، وأن تطبيق أفضل التكنولوجيا المتاحة وضمان الالتزام الكامل يؤديان إلى منافسة غير عادلة.

الفصل 8

تأثير المخلفات الإلكترونية على صحة الأطفال والعمال



يعيش الأطفال ويعملون ويلعبون في مواقع إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية غير الرسمية. ويمكن أن يتعرض البالغون والأطفال للضرر عن طريق استنشاق أبخرة وجسيمات سامة، وعن طريق ملامسة الجلد للعوامل والمواد الكيميائية المسببة للتآكل، وعن طريق تناول الطعام وشرب المياه الملوثة. وتحيط الأخطار بالأطفال أيضاً من طرق التعرض الإضافية. ويمكن أن تنتقل بعض المواد الكيميائية الخطرة من الأمهات إلى الأطفال أثناء الحمل والرضاعة الطبيعية. وكثيراً ما يضع الأطفال الصغار الذين يلعبون في الخارج أو في أحضان الطبيعة أيديهم وأشياء وتربة في أفواههم، مما يزيد من خطر التعرض. وتضعف حصانة الأجنة والرضع والأطفال والمراهقون بوجه خاص في مقاومة ضرر التعرض للمواد السامة في المخلفات الإلكترونية بسبب فيزيولوجيتهم وسلوكهم وطرق التعرض الإضافية (لاندريغان وغولدمان 2011؛ وبروتزوك دو غاربينو 2004).

المؤثرات الصحية الضارة التي اكتشف مؤخراً ارتباطها بالمخلفات الإلكترونية

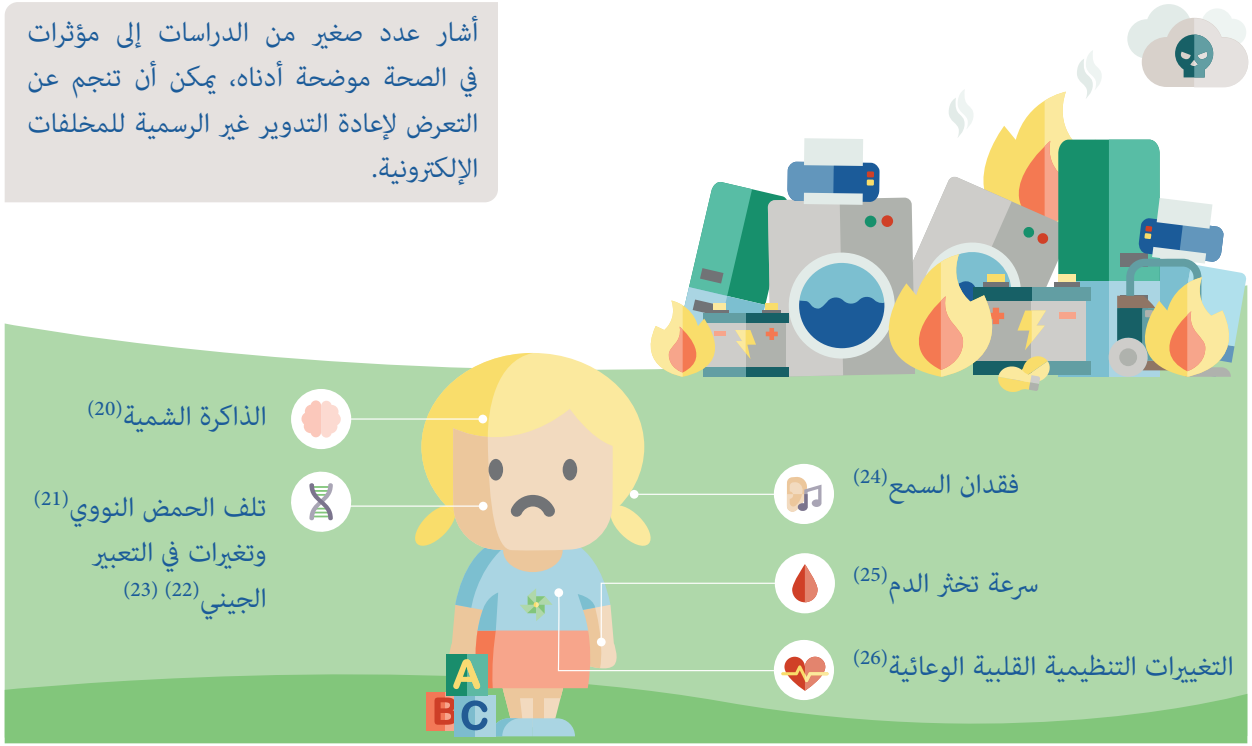
منذ نشر مرصد المخلفات الإلكترونية السابق في عام 2017، ازداد عدد الدراسات عن المؤثرات الصحية الضارة الناجمة عن المخلفات الإلكترونية. واستمرت هذه الدراسات في تسليط الضوء على المخاطر التي تتعرض لها صحة الإنسان جراء التعرض للسموم المدروسة جيداً، مثل الرصاص. وفي الآونة الأخيرة، وجدت البحوث أن إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية غير الخاضعة للتنظيم ترتبط بزيادة أعداد المؤثرات الصحية الضارة. ويشمل ذلك العواقب الضارة بالولادات (ي. جانغ وآخرون 2018)، وتغير النمو العصبي (ج. هيو وآخرون 2019 ب)، والعواقب الضارة بالتعلم (سوتريزنو وآخرون 2020)، وتلف الحمض النووي (أوا آلابي وآخرون 2012.)، والمؤثرات الضارة بالأوعية الدموية (ج كونغ وآخرون. 2018)، والمؤثرات التنفسية الضارة (أأ نتي آماوبنغ وآخرون 2020)، والمؤثرات الضارة بجهاز المناعة (ج. هيو وآخرون 2019 ب)، والأمراض الجلدية (س دوشارات وآخرون 2019؛ وسيث وآخرون 2019) وفقدان السمع (ل جو وآخرون 2020)، والسرطان (ج. م. ديقيز وآخرون 2019).

مصادر التأثير الصحي أو البيئي الناجم عن إعادة التدوير غير الرسمية للمخلفات الإلكترونية

الارتباط بين التعرض لإعادة التدوير غير الرسمية للمخلفات الإلكترونية وصحة الرضع والأطفال

العواقب الضارة بالولادات[12]	زيادة أو نقص النمو[13]	تغير النمو العصبي والعواقب الضارة بالتعلم وبالسلوك[14] [15]
المؤثرات في الجهاز المناعي[16]	المؤثرات في وظيفة الرئة[17] [18]	بحثت دراسات متعددة في تأثير التعرض للمخلفات الإلكترونية على وظيفة الغدة الدرقية عند الأطفال ولكنها أبلغت عن نتائج غير متسقة[19]

أشار عدد صغير من الدراسات إلى مؤثرات في الصحة موضحة أدناه، يمكن أن تنجم عن التعرض لإعادة التدوير غير الرسمية للمخلفات الإلكترونية.



استأثر الرضع والأطفال بتركيز كبير في دراسات المؤثرات الصحية بسبب ما ينفردون به من هشاشة وقابلية تأثر بالسموم البيئية.

ومنذ نشر مرصد المخلفات الإلكترونية السابق في عام 2017، توسعت البحوث بشأن إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية غير المنظمة وارتباطاتها بالعواقب الصحية المضرة. واستمرت هذه الدراسات في تسليط الضوء على المخاطر التي تتعرض لها صحة الإنسان جراء التعرض للسموم المدروسة جيداً، مثل الرصاص. يسلط القسم التالي الضوء على أحدث الاكتشافات بين إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية والنتائج المترتبة على صحة الإنسان.

وأبلغت الدراسات عن وجود ارتباطات بين التعرض لإعادة التدوير غير الرسمية للمخلفات الإلكترونية والعواقب الضارة بالولادات (المواليد الموتى، والمواليد قبل أوانها، وانخفاض عمر الحمل، وانخفاض وزن المواليد وطولها، وانخفاض درجات APGAR)، وزيادة أو نقصان النمو، تغير النمو العصبي والعواقب الضارة بالتعلم وبالسلوك، وبوظيفة الجهاز المناعي، ووظيفة الرئة. وبحثت دراسات متعددة في تأثير التعرض للمخلفات الإلكترونية على وظيفة الغدة الدرقية عند الأطفال ولكنها أبلغت عن نتائج غير متسقة. وقد أشار عدد قليل من الدراسات أيضاً إلى إمكانية ارتباط تلف الحمض النووي، والتغيرات في التعبير الجيني، والتغيرات التنظيمية القلبية الوعائية، وسرعة تخثر الدم، وفقدان السمع، والذاكرة الشمية بالتعرض للإدارة غير الرسمية للمخلفات الإلكترونية.

الارتباط بين التعرض لإعادة التدوير غير الرسمية للمخلفات وصحة العمال

يؤدي الافتقار إلى لوائح الصحة والسلامة في مكان العمل إلى زيادة مخاطر وقوع إصابات للعاملين في تفكيك وإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية بصورة غير رسمية.[27] [28]

أبلغ عمال المخلفات الإلكترونية أيضاً عن إجهاد وصداع وضيق نفس وألم في الصدر وضعف ودوخة.[29] [30]

بالإضافة إلى ذلك:

يؤدي الافتقار إلى لوائح الصحة والسلامة في مكان العمل إلى زيادة مخاطر وقوع إصابات للعاملين في تفكيك وإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية بصورة غير رسمية.

وأبلغ عمال المخلفات الإلكترونية أيضاً عن الإجهاد والصداع وضيق التنفس وألم الصدر والضعف والدوخة. ومن بين البالغين المشاركين في إدارة المخلفات الإلكترونية بصورة غير رسمية أو الذين يعيشون في مجتمعات المخلفات الإلكترونية، ارتبط تلف الحمض النووي بالتعرض للمواد الكيميائية في المخلفات الإلكترونية. وأبلغ عدد قليل من الدراسات أيضاً عن آثار على وظائف الكبد، ومستويات السكر في دم الشخص الصائم، واضطرابات إنجابية وتناسلية ذكرية، ومؤثرات في جودة الحيوانات المنوية جراء التعرض لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية بشكل غير رسمي. وشهدت البحوث في الآثار الصحية لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية زيادة كبيرة على مدى العقد الماضي. ويصعب تقييم ما إذا كان التعرض للمخلفات الإلكترونية ككل يسبب نتائج صحية محددة بسبب صغر المجموعات المشمولة بالدراسات، وتنوع ما قيس من حالات التعرض للمواد الكيميائية، وتنوع النتائج المقيسة، والافتقار إلى الدراسات المستقبلية الطويلة الأجل. ومع ذلك، تشير مجموعة البحوث إلى مخاطرة كبيرة بالتعرض للأذى، خاصة للأطفال الذين لا يزالون في طور النمو والنشوء. ومن المعروف أن لفرادى المواد الكيميائية في المخلفات الإلكترونية مثل الرصاص والزئبق والكادميوم والكروم وثنائيات الفينيل متعدد الكلور (PCB) والإثيرات متعددة البروم ثنائية الفينيل (PBDE) والهيدرو كربونات الأروماتية متعددة الحلقات (PAH) آثار خطيرة على كل جهاز من أجهزة الأعضاء البشرية تقريباً (غرانت وآخرون 2013).

توفر الاحصاءات الصحية

بالإضافة إلى الإحصاءات الموثوقة بشأن جمع المخلفات الإلكترونية ومعالجتها وظروف العمل، تكتسي البيانات المنسقة، بشأن عدد الأشخاص المعرضين والتعرض للمواد السامة الخطرة والمؤثرات الصحية، أهمية بالغة لفهم تأثير إدارة المخلفات الإلكترونية. فللإحصاءات المنسقة ضرورة حيوية لمراقبة التأثيرات الصحية وإعلام صانعي القرار بنطاق المشكلة وتقييم التدخلات.

التعرض

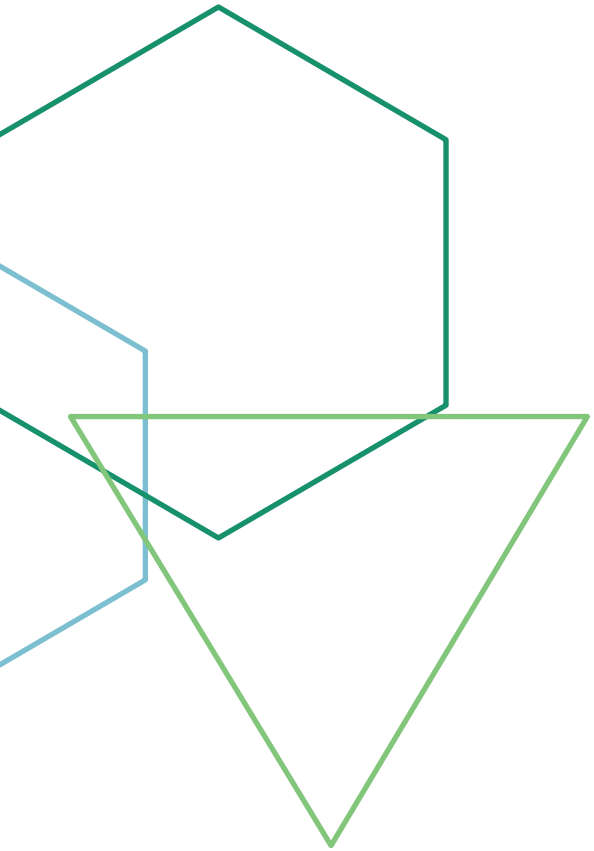
تتوفر بيانات محدودة عن عدد الأشخاص المعرضين للمخلفات الإلكترونية. ولا تتوفر سوى تقديرات تقريبية لعدد الأشخاص المشاركين في إدارة المخلفات الإلكترونية بصورة غير رسمية على المستوى الدولي وفي البلدان المتأثرة (EMG 2019؛ منظمة العمل الدولية، 2019؛ د. ن. بركينز 2014؛ براكاش وآخرون 2010؛ ج. هـ. وآخرون 2009). وكثيراً ما تكون الأساليب التي استُخدمت لإنتاج هذه التقديرات غير واضحة. وكثيراً ما لا تأخذ في الاعتبار الأفراد القاطنين في المجتمعات دون المشاركة في إعادة التدوير غير الرسمية، والأطفال، أو من يتعرضون للملوثات من خلال التلوث البيئي.

وقد تتعرض مجموعات كبيرة من السكان للخطر في النقاط الساخنة لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية. ولكن مجرد غياب حي مركّز يدب فيه نشاط إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية من البلاد لا يعني خلوها من مشكلة مخلفات إلكترونية. وتُعتبر المخلفات الإلكترونية جزءاً من سياق مخلفات أكبر وكثيراً ما تُجمع من باب إلى باب أو تُرسَل إلى مدافن المخلفات كجزء من المخلفات العامة. وجامعو المخلفات هم من بين أكثر الناس فقراً وضعفاً ويمكن أن يتعرضوا لأضرار المخلفات في المجتمعات حول العالم (ج غوتبرليه وس.م.ن أودين 2017). وفي أمريكا اللاتينية، كثيراً ما يعاد تدوير المخلفات الإلكترونية في المتاجر الصغيرة في مختلف المدن، بدلاً من تركيزها في منطقة واحدة (الاتحاد الدولي للاتصالات وغيره 2016أ).

وقاس عدد متزايد من الدراسات الامتصاص اليومي وعبء الجسم من فرادى ملوثات المخلفات الإلكترونية، لكنها اقتصرت على عدد صغير من المشاركين (سونغ ولي 2014). وتدعو الحاجة للمراقبة طويلة المدى للتعرض المهني، والأعباء على الجسم، والمستويات البيئية، والصحة من أجل التحديد الكمي لأثر المخلفات الإلكترونية (هيكوك وآخرون 2018). وأوصى الخبراء بأن تشمل مراقبة التعرض والمراقبة البيئية المعادن والجسيمات الصغيرة (PM2.5) والملوثات العضوية الثابتة (POPs) والهيدرو كربونات الأروماتية متعددة الحلقات (PAH) (هيكوك وآخرون 2018). ويجري تطوير مبادرات مراقبة بيولوجية كبيرة لمراقبة التعرض للمخاطر الكيميائية (أ بروس-أوستون وآخرين 2011) ولعلها تقدم نموذجاً جيداً للمخلفات الإلكترونية.

المؤثرات الصحية

على الرغم من وجود كمية متزايدة من المعلومات بشأن المؤثرات الصحية للتعرض للمخلفات الإلكترونية، إلا أن البيانات المتاحة محدودة بشأن عدد الأشخاص الذين يعانون من هذه المؤثرات. وما برحت الدراسات الأكاديمية للتعرض والمؤثرات الصحية دراسات صغيرة في المقام الأول تشمل ما يتراوح بين 50 و450 مشاركاً (ك غرانت وآخرون 2013؛ ك سونغ وج لي 2015؛ ج زنغ وآخرون 2019ب؛ ز زنغ 2018أ). وأبلغت بعض هذه الدراسات عن تلوث مجموعات المقارنة، مما يشير إلى انتقال الملوثات على نطاق واسع (سبولفيدا وآخرون 2010؛ ك سونغ وج لي 2015). ولم تُنشر دراسات طولية واسعة النطاق. وهناك تحديات كبيرة تعترض جمع الإحصاءات الصحية المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية، مثل العدد الكبير من النتائج الصحية المحتملة، وتحديات دراسة الخلائط الكيميائية، والافتقار إلى علاقات مؤكدة بين التعرض والنتائج، وفترة الكمون الطويلة لبعض الأمراض. ويمكن أن تساعد المؤشرات المنسقة دولياً في قياس عدد الأشخاص المعرضين لخطر المؤثرات الصحية المرتبطة بالمخلفات الإلكترونية وفي مراقبة الاتجاهات بمرور الوقت.



الفصل 9

إحصاءات رئيسية عن المخلفات الإلكترونية الإقليمية

Oceano Artico
Alaska
Territori del Nord Ovest
Alberta
Ontario
Quebec
Islanda
Scandinavia
Ucraina
Europa Occidentale
Oceano Atlantico
Brasile
Perù
Argentina
Oceano Pacifico
Africa del Nord
Egitto
Madagascar
Jacuzia
Kamchatka
Urali
Giappone
Cina
Siam
Indonesia
Nuova Guinea
Australia Orientale
Oceano Indiano
SHARP
D.A.L.
tecnofonic
TS84
Global Ewaste Monitor !
2020
America 13,1 Mt
America
Africa 2,9 Mt
Asia 24,9 Mt
Europa 12,0 Mt
Australia 0,7 Mt

التشريعات

في السنوات الماضية، أُجريت بعض التحسينات في الإطار القانوني والمؤسسي والبني التحتية لتحقيق الإدارة السليمة للمخلفات الإلكترونية في بعض البلدان. ففي غانا، وُضعت مبادئ توجيهية تقنية بشأن إدارة المخلفات الإلكترونية بصورة سليمة بيئياً للجهات القائمة بتجميعها ومراكز تجميعها والجهات القائمة بنقلها ومرافق معالجتها والتخلص النهائي منها، وهي قيد الإنفاذ. وفي نيجيريا، بدأت مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) بتشكيل منظمة مسؤولية منتجي المخلفات الإلكترونية في نيجيريا (EPRON)، وهي منظمة غير ربحية أنشأها منتجو الكهربائيات والإلكترونيات في نيجيريا. وEPRON هي أول منظمة معنية بمسؤولية المنتجين (PRO) بشأن المخلفات الإلكترونية في نيجيريا، وقد تأسست في مارس 2018 بمشاركة أصحاب المصلحة مثل شركات HP وDell وPhillips وMicrosoft وDeloitte التي ساهمت في تأسيسها في نيجيريا. وفي شرق إفريقيا، هناك أيضاً تطورات مستمرة كبيرة، حيث تتبنى رواندا لائحة بشأن المخلفات الإلكترونية بينما تنظر بلدان أخرى في اعتماد لوائح مستقبلية.

ومع ذلك، لا تزال معظم البلدان الإفريقية تفتقر إلى التشريعات الخاصة بالمخلفات الإلكترونية بشأن إدارة هذه المخلفات. ولدى بضعة بلدان تشريعات خاصة بالمخلفات الإلكترونية منشورة في إفريقيا (مثل مصر وغانا ومدغشقر ونيجيريا ورواندا وجنوب إفريقيا والكاميرون وكوت ديفوار). غير أن إنفاذ التشريعات يمثل تحديا كبيرا. وأصدرت بعض البلدان، مثل رواندا، مؤخراً لائحة ناظمة لإدارة المخلفات الإلكترونية. ونفذت أوغندا سياسة إدارة المخلفات الإلكترونية في عام 2012. وفي مجتمع شرق إفريقيا، تبنت تنزانيا ورواندا وأوغندا وبوروندي وكينيا وجنوب السودان استراتيجية إقليمية بشأن المخلفات الإلكترونية لتحقيق نظام مستدام لإدارة المخلفات الإلكترونية (EACO 2017). وتعطي الإستراتيجيةُ الأولوية إلى أ) تعزيز السياسة العامة والإطار القانوني والتنظيمي لتقديم الموارد المستدامة لإدارة المخلفات الإلكترونية، ب) إنشاء البنية التحتية اللازمة لإدارة المخلفات الإلكترونية، ج) إنشاء آليات الاستنفار الشامل والمستدام لإدارة المخلفات الإلكترونية الموارد، د) تعزيز هياكل تنسيق المخلفات الإلكترونية على المستويين الإقليمي والوطني، ه) تشجيع البحث والابتكار في إدارة المخلفات الإلكترونية.

نظام إدارة المخلفات الإلكترونية

تهيمن على إدارة المخلفات الإلكترونية في إفريقيا جماعات مزدهرة من القطاع غير الرسمي تقوم بعمليات التجميع وإعادة التدوير في معظم البلدان، ولا توجد أنظمة استرداد منظمة ولا أحكام ترخيص لفرز المخلفات الإلكترونية وتفكيكها. والسيطرة الحكومية على هذا القطاع في الوقت الحاضر بالحدود الدنيا وغير فعالة. وكثيراً ما تعالَج المخلفات الإلكترونية في الفناء الخلفي للمنازل بالفرز اليدوي لإزالة الألواح الإلكترونية لإعادة بيعها، وحرق الأسلاك في العراء لاستعادة بعض المكونات الرئيسية (النحاس والألمنيوم والحديد) وإلقاء المكونات السائبة الأخرى، ومنها شاشات أنبوب الأشعة الكاثودية (CRT)، في مكبّات مفتوحة. ومن الأمثلة التي استرعت الاهتمام على الصعيد الدولي موقع أغبوغبلوشي (Agbogbloshie) في غانا – الذي يشار إليه

حالة المخلفات الإلكترونية في إفريقيا لعام 2019

2,9 Mt | 2,5 kg للفرد
من المخلفات الإلكترونية المتولدة

0,03 Mt | %0,9
من المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح

13 بلداً
توجد فيها تشريعات/سياسات أو لوائح بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد الوطني

1152 (مليون) نسمة

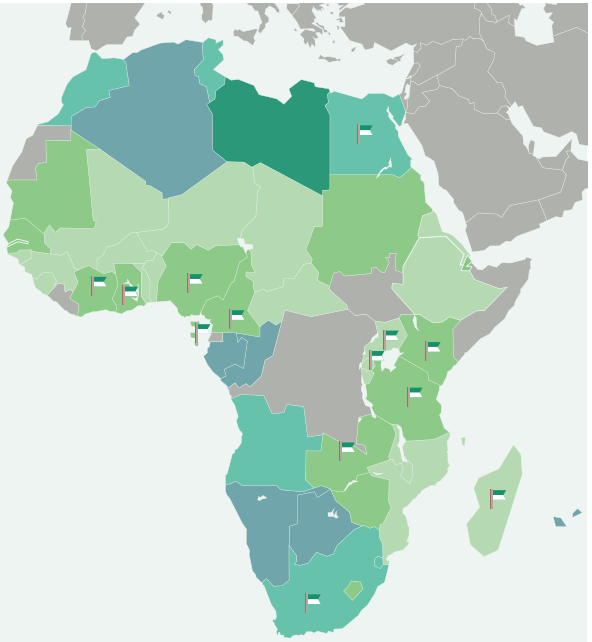
49 بلداً شمله التحليل

3,2 مليار دولار أمريكي
قيمة المواد الخام في المخلفات الإلكترونية

9,4 Mt من مكافئات CO_2
يُحتمل إطلاقها كانبعاثات غازات الدفيئة من مخلفات الثلاجات ومكيفات الهواء غير الموثَّقة

0,01 kt
هي كمية الزئبق من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

5,6 kt
هي كمية BFR من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة



البلدان ذات أعلى إنتاج للمخلفات الإلكترونية في كل منطقة فرعية

شرق إفريقيا
0,3 Mt | 0,8 kg للفرد | %1,3 | 0,004 Mt | 383

إثيوبيا	55,2 kt
كينيا	51,3 kt
تنزانيا	50,2 kt

وسط إفريقيا
0,2 Mt | 2,5 kg للفرد | %0,03 | 0,0001 Mt | 80

أنغولا	125,1 kt
الكاميرون	26,4 kt
الكونغو	18,3 kt

شمال إفريقيا
1,3 Mt | 5,4 kg للفرد | %0 | 0 Mt | 240

مصر	585,8 kt
الجزائر	308,6 kt
المغرب	164,5 kt

الجنوب الإفريقي
0,5 Mt | 6,9 kg للفرد | %4 | 0,02 Mt | 67

جنوب إفريقيا	415,5 kt
بوتسوانا	18,8 kt
ناميبيا	15,7 kt

غرب إفريقيا
0,6 Mt | 1,7 kg للفرد | %0,4 | 0,002 Mt | 382

نيجيريا	461,3 kt
غانا	52,9 kt
كوت ديفوار	30,0 kt

مفتاح الرموز
- المخلفات الإلكترونية المتولدة (بوحدة Mt وkg للفرد)
- المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح
- السكان (بالملايين)

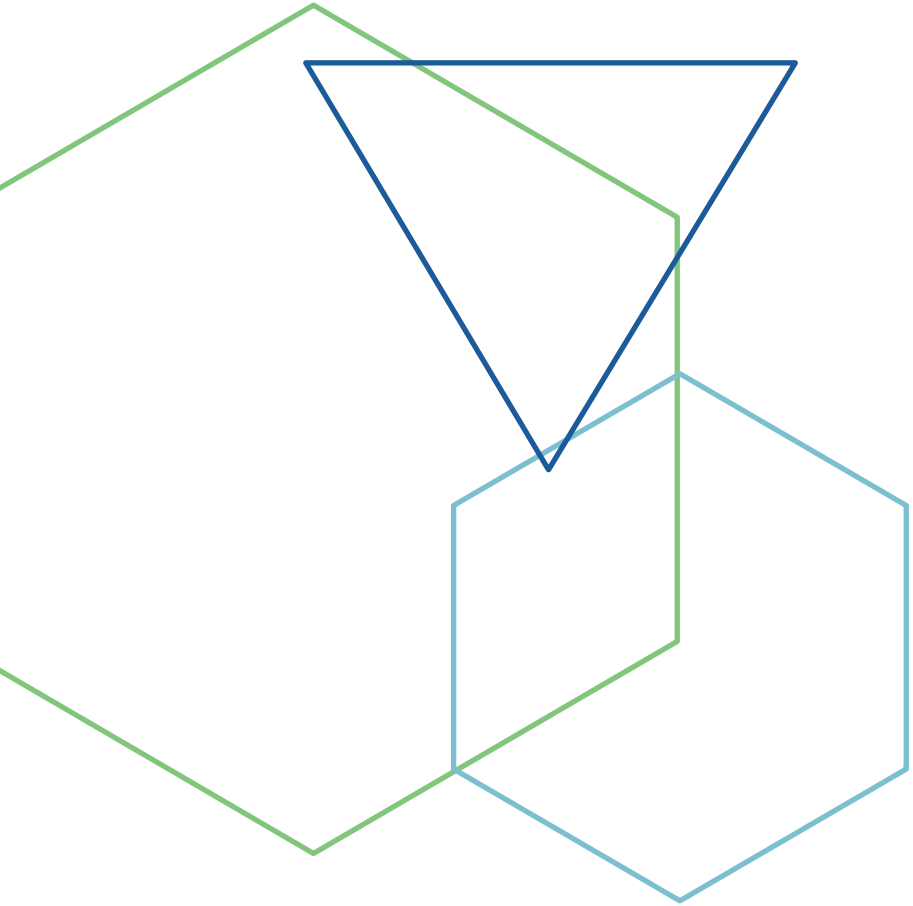
المخلفات الإلكترونية المتولدة
- من 0 إلى 1 kg للفرد
- من 1 إلى 3 kg للفرد
- من 3 إلى 6 kg للفرد
- من 6 إلى 10 kg للفرد
- أكثر من 10 kg للفرد

دائماً على أنه أكبر مكب للمخلفات الإلكترونية في إفريقيا. ولكن واقع أغبوغبلوشي معقد ويمكن وصفه بأنه ساحة خردة حسنة التنظيم بدلاً من مكب مخلفات إلكترونية. ففي أغبوغبلوشي، يحضر ما يقرب من 5 000 عامل خردة إلى المكب يوميًا بحثاً عن المعادن القيِّمة الموجودة في المخلفات، مثل الألمنيوم والنحاس.

وفي مثل هذه المدن أو البلدان حيث تشكل المخلفات الإلكترونية مصدر دخل للكثيرين، يرتفع جداً معدل جمع المخلفات الإلكترونية بصورة «غير رسمية»، وتستعاد معظم المواد القيمة، ويعاد استخدام العديد من المكونات أو يعاد بيعها. والجانب السلبي لمثل هذه الأنشطة غير الرسمية المكثفة يتمثل في التخلص بطريقة خطرة من المخلفات التي ليس لها أهمية اقتصادية أو التي لا ينتهي بها الأمر في تطبيق ثان.

ولدى بضعة بلدان، مثل جنوب إفريقيا، والمغرب، ومصر، وناميبيا، ورواندا، بعض المرافق لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية، ولكن تلك المرافق تتعايش مع وجود قطاع كبير غير رسمي. لذلك، كافحت بعض شركات إعادة التدوير هذه لتسيير عجلة الأحجام المعالَجة وزيادتها، ولكن تُستنفر أيضاً مشاريع تجريبية وطاقات تسترعي الاهتمام من خلال مبادرات جديدة. ومن ناحية أخرى، لا تزال بلدان كبيرة مثل نيجيريا وكينيا وغانا تعتمد كثيراً على إعادة التدوير غير الرسمية. وأظهرت دراسة أجريت في نيجيريا أن ما يقرب من 000 60-000 71 طن من المعدات الكهربائية الإلكترونية المستعملة استُوردت سنوياً إلى نيجيريا عبر الميناءين الرئيسيين في لاغوس في 2015 و2016. وتَبين أن معظم المخلفات الإلكترونية المستعملة المستوردة شُحنت من بلدان متقدمة مثل ألمانيا والمملكة المتحدة وبلجيكا والولايات المتحدة الأمريكية، وغيرها. بالإضافة إلى ذلك، أظهر اختبار الوظائف الأساسية في المتوسط أن 19% من الأجهزة على الأقل، كانت غير جاهزة للعمل (أودينغبو ونوروم ودوبزر 2017).

ومشاكل إدارة المخلفات الإلكترونية وما يتصل بها من سبل العلاج متماثلة إلى حد ما في مختلف المناطق الفرعية في إفريقيا. وباختصار، فإن المشاكل الرئيسية تشمل الافتقار إلى الوعي الكافي بين الناس، والافتقار إلى السياسات والتشريعات الحكومية، والافتقار إلى نظام فعال للاستعادة/التجميع، ونظام مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR)، وخضوع قطاع إعادة التدوير لهيمنة قطاع غير رسمي وغير منظم وسيء التجهيز يفضي إلى تلوث البيئة، وعدم وجود مرافق إعادة تدوير كافية، وضعف تمويل أنشطة إدارة المخلفات الخطرة.



التشريعات

لا توجد لدى الولايات المتحدة الأمريكية تشريعات وطنية بشأن إدارة المخلفات الإلكترونية، لكن 25 ولاية ومنطقة كولومبيا سنت بعض أشكال التشريعات. وتختلف قوانين الولايات في مجال تطبيقها وتأثيرها، وفيما إذا كانت تمنع المستهلكين من التخلص من الإلكترونيات في مدافن المخلفات أم لا. وإجمالاً، تغطي القوانين 75-80% من سكان الولايات المتحدة الأمريكية. ولكن نظراً إلى الاختلافات في مجال التطبيق، فإن العديد من مناطق البلاد، بما فيها الولايات المشمولة بهذه القوانين، ليس فيها فرص تجميع مناسبة. وعدا عن ولايتي كاليفورنيا ويوتا، تستخدم جميع الولايات التي طبقت قوانين نهج مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR). وليس لدى كندا تشريعات وطنية سارية بشأن إدارة المخلفات الإلكترونية، لأن الوكالة الفيدرالية لن تتولى هذه السلطة. إلا أن هناك 12 مقاطعة وإقليماً فيها لوائح مطبقة مع برامج تديرها دوائر الصناعة – أي جميع المناطق باستثناء نونافوت، وهي الإقليم الأقل سكاناً في كندا. وفي المتوسط، يمتد نطاق المنتجات عبر رقعة أوسع بكثير من الولايات المتحدة الأمريكية؛ وفي العديد من المقاطعات الكندية، تمكن تلبية متطلبات مسؤولية المنتجين الموسعة من خلال الانضمام إلى خطة التزام معتمدة بشأن المخلفات الإلكترونية.

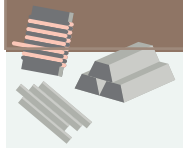
ويستغرق التقدم التنظيمي في أمريكا اللاتينية بعض الوقت، إذ لم يتمكن سوى عدد قليل من البلدان من وضع قوانين للمخلفات الإلكترونية. وعلى الرغم من إحراز تقدم جدير بالاعتبار في تنفيذ لوائح خاصة بالمخلفات الإلكترونية في أمريكا اللاتينية في السنوات الخمس إلى العشر الماضية، إلا أن هذا التقدم يقتصر على عدد قليل من البلدان، وبالنسبة للباقي منها، لا يزال الطريق أمامها طويلاً جداً. وباستثناء المكسيك وكوستاريكا وكولومبيا وبيرو – التي يرجح أن تكون القوات الرائدة في المنطقة لإدارة المخلفات الإلكترونية بطريقة سليمة بيئياً والتي تعمل في عام 2020 على تحسين الأنظمة القائمة أصلاً، فإن البرازيل وتشيلي وحدهما تنشئان قواعد للبدء منها بتنفيذ إطار تنظيمي رسمي للمخلفات الإلكترونية.

ونشرت البرازيل مؤخراً للمشاورة العامة «الاتفاق القطاعي لتنفيذ نظام اللوجستيات العكسية لمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية انطلاقاً من الأسر»، ويُتوقع توقيعه رسمياً في عام 2020.

وبعد سن «القانون الإطاري لإدارة المخلفات، ومسؤولية المنتجين الموسعة، وتعزيز إعادة التدوير» في عام 2016، تعمل شيلي الآن على لائحة تخص المخلفات الإلكترونية، وهي ستشمل أهداف التجميع وإعادة التدوير ووضع المبادئ التوجيهية لتنفيذ أنظمة التجميع الرسمية.

وبعد سبع سنوات من تنفيذ المرسوم 1512 بشأن المخلفات من الحواسيب والطابعات والمطاريف، تعمل كولومبيا على وضع لائحة جديدة لتوسيع نطاق مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) عن جميع فئات المخلفات الإلكترونية وإجراء تعديلات على نظام الإدارة المتكامل للمخلفات الإلكترونية، مع مراعاة الدروس المستفادة والمبادئ التوجيهية التي وضعها القانون رقم 1672 بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) والسياسة الوطنية لإدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

حالة المخلفات الإلكترونية في الأمريكتين لعام 2019



13,1 Mt | 13,3 kg للفرد
من المخلفات الإلكترونية المتولدة

9,4% | 1,2 Mt
من المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح

10 بلدان
توجد فيها تشريعات/سياسات أو لوائح بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد الوطني

984 (مليون) نسمة

34 بلداً شمله التحليل

14,2 مليار دولار أمريكي
قيمة المواد الخام في المخلفات الإلكترونية

26,3 Mt من مكافئات CO_2
يُحتمل إطلاقها كانبعاثات غازات الدفيئة من مخلفات الثلاجات ومكيفات الهواء غير الموثَّقة

0,01 kt
هي كمية الزئبق من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

18 kt
هي كمية BFR من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

البلدان ذات أعلى إنتاج للمخلفات الإلكترونية في كل منطقة فرعية

حوض الكاريبي

0,1 Mt | 7,8 kg للفرد	1% | 0,001 Mt	16	
جامايكا	18 kt		

أمريكا الشمالية

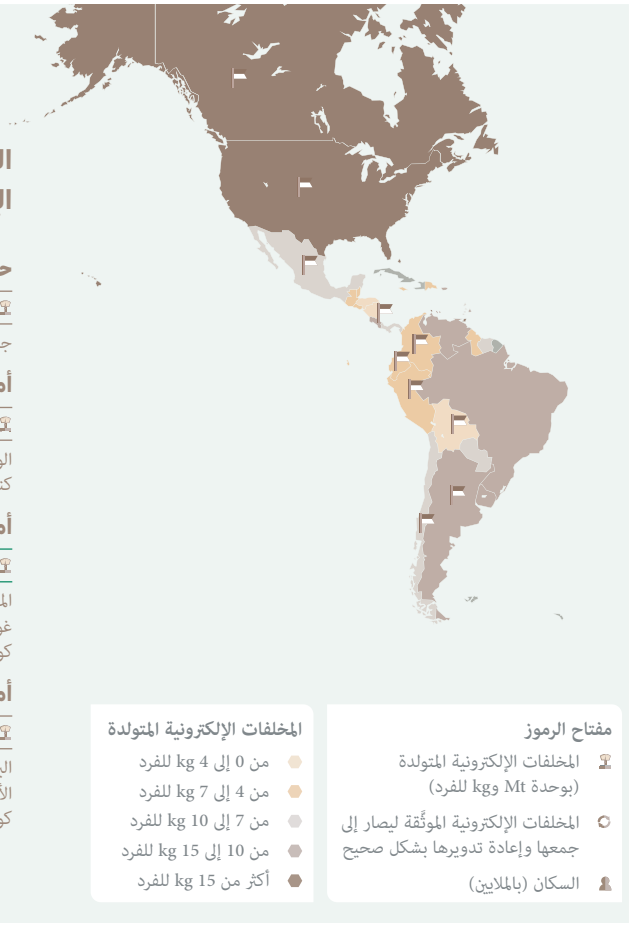
7,7 Mt | 20,9 kg للفرد	15% | 1,2 Mt	367	
الولايات المتحدة الأمريكية	6,918 kt		
كندا	757 kt		

أمريكا الوسطى

1,5 Mt | 8,3 kg للفرد	3% | 0,04 Mt	176	
المكسيك	1,220 kt		
غواتيمالا	75 kt		
كوستاريكا	51 kt		

أمريكا الجنوبية

3,9 Mt | 9,1 kg للفرد	0,7% | 0,03 Mt	425	
البرازيل	2,143 kt		
الأرجنتين	465 kt		
كولومبيا	318 kt		



وعوداً بالذاكرة خمس سنوات إلى الوراء منذ تنفيذ أول أنظمة إدارة للمخلفات الإلكترونية، قامت بيرو بتقييم التجربة عن كثب بحيث تتمكن من سد الثغرات وإجراء عمليات المواءمة مع الاستراتيجية العامة لإدارة المخلفات في البلاد. ويُتوقع نشر اللائحة المعدلة قريباً، وهي ستوسع أيضاً نطاق فئات المخلفات الإلكترونية بهدف تجميع إلزامي للأجهزة المنزلية الصغيرة والكبيرة، وخاصة أجهزة التبريد.

واعتباراً من عام 2020، تخطط المكسيك لاستعراض اللائحة الحالية بعد فترة الخمس سنوات الأولى، وما برحت توسع العديد من الدراسات من أجل إعادة تحديد مسؤوليات أصحاب المصلحة المعنيين، وإرساء فئات محددة بوضوح، ووضع أهداف التجميع الإلزامية، وبالتالي زيادة الأحجام المجمَّعة والمعاد تدويرها رسمياً.

وقد تغلبت كوستاريكا أخيراً على التحديات الأولية التي أوجدتها اللوائح المتناقضة، وهي تركز الآن على تحسين تنفيذ اللائحة الحالية. وبعد فشل العديد من المبادرات ومشاريع القوانين ذات التركيز الخاص على المخلفات الإلكترونية على المستوى الاتحادي ومستوى المقاطعات، غيرت الأرجنتين الآن نهجها من خلال صياغة قانون مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) عن فئات المخلفات المتعددة. ولا يزال هذا القانون قيد المناقشة في الكونغرس.

ومن خلال الاتفاق الوزاري رقم 191، قامت إكوادور بإنفاذ استعادة الهواتف المتنقلة من جميع مشغلي الهواتف المتنقلة ومستورديها، مما أدى إلى جمع وإعادة تدوير ما يقرب من 50 000 وحدة في عام 2017.

وأدخلت بوليفيا مبدأ مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) في قانونها العام لإدارة المخلفات في عام 2015، وهو يسري على العديد من أجزاء المخلفات، وخاصة البطاريات. ومع ذلك، لم ينظَّم القانون مطلقاً، وبالتالي فهو لا يحدد أي أهداف تجميع مرعية.

ويبرز الملخص الموجز عن البلدان المذكورة أعلاه مشكلة عامة يمكن رصدها في جميع أنحاء المنطقة وهي: الافتقار إلى تنسيق بين هذه اللوائح والمبادئ العامة التي تقوم عليها. ويعرض معظمها، على سبيل المثال لا الحصر، اختلافات في النهج العام (مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) مقابل المسؤولية المشتركة مقابل برامج القطاع العام)، على مستوى الولايات القضائية (الفيدرالية مقابل الولاية مقابل المدينة)، وتعاريف المبادئ الأساسية، وأصحاب المصلحة المعنيين، وتوزيع الأدوار والمسؤوليات، وفئات المخلفات الإلكترونية المعمول بها.

نظام إدارة المخلفات الإلكترونية

اتخذت الولايات المتحدة الأمريكية تدابير عامة لمنع المخلفات الإلكترونية على المستوى الفيدرالي، وبالتالي، فإن لديها مجموعة من الإجراءات التنظيمية للحد من المؤثرات السلبية التي يشكلها التخلص من الإلكترونيات ومعالجتها على النحو غير المناسب. وتجب إدارة بعض الإلكترونيات، إذا استوفت معايير معينة، بموجب متطلبات قانون الحفاظ على الموارد واستردادها (RCRA). وتوجَّه الوكالات الفيدرالية لاستخدام الجهات المعتمدة القائمة بإعادة التدوير للإلكترونيات وفقاً لمعايير إعادة التدوير المسؤولة (R2) أو معايير المشرفين على الإلكترونيات (e-Stewards). وصدرت شهادات لمئات من مرافق إعادة تدوير الإلكترونيات بشكل مستقل من أحد برنامجي إصدار الشهادات أو كليهما، واللذين حُدثت معاييرهما وحُسنت منذ إنشائهما في عام 2010.

ولا تزال أمريكا اللاتينية تقدم اليوم مجموعة واسعة جداً من الشركات المشاركة في أنشطة إدارة المخلفات الإلكترونية والتخلص منها، خاصة فيما يتعلق بتطوير وحدات إعادة التدوير المحلية. فمن ناحية، لم تكن هناك سوى ثلاث شركات معتمَدة وفق معايير R2 جنوب المكسيك قبل بضع سنوات فقط، أما الآن أصبح هناك أكثر من 15 شركة. ومن ناحية أخرى، ارتفع كثيراً عدد الجهات القائمة بإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية في جميع البلدان تقريباً، ولكن معظم الشركات الأحدث عهداً لا تزال في أسفل منحنى التعلم. وعلى الرغم من وجود بعض المبادرات المثيرة للاهتمام، لم يتسنَ بعد وضع معايير تقنية تستجيب للظروف المحلية في المنطقة.

ولا شك في أن العدد المتزايد من الجهات القائمة بإعادة التدوير في المنطقة هو أيضاً نتيجة للزيادة في حجم الإلكترونيات التي جُمعت رسمياً عند انتهاء صلاحيتها. وفي البلدان التي لديها إطار قانوني محدد بشأن أهداف المخلفات الإلكترونية والتجميع الإلزامي، مثل كولومبيا وبيرو، كان نمو الأحجام المجمعة مطرداً وملحوظاً. وفي موازاة ذلك، اتسع نطاق الأجهزة التي جُمعت أيضاً. ولم يعد التركيز مقتصراً على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فقط. وأُدرجت سلع – وخاصة أجهزة التبريد في مجال التطبيق، وتتعدد المشاريع التي تركز في المقام الأول على برامج كفاءة استهلاك الطاقة وتطوير البنية التحتية المحلية لضمان التعامل مع الأجهزة المرمية ومعالجتها بشكل مناسب، وبالتالي الحد من انبعاثات غازات الدفيئة.

وتتزايد أيضاً أهمية أنظمة التجميع الرسمية، مدفوعة بالتنظيم، وكذلك عدد مخططات الالتزام الفردية أو الجماعية. ولا يزال القطاع غير الرسمي يتعامل مع كميات كبيرة جداً من المخلفات الإلكترونية أو إنها، في أفضل الحالات، تُخزَّن في الأقبية. ويعَد القطاع غير الرسمي جزءاً من هيكل العمل في أمريكا اللاتينية، ولكن عدداً قليلاً جداً من البلدان، مثل البرازيل وشيلي، تنشط لمعالجة دوره فيما يتعلق بإدارة المخلفات الإلكترونية. من الواضح أن الاعتراف بعمله وتنظيمه ودمجه في هذا المجال هو أحد التحديات الكبرى في المنطقة.

ويتمثل تحد آخر في الافتقار إلى مساهمات من مجال البحوث. فلا تكاد توجد أي إحصاءات بشأن المخلفات الإلكترونية، والقليل من البيانات المتاحة عنها أُسرف في استخدامها وعفا عليها الزمن. وتدعو الحاجة إلى معلومات حديثة ومنهجيات مثبتة تدعم تحديد السياسات واللوائح. وليس إلا من خلال السيطرة على هذا التحديث للمعلومات ستتسنى معالجة الموضوع الأعقد بكثير وهو رفع مستوى الوعي وتثقيف المستهلكين من جميع الأنواع للمساعدة في نقل إدارة المخلفات الإلكترونية في أمريكا اللاتينية إلى المستوى التالي.

حالة المخلفات الإلكترونية في آسيا لعام 2019

24,9 Mt | 5,6 kg للفرد
من المخلفات الإلكترونية المتولدة

11,7% | 2,9 Mt
من المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح

17 بلداً
توجد فيها تشريعات/سياسات أو لوائح بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد الوطني

4 445 (مليون) نسمة

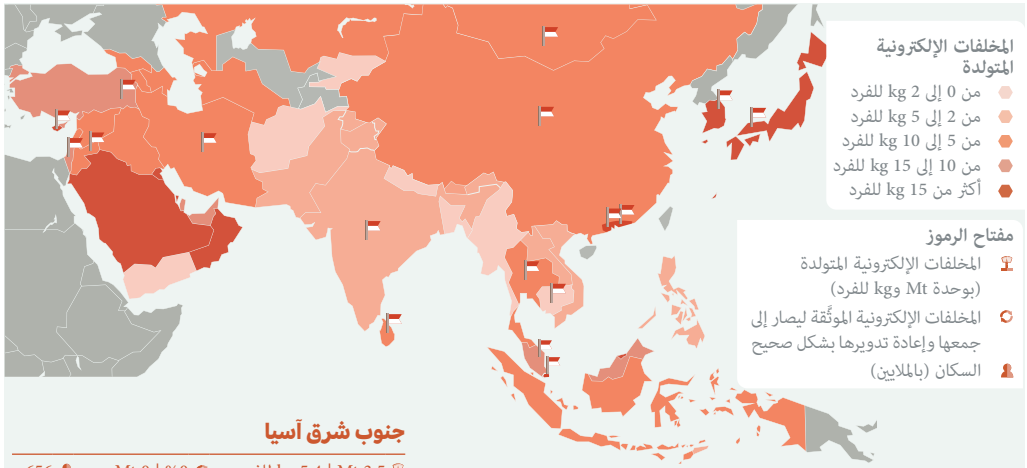
46 بلداً شمله التحليل

26,4 مليار دولار أمريكي
قيمة المواد الخام في المخلفات الإلكترونية

60,8 Mt من مكافئات CO_2
يُحتمل إطلاقها كانبعاثات غازات الدفيئة من مخلفات الثلاجات ومكيفات الهواء غير الموثَّقة

0,04 kt
هي كمية الزئبق من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

35,3 kt
هي كمية BFR من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة



البلدان ذات أعلى إنتاج للمخلفات الإلكترونية في كل منطقة فرعية

غرب آسيا

تركيا	847 kt	2,6 Mt | 9,6 kg للفرد	0,2 Mt | 6%	272
المملكة العربية السعودية	595 kt		
العراق	278 kt		

وسط آسيا

كازاخستان	172 kt	0,2 Mt | 7,1 kg للفرد	0,01 Mt | 5%	31
تركمانستان	39 kt		
قيرغيزستان	10 kt		

جنوب شرق آسيا

إندونيسيا	1,618 kt	3,5 Mt | 5,4 kg للفرد	0 Mt | 0%	656
تايلاند	621 kt		
الفلبين	425 kt		

شرق آسيا

الصين	10,129 kt	13,7 Mt | 8,6 kg للفرد	2,7 Mt | 20%	1590
اليابان	2,569 kt		
جمهورية كوريا	818 kt		

جنوب آسيا

الهند	3,230 kt	4,8 Mt | 2,6 kg للفرد	0,04 Mt | 0,9%	1896
جمهورية إيران الإسلامية	790 kt		
باكستان	433 kt		

التشريعات

بدأت منطقة جنوب آسيا في إدراك أهمية الإدارة السليمة للمخلفات الإلكترونية. الهند هي البلد الوحيد في جنوب آسيا الذي يوجد فيه تشريع بشأن المخلفات الإلكترونية، على الرغم من أن عدة بلدان أخرى تدرس مثل هذا التشريع. وفي الهند، توجد قوانين لإدارة المخلفات الإلكترونية منذ عام 2011، تقضي بحصر جمع المخلفات الإلكترونية في الجهات المجاز لها تفككيها وإعادة تدويرها. وأُدرج في نطاق قواعد (إدارة) المخلفات الإلكترونية لعام 2016 المصنِّع والتاجر والمجدِد ومنظمة مسؤولية المنتجين (PRO). وتتوخى سياسة الموارد الوطنية (التي لا تزال قيد الصياغة وقت النشر) أيضاً دوراً قوياً للمنتجين في سياق استعادة الموارد الثانوية من المخلفات الإلكترونية.

وفي جنوب شرق آسيا، تتقدم بعض البلدان على غيرها. وليس لدى الفلبين لائحة خاصة بإدارة المخلفات الإلكترونية، بل لديها مجموعة من لوائح تخص «المخلفات الخطرة» وهي تغطي المخلفات الإلكترونية لأنها تعتبر «مخلفات خطرة». ووضعت الفلبين «المشروع النهائي للمبادئ التوجيهية بشأن الإدارة السليمة بيئياً (ESM) لمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE)»، ويؤمل أفي إقراره قريباً. ويوجد في كمبوديا الآن قانون محدد يتعلق بإدارة المخلفات الإلكترونية بموجب المرسوم الفرعي لعام 2016 بشأن إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (إدارة المخلفات الإلكترونية). ويغطي هذا المرسوم الفرعي جميع الأنشطة المتعلقة بالتخلص من مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية وتخزينها وجمعها ونقلها وإعادة تدويرها ورميها. ولا توجد في ميانمار لائحة للمخلفات الإلكترونية، ولم تصنَّف المخلفات الإلكترونية على وجه التحديد على أنها مخلفات خطرة. سوى أن ميانمار أدركت أهمية إدارة المخلفات الخطرة وهي تعمل حالياً على وضع خطة رئيسية ومبادئ توجيهية بشأنها.

ولدى الصين تشريعات وطنية سارية تنظم جمع ومعالجة أربعة عشر نوعاً من المخلفات الإلكترونية (أي أضيفت خمسة أنواع، في البداية، وتسعة أنواع أخرى لاحقاً). والأنواع الأربعة عشر المنظمة من المخلفات الإلكترونية هي: التلفزيونات والثلاجات والغسالات ومكيفات الهواء والحواسيب الشخصية وشفاطات مواقد الطهي وسخانات المياه الكهربائية وسخانات المياه الغازية وأجهزة الفاكس والهواتف المتنقلة والهواتف العادية والطابعات والناسخات، وشاشات العرض. وتوجد في بلدان أخرى في شرق آسيا، مثل اليابان وجمهورية كوريا، لائحة متقدمة للمخلفات الإلكترونية.

وفي اليابان، تُجمَع معظم منتجات المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) ويعاد تدويرها بموجب قانون إعادة تدوير أنواع محددة من الأجهزة المنزلية وقانون تشجيع إعادة تدوير المعدات الكهربائية والإلكترونية ذات المخلفات الصغيرة. وكانت اليابان من أوائل البلدان التي طبقت نظام مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) عن المخلفات الإلكترونية على مستوى العالم.

وفي غرب ووسط آسيا، لا يزال التقدم المحرز في تشريعات المخلفات الإلكترونية ضعيفاً للغاية. وهناك بعض التشريعات الرسمية بشأن المصابيح المحتوية على الزئبق. ولكن بالنسبة لأنواع من المخلفات الإلكترونية، يغيب غالباً التجميع والتشريع والبنية التحتية لإدارة المخلفات الإلكترونية. وتتمثل بعض النقاط البارزة في أن حكومة قيرغيزستان تعمل على وضع تشريع جديد يستحدث مفهوم مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR)، وسيسري أيضاً على المخلفات الإلكترونية. وتعمل الحكومة حالياً على وضع قرار يهدف إلى معالجة إدارة المخلفات الإلكترونية. وهو يحتوي على تعريف لهذه الفئة من المخلفات ويقدم توجيهات لجمعها وتخزينها والتخلص منها ونقلها،

وإعادة تدويرها. وفي كازاخستان، تتجلى مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) عن المخلفات الإلكترونية في مفهوم انتقال جمهورية كازاخستان إلى الاقتصاد المراعي للبيئة، الذي اعتُمد في عام 2013، والذي يقدم أساساً لتنفيذ «مبادئ التبعة الموسعة للشركة المصنعة بشأن تغطية جزء من تكاليف جمع، والتخلص من، مواد التعبئة والتغليف والمعدات الإلكترونية والكهربائية ومركبات النقل والبطاريات والأثاث والسلع المستعملة الأخرى». وهذا قريب من مفهوم مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR)، ولكن التشريع يخلو من أي آلية إصدار شهادات أو تمويل لتغطية النقل وإزالة التلوث. وتجري حاليا مناقشة إدراج آليات إصدار شهادات أو التمويل هذه.

نظام إدارة المخلفات الإلكترونية

إن أنظمة إدارة المخلفات الإلكترونية الموجودة في آسيا فضفاضة إلى حد ما. وهي تتراوح بين أنظمة إدارة المخلفات الإلكترونية المتقدمة جداً، كما هو الحال في جمهورية كوريا واليابان والصين وتايوان، مقاطعة الصين، وبين الأنشطة غير الرسمية التي تتعايش جنباً إلى جنب مع نظام إعادة التدوير المتقدم في الصين، ولكنها تهيمن على إدارة المخلفات الإلكترونية في أصقاع أخرى من آسيا. وتعتمد إدارة المخلفات الإلكترونية في جنوب آسيا إلى حد كبير على أنشطة القطاع غير الرسمي من أجل الجمع والتفكيك وإعادة التدوير. وما برح التشريع في الهند محركاً لإنشاء مرافق إعادة التدوير الرسمية، وهناك في الهند 312 من هذه المرافق المجازة ذات القدرة على معالجة ما يقرب من 800 كيلوطن (kt) سنوياً. بيد أن طاقة إعادة التدوير الرسمية لا تزال غير مستغلة، حيث أن القطاع غير الرسمي لا يزال يعالج الغالبية العظمى من المخلفات. وهناك 31 منظمة مجازة معنية بمسؤولية المنتجين تقدم خدمات الالتزام، بما في ذلك جمع وتوجيه المخلفات الإلكترونية إلى مرافق إعادة التدوير الرسمية، بالإضافة إلى إدارة حملات التوعية. وما زال إنفاذ القواعد يمثل تحدياً، وكذلك الجوانب الأخرى، مثل الافتقار إلى البنية التحتية المناسبة للجمع واللوجستيات، والوعي المحدود لدى المستهلكين بمخاطر التخلص غير السليم من المخلفات الإلكترونية، والافتقار إلى معايير لجمع المخلفات الإلكترونية وتفكيكها، ومعالجتها، وعملية الإبلاغ غير الفعالة والمتعبة.

تُظهر الإحصاءات الحالية أن الصين هي أكبر منتج للمخلفات الإلكترونية في العالم، بعد أن ولدت 10,1 Mt من المخلفات الإلكترونية في عام 2019. وتؤدي الصين دوراً رئيسياً في صناعة المعدات الكهربائية والإلكترونية العالمية لسببين رئيسيين: إنها الدولة الأكثر اكتظاظاً بالسكان في العالم، وبالتالي فإن الطلب المحلي على المعدات الكهربائية والإلكترونية مرتفع جداً لديها، وقوة صناعة تصنيع المعدات الكهربائية والإلكترونية لديها. بالإضافة إلى ذلك، تؤدي الصين دوراً مهماً في تجديد المخلفات الإلكترونية وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها. ومدفوعة بتنظيم المخلفات الإلكترونية وتوسيع المرافق، أظهرت صناعة إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية الرسمية نمواً كبيرا في القدرة على المعالجة والجودة؛ وتفكّك أكثر من 70 مليون وحدة مخلفات إلكترونية سنوياً (وزارة الإيكولوجيا والبيئة الصينية 2019). ووفقاً للحكومة الصينية، يبلغ معدل التجميع وإعادة التدوير الفعلي 40%، ولكن يجدر الانتباه إلى أن هذا الرقم لا يشير إلا إلى 5 من منتجات المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE)، مقابل 54 منتجاً من المعدات الكهربائية والإلكترونية (مفاتيح UNU) المدرجة في تصنيف المخلفات الإلكترونية الدولي (الملحق 1). وينخفض معدل التجميع وإعادة التدوير إلى 15% في حال احتساب جميع المنتجات الأربع وخمسين. وما برح القطاع غير الرسمي يتراجع كثيراً، بسبب الضوابط الصارمة من قانون البيئة الصيني الجديد. ويتسارع اختفاء الاستيراد غير القانوني للمخلفات الإلكترونية بسبب سياسة استيراد حظر المخلفات الصلبة. غير أن الفجوة المتوسعة بين جبايات الصندوق والإعانات المالية تفرض تحديات واضحة لسياسة تمويل المخلفات الإلكترونية (زنغ وآخرون 2017). ووضعت الحكومة الصينية أهدافاً للحصول على 20% من المواد الخام لمنتجات الإلكترونيات الجديدة من المحتوى المعاد تدويره ومن إعادة تدوير 50% من المخلفات الإلكترونية بحلول عام 2025 (المنتدى الاقتصادي العالمي 2018). وبلغ معدل جمع وإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية في تايوان (مقاطعة الصين) 64% من المنتجات التي يغطيها التشريع في عام 2018[37]؛ ويعتمد هذا الإنجاز الهام على نظام إعادة التدوير «4 في 1» الذي يركز على تطبيق مفهوم مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) على نظام إعادة التدوير. وقد تحسنت الآلية كثيراً تحت إشراف مجلس إدارة صندوق إعادة التدوير (RFMB)، الخاضع لولاية إدارة حماية البيئة التايوانية. وتوجد في تايوان، مقاطعة الصين حوالي 20 منشأة لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية تقل طاقتها الاستيعابية عن كمية المخلفات الإلكترونية المحلية المتولدة حالياً، لذلك تواجه أعمال إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية تحديات في تايوان، مقاطعة الصين. وتعتمد اليابان على إطار قانوني قوي ونظام تجميع متقدم وبنية تحتية متطورة للمعالجة. وفي عام 2016، وبموجب قانون إعادة تدوير أنواع محددة من الأجهزة المنزلية، جمعت اليابان 570,3 كيلوطن (kt) من خلال القنوات الرسمية.

وفي آسيا الوسطى، ينتهي معظم المخلفات الإلكترونية المتولدة في مدافن المخلفات أو المكبات غير القانونية. وفي نظام مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) في كازاخستان، أنشئت بعض مواقع الجمع وإعادة التدوير، لكن السعة لا تكفي لإدارة المخلفات الإلكترونية للبلاد بالكامل أو لتمويل نقل المخلفات الإلكترونية إليها. ومن الشائع في المنطقة بأكملها أن يرسل المستهلكون أجهزتهم الكهربائية/الإلكترونية المهملة إلى شركات صغيرة تقوم بعد ذلك بتفكيكها وإعادة استخدام مكونات معينة. لذا، اتخذت عدة حكومات تدابير من أجل معالجة هذه القضية. فعلى سبيل المثال، أُحرز تقدم خلال الفترة 2014-2016 في أوزبكستان عن طريق تحديث البنية التحتية للمخلفات البلدية، وفي عام 2017، أطلق الرئيس برنامجاً رئيسياً مدته خمس سنوات لتحسين جمع المخلفات والتخلص منها وإعادة تدويرها في كل أرجاء البلاد. ولكن لم تُستحدث أي تدابير تنظيمية محددة فيما يتعلق بالمخلفات الإلكترونية.

وفي غرب آسيا، تتراوح البلدان بين الغنية جداً والفقيرة جداً. وعلى الرغم من ذلك، فإن نظام إدارة المخلفات الإلكترونية غير رسمي في الغالب. ففي البلدان الغنية، هناك عدد كبير من العمال المهاجرين الذين يعيدون استخدام أو إصلاح المعدات الكهربائية والإلكترونية المتبرع بها من الأسر الأكثر ثراءً، ولكنه أمر تنفرد به هذه المنطقة. واستثمرت الإمارات العربية المتحدة في منشأة متخصصة تقع في مجمع دبي الصناعي بطاقة إنتاجية تبلغ 100 كيلو طن (kt) من المخلفات الإلكترونية سنوياً. ولكن كما سبق الذكر، يغلب على معظم المخلفات الإلكترونية أن لا تخضع للرقابة وأن يديرها القطاع غير الرسمي. وفي وسط وجنوب فلسطين، توجد ثلاثة مدافن نفايات رئيسية يُتخلص فيها من المخلفات الإلكترونية، وتشهد المنطقة واردات غير قانونية من المخلفات الإلكترونية دون وجود البنية التحتية المناسبة لإعادة التدوير السليمة بيئياً. ووفقاً لدراسة المخلفات الإلكترونية التي أجرتها منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO) في عام 2019 بالتنسيق مع وزارة الصناعة اللبنانية، تُدفن أيضاً كمية معينة من المخلفات الإلكترونية في لبنان، وتصدَّر كمية أكبر منها كخردة، بشكل رئيسي عبر القطاع غير الرسمي، في حين تفكّك نسبة صغيرة منها وترسَل إلى الخارج إلى مرافق إعادة التدوير من خلال القطاع الرسمي. وكشفت الدراسة أيضاً أن إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية في لبنان محدودة حالياً بسبب ارتفاع تكاليف التشغيل، ولا سيما الطاقة، وتعقيد المخلفات الإلكترونية ومخاطرها المحتملة (منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية 2019).

التشريعات

في أوروبا، تنظَم معظم المخلفات الإلكترونية بموجب التوجيه الخاص بمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (EU/19/2012). وتسري هذه اللائحة في الاتحاد الأوروبي والنرويج. وتوجد قوانين مماثلة في بلدان أخرى – ومنها أيسلندا وسويسرا وعدة بلدان في منطقة البلقان، مثل صربيا والبوسنة والهرسك. وتحدد التوجيهات المعنية بمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) أهداف الجمع وإعادة التدوير وإعادة الاستخدام والاستعادة لجميع الفئات الست للمخلفات الإلكترونية. واعتباراً من عام 2018 فصاعداً، تنص المادة 7 من التوجيه الخاص بمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية على أن الحد الأدنى لمعدل التجميع الذي يجب أن تحققه الدولة العضو سنوياً يجب أن يكون إما 65% من متوسط وزن المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (EEE POM) في السنوات الثلاث السابقة أو 85% من المخلفات الإلكترونية المتولدة في أراضي الدولة العضو في عام 2018. ويجوز لبلغاريا وجمهورية التشيك ولاتفيا وليتوانيا والمجر ومالطا وبولندا ورومانيا وسلوفينيا وسلوفاكيا خيار النأي بالنفس عن هذه اللائحة بحلول عام 2021 بسبب الانخفاض النسبي لمستوى استهلاك المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) لديها. ويتمثل آخر مستجدات تنفيذ التوجيه الخاص بمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في استحداث مجال تطبيق مفتوح ومبادئ توجيهية محددة للإبلاغ.

وما انفك ما يسمى مجال التطبيق المفتوح قائماً منذ 15 أغسطس 2018. ومجال التطبيق المفتوح يعني أن منتجات المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) تُعتبر بداهة مشمولة بمجال التطبيق المعمول به في الاتحاد الأوروبي، ما لم تسرِ استثناءات محددة. وهذا يعني، عملياً، أن المنتجات الجديدة، مثل الملابس وقطع الأثاث ذات الوظائف الكهربائية، يمكن أن تندرج في إطار هذا التوجيه. وفيما يتعلق بإحصاءات المخلفات الإلكترونية، تتمثل أهم القرارات في أساليب حساب التحضير لإعادة الاستخدام، وصادرات المخلفات الإلكترونية، ومنهجية التعامل مع المخلفات الإلكترونية المتولدة، وفئات الإبلاغ. ويعرَّف التحضير لإعادة الاستخدام على أنه وزن الأجهزة الكاملة التي أصبحت مخلفات ومكونات مخلفات إلكترونية تمكن إعادة استخدامها، بعد عمليات الفحص أو التنظيف أو الإصلاح، دون أي عمليات فرز أو معالجة إضافية. وهو يحتوي أيضاً على قرار بشأن تسجيل صادرات المخلفات الإلكترونية. وفي حال إرسال المخلفات الإلكترونية للمعالجة في دولة عضو أخرى أو تصديرها للمعالجة في بلد ثالث وفقاً للمادة 10 من التوجيه EU/19/2012، لا يمكن إلا للدولة العضو التي قامت بجمع وإرسال أو تصدير المخلفات الإلكترونية للمعالجة أن تحسبها كجزء من الحد الأدنى من أهداف الاسترداد المشار إليها. علماً بأن التوجيه لا يغطي حتى الآن أي قرار بشأن تصدير المنتجات المعاد استخدامها، لأنها ليست في عداد المخلفات بعد. وعلى الدول الأعضاء أيضاً إبلاغ البيانات المتعلقة بوزن المخلفات الإلكترونية المتولدة. وينص قرار آخر على إبلاغ البيانات في الفئات الست، ولكن تقسَّم الفئة 4، بشأن المعدات الكبيرة، إلى الفئة 4أ (بشأن المعدات الكبيرة دون الألواح الكهرضوئية) والفئة 4ب (بشأن المعدات الكبيرة مع الألواح الكهرضوئية).

وفي أوكرانيا، يجري إعداد نظام مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) القائم على توجيه الاتحاد الأوروبي بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية، بموجب اتفاق الشراكة بين الاتحاد الأوروبي وأوكرانيا. وبفضل المشروع التعاوني المدعوم من الاتحاد الأوروبي، تلقت وزارة التنمية الإقليمية بأوكرانيا الدعم لإنشاء أساس قانوني بشأن التخلص من المخلفات الإلكترونية والبطاريات. وفي الآونة الأخيرة، أُنجز مشروع امتد لمدة عامين بعنوان «تنفيذ نظام إدارة مخلفات المعدات والبطاريات الكهربائية والإلكترونية في أوكرانيا». وساعد هذا

حالة المخلفات الإلكترونية في أوروبا لعام 2019

16,2 kg للفرد | 12,0 Mt
من المخلفات الإلكترونية المتولدة

42,5% | 5,1 Mt
من المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح

37 بلداً
توجد فيها تشريعات/سياسات أو لوائح بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد الوطني

740 (مليون) نسمة
39 بلداً شمله التحليل

12,9 مليار دولار أمريكي
قيمة المواد الخام في المخلفات الإلكترونية

12,7 Mt من مكافئات CO_2
يُحتمل إطلاقها كانبعاثات غازات الدفيئة من مخلفات الثلاجات ومكيفات الهواء غير الموثَّقة

0,01 kt
هي كمية الزئبق من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

11,4 kt
هي كمية BFR من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

مفتاح الرموز
- المخلفات الإلكترونية المتولدة (بوحدة Mt وkg للفرد)
- المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح
- السكان (بالملايين)

المخلفات الإلكترونية المتولدة
- من 0 إلى 5 kg للفرد
- من 5 إلى 10 kg للفرد
- من 10 إلى 15 kg للفرد
- من 15 إلى 20 kg للفرد
- من 20 إلى 25 kg للفرد
- أكثر من 25 kg للفرد

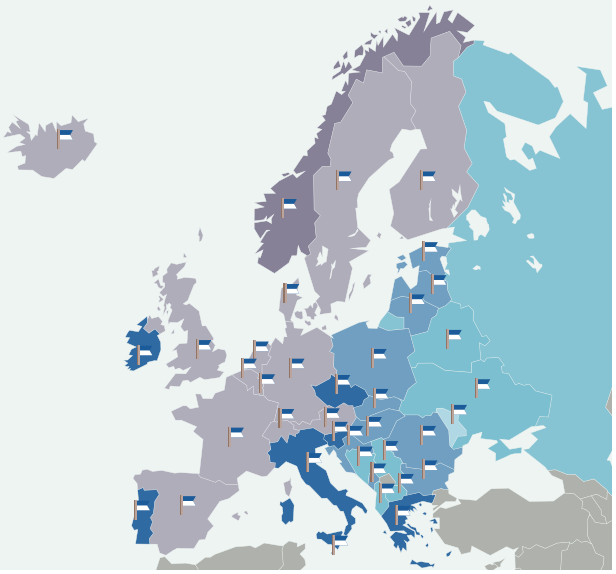
البلدان ذات أعلى إنتاج للمخلفات الإلكترونية في كل منطقة فرعية

أوروبا الشرقية
3,2 Mt | 11 kg للفرد | %23 | 0,07 Mt | 289
- الاتحاد الروسي 1,631 kt
- بولندا 443 kt
- أوكرانيا 324 kt

أوروبا الشمالية
2,4 Mt | 22,4 kg للفرد | %59 | 1,4 Mt | 105
- المملكة المتحدة 1,598 kt
- السويد 208 kt
- النرويج 139 kt

أوروبا الجنوبية
2,5 Mt | 16,7 kg للفرد | %34 | 0,9 Mt | 151
- إيطاليا 1,063 kt
- إسبانيا 888 kt
- اليونان 181 kt

أوروبا الغربية
4 Mt | 20,3 kg للفرد | %54 | 2,1 Mt | 195
- ألمانيا 1,607 kt
- فرنسا 1,362 kt
- هولندا 373 kt



المشروع في إعداد قانونين: مشروع قانون البطاريات والمدخِّرات ومشروع قانون مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية، ويُتوقع أن يقرهما البرلمان في عام 2020.

ويوجد في بيلاروس قانون عام بشأن إدارة المخلفات، هو القانون رقم Z-271 الصادر بتاريخ 20 يوليو 2007. وتدار المخلفات الإلكترونية في إطار مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) المنوطة بالجهات المصنعة والموردين. وفئات المخلفات الإلكترونية المعروضة هي معدات كبيرة يتجاوز طولها 160 cm؛ وينود متوسطة المقاس، بمقاس 80-160 cm؛ وينود صغيرة، بطول يقل عن 80 cm. وضمن مكون «إدارة المخلفات البلدية واستخدام الموارد المعاد تدويرها» في البرنامج الوطني بشأن «السكن المريح والبيئة المواتية» للفترة 2016-2020 (قرار مجلس وزراء بيلاروس، بتاريخ 21 أبريل 2016، رقم 326)، وُضع هدف الوصول إلى الغاية المرحلية بنسبة 20% بحلول عام 2019. ويحظر قانون المعادن الحديدية على القائمين بإعادة تدوير الخردة المعدنية تجميع المخلفات الإلكترونية. وعلى الرغم من ذلك، لعل هذا التجميع لا يزال جارياً. وتُستخرج المكونات القيمة، ويُتخلص من المواد الخطرة. وفي مولدوفا، هناك استراتيجية وطنية بشأن المخلفات سارية المفعول منذ عام 2013. وهناك اتفاق شراكة بين الاتحاد الأوروبي وجمهورية مولدوفا، تتفرع منه عدة اتفاقات شراكة بشأن التشريعات البيئية. وضمن هذا السياق، تمت الموافقة على مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) عن المخلفات الإلكترونية في عام 2018. وفي مولدوفا، تصنَّف المخلفات الإلكترونية ضمن الفئات العشر للتوجيه القديم للاتحاد الأوروبي بشأن مخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، على عكس الفئات الست الحالية النافذة في الاتحاد الأوروبي. ويحدد قانون مسؤولية المنتجين الموسعة أن هناك أيضاً أهدافاً للتجميع وإعادة التدوير استناداً إلى المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (EEE POM) في السنوات الثلاث السابقة. وفي عام 2020، هناك هدف التجميع 5%. وستزداد تلك النسبة تدريجياً بنسبة 5% كل عام وصولاً إلى 30% في عام 2025. وفي عام 2017، بدأت روسيا برنامج مسؤولية المنتجين الموسعة (EPR) عن الخردة الكهربائية والإلكترونية. وتجب على المصنعين والمستوردين المساعدة في جمع ومعالجة الإلكترونيات القديمة وفقاً لتشريع اقتصاد إعادة التدوير الروسي.

أنظمة إدارة المخلفات الإلكترونية

توجد في الاتحاد الأوروبي بنية تحتية ملتزمة متطورة للغاية لإدارة المخلفات الإلكترونية من أجل جمع المخلفات الإلكترونية في المتاجر والبلديات على يد مشغلين من القطاع الخاص، وكذلك لاستعادة مكونات المخلفات الإلكترونية المجمعة القابلة لإعادة التدوير والتخلص من البقايا في بطريقة ملتزمة وسليمة بيئياً. وقد أُرسي ذلك من خلال التاريخ الطويل نسبياً لتشريعات الاتحاد الأوروبي بشأن المخلفات الإلكترونية منذ أوائل عام 2003. وبالتالي، تشير الإحصاءات إلى أن 59% من المخلفات الإلكترونية المتولدة في شمال أوروبا و54% من المخلفات الإلكترونية المتولدة في أوروبا الغربية موثقة على أنها معاد تدويرها رسمياً؛ وأُبلغ عن بيانات جمع المخلفات الإلكترونية لعام 2017. وهذه أعلى النسب في العالم. وبالنسبة للسنة المرجعية 2019، يجب على دولة عضو في الاتحاد الأوروبي جمع 85% من المخلفات الإلكترونية المتولدة، أو 65% من المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (EEE POM) للسنوات الثلاث السابقة، مما يشير إلى وجوب مواصلة تعزيز عملية الجمع وإعادة التدوير لتلبية أهداف التجميع.

وبالتالي، فقد خضعت جدوى تحقيق الهدف ومواقع المخلفات الإلكترونية الأخرى لدراسات قطرية عديدة في السنوات الأخيرة. وخلال كتابة هذه الدراسة، أجريت أحدث الدراسات في هولندا (بالدي وآخرون 2020) ورومانيا (ماغاليني وآخرون 2019). وتشير هذه الدراسات إلى تزايد حصة المخلفات الإلكترونية المعاد تدويرها بشكل ملتزم في الماضي، مقارنة بالمخلفات الإلكترونية المتولدة. ولكن لا تزال أجزاء مهمة تدار خارج قطاعات إعادة التدوير الملتزمة في الاتحاد الأوروبي. فتدار المخلفات الإلكترونية عن طريق التصدير لإعادة استخدامها، أما المخلفات الإلكترونية التي يُتخلص منها في المخلفات المتبقية المختلطة وكذلك المخلفات الإلكترونية فيعاد تدويرها مع خردة المعادن بشكل غير ملتزم. وفي هولندا، قُدرت الصادرات لإعادة الاستخدام كمياً بنسبة 8% تقريباً من إجمالي المخلفات الإلكترونية المتولدة (بالدي وآخرون 2020). وتتكون هذه الصادرات في الغالب من المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) من مخدمات تكنولوجيا المعلومات والحواسيب المحمولة من شركات التجديد المخصصة، بالإضافة إلى الثلاجات المستعمَلة، وأفران الموجات الصغرية المستعمَلة، وغيرها من السلع المعمرة المحشوة في مركبات أو حاويات مستعملة والمشحونة إلى إفريقيا. وتعتبر الصادرات المعدة لإعادة الاستخدام إطالة لعمر الصلاحية وهي جزء من اقتصاد إعادة التدوير. لكن العديد من بلدان الاتحاد الأوروبي الأخرى ليس لديها مثل هذه البيانات، وبدونها، سيكون الوصول إلى أهداف التجميع في تلك البلدان المصدرة أصعب، إن لم يكن مستحيلاً. ويمكن أيضاً أن تكون بلدان الاتحاد الأوروبي ذات الدخل المنخفض، التي يقل استهلاكها للمعدات الكهربائية والإلكترونية عنه في البلدان ذات الدخل المرتفع، من البلدان المتلقية لتلك الصادرات لإعادة استخدامها. وتشير الدراسات الحديثة أيضاً إلى أن المخلفات الإلكترونية، رغم الوعي البيئي المرتفع نسبياً في الاتحاد الأوروبي، لا تزال يُتخلص منها في المخلفات المتبقية، وتنتهي المخلفات الإلكترونية الصغيرة في حاويات النفايات المتبقية. وهذا يشمل ما يقرب من 0,6 Mt من المخلفات الإلكترونية للاتحاد الأوروبي (روتر وآخرون 2016). وثمة ملاحظة إيجابية في أن حصة المخلفات الإلكترونية ضمن المخلفات المتبقية انخفضت في هولندا من 11% إلى 9% من المخلفات الإلكترونية المتولدة في العقد الماضي (بالدي وآخرون 2020). ويدار أكبر تدفق غير ملتزم للمخلفات الإلكترونية إلى جانب خردة المعادن، ولكن بغياب خطوات إزالة التلوث المناسبة.

ومقارنة بالبلدان الأوروبية الأخرى في منطقتها، تمتلك بيلاروس قطاعاً متقدماً نسبياً لجمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها. وهناك نقاط رمي وتجميع تابعة للبلدية ونقاط استلام وتجميع خاصة، وتُجمَع المخلفات الإلكترونية أيضاً من مراكز الإصلاح والخدمة. وجمعت بيلاروس 23 كيلوطن (kt) من المخلفات الإلكترونية في عام 2019. ويحفَّز التجميع من الأُسر بجعالة مالية صغيرة يتلقاها جامع المخلفات (أو القائم بإعادة التدوير) الملتزم من الحكومة. ولكن يتعين على الشركات الخاصة والوكالات الحكومية أن تدفع مقابل جمع المخلفات الإلكترونية. ويمكن أن تتعرقل عملية جمع المخلفات الإلكترونية من الوكالات العامة لأن عليها أن تدفع رسوم رمزية، وعادة ما تعاني الوكالات من نقص التمويل. لذلك، عادة ما تقوم الوكالات العامة بتخزين المعدات.

وفي بلدان أوروبا الشرقية الأخرى، مثل البلقان، بدأ جمع المخلفات الإلكترونية، وهناك بنية تحتية لإدارة المخلفات الإلكترونية قيد التطوير حالياً، ولكن لم تحقق بعد نفس معدلات المخلفات الإلكترونية المحقَقة في شمال وغرب أوروبا. وفي مولدوفا، هناك نقاط تجميع من البلديات. وتحصل بعض الشركات الخاصة على المعدات من المدارس والجامعات وغيرها من السلطات العامة. وفي روسيا وأوكرانيا، توجد شركات تقوم بجمع المخلفات الإلكترونية وإدارتها بطريقة سليمة بيئياً. ولكن عدد نقاط جمع المخلفات الإلكترونية أقل من اللازم، ولا تكفي سعة إدارة المخلفات الإلكترونية لإعادة تدوير جميع المخلفات الإلكترونية المنزلية بطريقة سليمة بيئياً. وبالتالي، ترجَّح إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية مع خردة المعادن أو التخلص منها في مدافن المخلفات.

التشريعات

نُفذ المخطط الوطني لإعادة تدوير أجهزة التلفزيون والحاسوب (NTCRS) في أستراليا بموجب قانون الإشراف على المنتجات للحكومة الأسترالية الصادر عام 2011. ودخل القانون حيز التنفيذ في 8 أغسطس 2011. وبموجب القانون، دخلت أيضاً لوائح الإشراف على المنتجات (التلفزيونات والحواسيب) لعام 2011 حيز التنفيذ في 8 نوفمبر 2011. وتقدم هذه اللائحة لأصحاب المنازل الأسترالية والشركات الصغيرة إمكانية النفاذ إلى خدمات التجميع وإعادة التدوير الممولة من دوائر الصناعة للتلفزيونات والحواسيب. ويعد الجانب التنظيمي المشترك سمة رئيسية للوائح المذكورة أعلاه، حيث حددت الحكومة الأسترالية، من خلال اللوائح، النتائج التي يجب أن تحققها دوائر الصناعة وكيفية تنفيذ الخطة. وستحدد صناعات التلفزيون والحاسوب، التي تعمل من خلال الترتيبات التنظيمية المشتركة المعتمدة (منظمة مسؤولية المنتجين) كيفية تحقيق هذه النتائج بكفاءة. وتقدم الخطة لحوالي 98% من سكان أستراليا إمكانية نفاذ معقولة إلى خدمات التجميع. ويمكن أن تتضمن هذه الخدمات موقع تجميع دائم في محطة نقل مخلفات محلية أو منفذ بيع بالتجزئة، أو في مناسبات تقام لمرة واحدة. ويُتطلب من صناعات التلفزيون والحاسوب تمويل جمع وإعادة تدوير نسبة من أجهزة التلفزيون والحواسيب التي يُتخلص منها في أستراليا كل عام وزيادة معدل إعادة تدوير أجهزة التلفزيون والحواسيب في أستراليا إلى 80% بحلول عامي 2026-2027.

نظام إدارة المخلفات الإلكترونية

بموجب لوائح الإشراف على المنتجات (التلفزيونات والحواسيب) لعام 2011، تلزم ترتيبات تنظيمية مشتركة معتمدة لتقديم تقارير سنوية مدققة بشكل مستقل كي تنشرها الدائرة المعنية. وتبلغ هذه الترتيبات التنظيمية المشتركة عن مجموعة من الأمور المتعلقة بدورها كجهات تدير الخطة. وفي الوقت الحالي، تدير أربعة ترتيبات تنظيمية مشتركة التشغيل اليومي للمخطط الوطني لإعادة تدوير أجهزة التلفزيون والحاسوب (NTCRS). ومنذ نشأة الخطة، جُمع وأعيد تدوير أكثر من 291 كيلو طن (kt) من المخلفات الإلكترونية من أجهزة التلفزيون والحاسوب. وخلال السنة المالية 2017-2018، قامت الخطة بإعادة تدوير حوالي 58 كيلو طن (kt) من المخلفات الإلكترونية، وهو ما يعادل معدل استعادة يربو على 93%. وتضمن الخطة أيضاً اعتماد جميع الجهات القائمة بإعادة التدوير وفق معايير AS/NZS 5377: 2013 فيما يتعلق بإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية بأمان (الحكومة الأسترالية 2019).

ومع الحظر الذي بدأ في يوليو 2019، كانت حكومة فيكتوريا أحدث حكومة ولاية أسترالية تحظر المخلفات الإلكترونية في مدافن المخلفات وأعلنت عن حزمة بقيمة 16,5 مليون دولار أسترالي لتشجيع الإدارة الآمنة للمواد الخطرة الموجودة في المخلفات الإلكترونية ولتمكين أكبر استعادة للمواد القيمة، مما أدى في نهاية

حالة المخلفات الإلكترونية في أوقيانوسيا لعام 2019

0,7 Mt | 16,1 kg للفرد
من المخلفات الإلكترونية المتولدة

0,06 Mt | %8,8
من المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح

بلد واحد
توجد فيها تشريعات/سياسات أو لوائح بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد الوطني

42 (مليون) نسمة
12 بلداً شمله التحليل

0,7 مليار دولار أمريكي
قيمة المواد الخام في المخلفات الإلكترونية

1,0 Mt من مكافئات CO_2
يُحتمل إطلاقها كانبعاثات غازات الدفيئة من مخلفات الثلاجات ومكيفات الهواء غير الموثَّقة

0,001 kt
هي كمية الزئبق من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

1,1 kt
هي كمية BFR من تدفقات المخلفات الإلكترونية غير الموثَّقة

البلدان ذات أعلى إنتاج للمخلفات الإلكترونية في كل منطقة فرعية

أستراليا ونيوزيلندا
0,7 Mt | 21,3 kg للفرد — 0,06 Mt | %9 — 31
أستراليا 554 kt
نيوزيلندا 96 kt

ميلانيزيا
0,02 Mt | 1,5 kg للفرد — 0 Mt | %0 — 10
بابوا غينيا الجديدة 9 kt
فيجي 5 kt

ميكرونيزيا
0,0005 Mt | 2 kg للفرد — 0 Mt | %0 — 0,2
ميكرونيزيا الاتحادية 0,20 kt
بالاو 0,17 kt

بولينيزيا
0,001 Mt | 3,1 kg للفرد — 0 Mt | %0 — 0.3
ساموا 0,6 kt
تونغا 0,3 kt

مفتاح الرموز
- المخلفات الإلكترونية المتولدة (بوحدة Mt وkg للفرد)
- المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها بشكل صحيح
- السكان (بالملايين)

المخلفات الإلكترونية المتولدة
- من 0 إلى 5 kg للفرد
- من 5 إلى 15 kg للفرد
- أكثر من 15 kg للفرد

المطاف إلى صناعة أكثر استقرارا والمزيد من الوظائف لولاية فيكتوريا. وأطلقت هيئة الاستدامة في فيكتوريا (Sustainability Victoria) حملة جديدة، فنفذت برنامج تعليم مجتمعي بقيمة 1,5 مليون دولار أسترالي في 4 يوليو 2018 لتثقيف الفيكتوريين بشأن قيمة المخلفات الإلكترونية وكيف تمكن إعادة تدويرها. وتتضمن الحملة موقع إلكتروني جديد، ewaste.vic.gov.au، يرد فيه فيديو صور متحركة يعرض المواد القيمة داخل ما لدينا من الإلكترونيات ووسائل التواصل الاجتماعي والإعلان الرقمي (Sustainability Victoria 2019).

ومقارنة بأستراليا، لا تزال حكومة نيوزيلندا تنظر في وضع خطة وطنية إلزامية للتعامل مع قضية المخلفات الإلكترونية. وتشير التقديرات إلى أن أكثر من 97 كيلو طن (kt) من المخلفات الإلكترونية يُتخلص منها كمكب مخلفات كل عام، حيث ينتهي أكثر من 98,2% من المخلفات الإلكترونية الناتجة في مدافن المخلفات. وتعزى هذه النتيجة بدرجة كبيرة إلى محدودية توجيه المخلفات الإلكترونية نحو إعادة تدوير ومعالجة أنسب، وإلى الافتقار إلى نهج إلزامي قائم على الإشراف على المنتجات لإدارة المخلفات الإلكترونية في نيوزيلندا. وخطط الإشراف على منتجات المخلفات الإلكترونية من جانب المنتجين الأفراد قليلة وصغيرة نسبياً. بالإضافة إلى ذلك، لا يوجد نظام رسمي إجمالي لإدارة المخلفات الإلكترونية (بليك وفاريلي وهانون 2019).

وتواجه منطقة جزر المحيط الهادئ (PICT)، التي تتكون من 22 بلداً وإقليماً، تحديات فريدة بسبب تبعثرها الجغرافي. فالتوفر المحدود للأراضي المناسبة في الجزر الصغيرة والجزر المرجانية من أجل بناء مدافن المخلفات، وبُعد الجزر، وعدد سكان الجزر الصغير نسبياً يسبب إشكالات للوفورات الكبيرة، لأن تكنولوجيات إدارة المخلفات، والتنمية الحضرية السريعة، والقدرات المؤسسية المحدودة، والموارد البشرية من بين التحديات الرئيسية التي تواجهها منطقة جزر المحيط الهادئ. وتتحمل أمانة برنامج البيئة الإقليمي لمنطقة المحيط الهادئ (SPREP) المسؤولية الرئيسية عن التنسيق الإقليمي والقيام بإجراءات إدارة المخلفات ومكافحة التلوث، وهي تستخدم إطار الإدارة الاستراتيجية، المدعو «المحيط الهادئ الأنظف 2025» (Cleaner Pacific 2025)، في توجيه التعاون والتآزر الإقليمي. ويعمل برنامج SPREP أيضاً مع الشركاء الدوليين والإقليميين الرئيسيين لتحقيق تكامل أكبر للتمويل المستدام ولدعم آليات برامج إدارة المخلفات والمواد الكيميائية والتلوث.

الحواشي

(1) معدل جمع المخلفات الإلكترونية يطابق المؤشر الفرعي المحدد في هدف التنمية المستدامة 1.5.12. فإذا جُمعت المخلفات الإلكترونية من خلال أنظمة التجميع الرسمية، يمكن افتراض أن المخلفات الإلكترونية المجمعة تساوي المخلفات الإلكترونية المعاد تدويرها، على الرغم من إمكانية وقوع خسائر من الناحية العملية أثناء مرحلة المعالجة. > الصفحة 23

(2) تشير المخلفات الإلكترونية الموثقة على أنها جُمعت وأُعيد تدويرها رسمياً، ومعدل إعادة تدويرها، إلى البيانات التي بلغت عنها الحكومات رسمياً (مصدر البيانات المفضل في هذا التقرير) أو، في حالات أخرى، بلغت عنها جهات إعادة التدوير. وفي عدة بلدان ومناطق عالمية، كثيراً ما تُجمَع المخلفات الإلكترونية أيضاً بواسطة النظام غير الرسمي، ولكن هذه الكميات لا تُحتسب في مؤشر «المخلفات الإلكترونية الموثقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها» أو معدل إعادة التدوير المعني – لسببين رئيسيين: 1) بسبب الطبيعة «غير الرسمية» للأنشطة، فهي غير منظمة ولا تكاد البيانات تتوفر على المستوى الحكومي؛ و2) المخلفات الإلكترونية التي يديرها النظام غير الرسمي والتي يرجَّح أن لا يعاد تدويرها بطريقة سليمة بيئياً. > الصفحة 25

(3) تتوفر خطة العمل والمعلومات الأخرى عبر الرابط https://uneplive.unep.org/indicator/index/12_5_1. > الصفحة 30

(4) أقرت المبادئَ التوجيهية اللجنةُ الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا والاتحاد الدولي للاتصالات ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والأونكتاد واللجنة الاقتصادية لإفريقيا التابعة للأمم المتحدة، والمكتب الأوروبي للإحصاءات (EUROSTAT)، وأمانة اتفاقية بازل التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP/SBC)، وجامعة الأمم المتحدة (UNU). > الصفحة 35

(5) كثيراً ما لا يُتخلص من المخلفات الإلكترونية على يد مالكها، وبدلاً من ذلك، تُخزن في المنزل أو يمكن التبرع بها كمنتجات مستعملة. ولكن بالتعريف، لا تصبح المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) مخلفات إلكترونية إلا عندما ينوي مالكها التخلص منها، وبالتالي بعد مغادرتها المنزل. > الصفحة 37

(6) www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/4499/Default.aspx > الصفحة 54

(7) تحددت المواد الخام الحرجة كأحد المجالات ذات الأولوية في خطة عمل الاتحاد الأوروبي لاقتصاد إعادة التدوير. وحدد آخر تقييم للحراجة، أجري في عام 2017، 27 مادة من المواد الخام الحرجة. > الصفحة 58

(8) المعادن الثمينة (مثل الذهب والفضة والنحاس والبلاتين والبلاديوم والروثينيوم والروديوم والإيريديوم والأوسميوم) والمواد الحرجة (مثل الكوبالت والبلاديوم والإنديوم والجرمانيوم والبزموت والأنتيمون). > الصفحة 59

(9) حُدثت منهجية حساب قيمة المعادن الثمينة الموجودة في المخلفات الإلكترونية من المنهجية الواردة في المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2017. ويرد توضيح هذا التحديث في الملحق 2. > الصفحة 59

(10) قورن إجمالي كمية المواد الخام الموجودة في المخلفات الإلكترونية المتولدة في عام 2019 بكمية المواد الخام الموجودة في المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) التي طُرحت في الأسواق في العام نفسه. وترد منهجية حساب المواد الخام الموجودة في المخلفات الإلكترونية ومصادر البيانات ذات الصلة في الملحق 2. > الصفحة 59

(11) قُدرت إطلاقات مكافئات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من خلال ربط كمية ونوع المبرد المستخدم في الثلاجات ومكيفات الهواء المنتجة بين عامي 1995 و2019 بإمكانيات الاحترار العالمي الخاصة بها، والمعبَّر عنها بمكافئات ثاني أكسيد الكربون (ديوان وآخرون 2018). > الصفحة 61

(12) ي غيو وآخرون 2010أ؛ ي غيو وآخرون 2012أ؛ ج هيو وآخرون 2019أ؛ م لي وآخرون 2018أ؛ ك وو وآخرون 2011أ؛ ك وو وآخرون 2012أ؛ ج جو وآخرون 2012أ؛ ل جو وآخرون 2015ب؛ ل جو وآخرون 2016أ؛ ي جانغ وآخرون 2018أ. > الصفحة 65

(13) غ جنغ وآخرون 2013أ؛ ج جو وآخرون 2015أ؛ ج زنغ وآخرون 2019أ؛ ج جو وآخرون 2015ب. > الصفحة 65

(14) ي لي وآخرون 2008ب؛ ر جانغ وآخرون 2015أ؛ ج ليو وآخرون 2011أ؛ ل ليو وآخرون 2015أ؛ ل ليو وآخرون 2018أ؛ ج وانغ وآخرون 2012أ؛ ر جانغ وآخرون 2015أ. > الصفحة 65

(15) سوتريزنو وآخرون. 2020. > الصفحة 65

(16) ج كاو وآخرون 2018؛ ي داي وآخرون. 2017 أ؛ ج زنغ وآخرون 2019 ب؛ ي جانغ وآخرون 2017أ. > الصفحة 65

(17) غ جنغ وآخرون 2013أ؛ ج زنغ وآخرون 2017أ؛ ج زنغ وآخرون 2017ب. > الصفحة 65

(18) أأ نتي آماوبنغ وآخرون 2020. > الصفحة 65

(19) غرانت وآخرون. 2013؛ ب جو وآخرون. 2015 أ. > الصفحة 65

(20) ب جانغ وآخرون 2017أ. > الصفحة 65

(21) ي لي وآخرون. 2008 أ؛ و ني وآخرون. 2014 أ. > الصفحة 65

(22) ي لي وآخرون. 2011.> الصفحة 65

(23) ر ل نتزل وآخرون. 2020؛ أوا آلابي وآخرون 2012. > الصفحة 65

(24) ي ليو وآخرون. 2018 أ. > الصفحة 65

(25) ز زنغ وآخرون. 2018. > الصفحة 65

(26) ج كونغ وآخرون. 2018 أ؛ ج لو وآخرون 2018 أ. > الصفحة 65

(27) ك يوهانسون وآخرون 2019؛ ك م أوهاجينوا وآخرون 2018. ..> الصفحة 66

(28) فيشر وآخرون 2020؛ ديشارات وآخرون 2020.> الصفحة 66

(29) س ديشارات 2018؛ ت فيلدت وآخرون 2014.> الصفحة 66

(30) ج أو أوكيمي وآخرون. 2019؛ ديشارات وآخرون 2020؛ سيث وآخرون. 2019.> الصفحة 66

(31) ل تشن وآخرون 2010 أ؛ ك لي وآخرون 2014أ؛ ك ليو وآخرون 2009 أ؛ ك وانغ وآخرون 2011 أ؛ ج يوان وآخرون 2008أ. .> الصفحة 66

(32) ر ل نتزل وآخرون. 2020. > الصفحة 66

(33) س سونغ 2019 أ. > الصفحة 66

(34) ي تشن وآخرون 2019 أ. > الصفحة 66

(35) ي لي وآخرون 2012 أ؛ ج جو 2014أ > الصفحة 66

(36) أو غ إيغارو وآخرون 2018. > الصفحة 66

(37) المخلفات القابلة لإعادة التدوير الخاضعة للتنظيم بموجب نظام إعادة التدوير «4 في 1»: الحواسيب المحمولة واللوحات الأم والأقراص الصلبة وحزم القدرة والأغلفة والشاشات والطابعات ولوحات المفاتيح والتلفزيونات والغسالات والثلاجات ومكيفات الهواء والمراوح والمصابيح الكهربائية/الأنابيب (وكالة حماية البيئة الأمريكية ومكتب الشؤون الدولية والقبلية 2012). > الصفحة 75

(38) النظام المنسق لوصف وترميز السلع، الذي يشار إليه عموماً باسم «النظام المنسق» أو بالرمز «HS»، هو تسمية دولية متعددة الأغراض للمنتجات وضعتها منظمة الجمارك العالمية (WCO). > الصفحة 101

(39) التصنيف المركزي للمنتجات (CPC)، الإصدار 1.1. > الصفحة 101

مصادر الملحق 3: الإحصاءات القطرية الرئيسية عن المخلفات الإلكترونية> الصفحة 104

(40) Telecom Argentina.

(41) وزارة البيئة الأسترالية.

(42) Eurostat.

(43) استبيان شعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة (UNSD 2019)

(44) تقرير الاستدامة لفترة السنتين 2011-2012

(45) التضامن التكنولوجي (Solidarite Technologique).

(46) استبيان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.

(47) وزارة البيئة (شيلي).

(48) وزارة البيئة (الصين).

(49) إدارة حماية البيئة في هونغ كونغ.

(50) وزارة التربية والتعليم (السلفادور).

(51) الأدبيات (راش مارتينز وآخرون 2015).

(52) Assocham India.

(53) الهيئة الوطنية لإدارة المخلفات الصلبة (جامايكا).

(54) مكتب الإحصاءات الوطني (الأردن).

(55) معهد إفريقيا 2012.

(56) Namigreen.

(57) وزارة الصحة (بيرو).

(58) المركز التحليلي لحكومة الاتحاد الروسي.

(59) وزارة التجارة والصناعة (رواندا).

(60) الأدبيات (رولدان 2017).

(61) IENE.

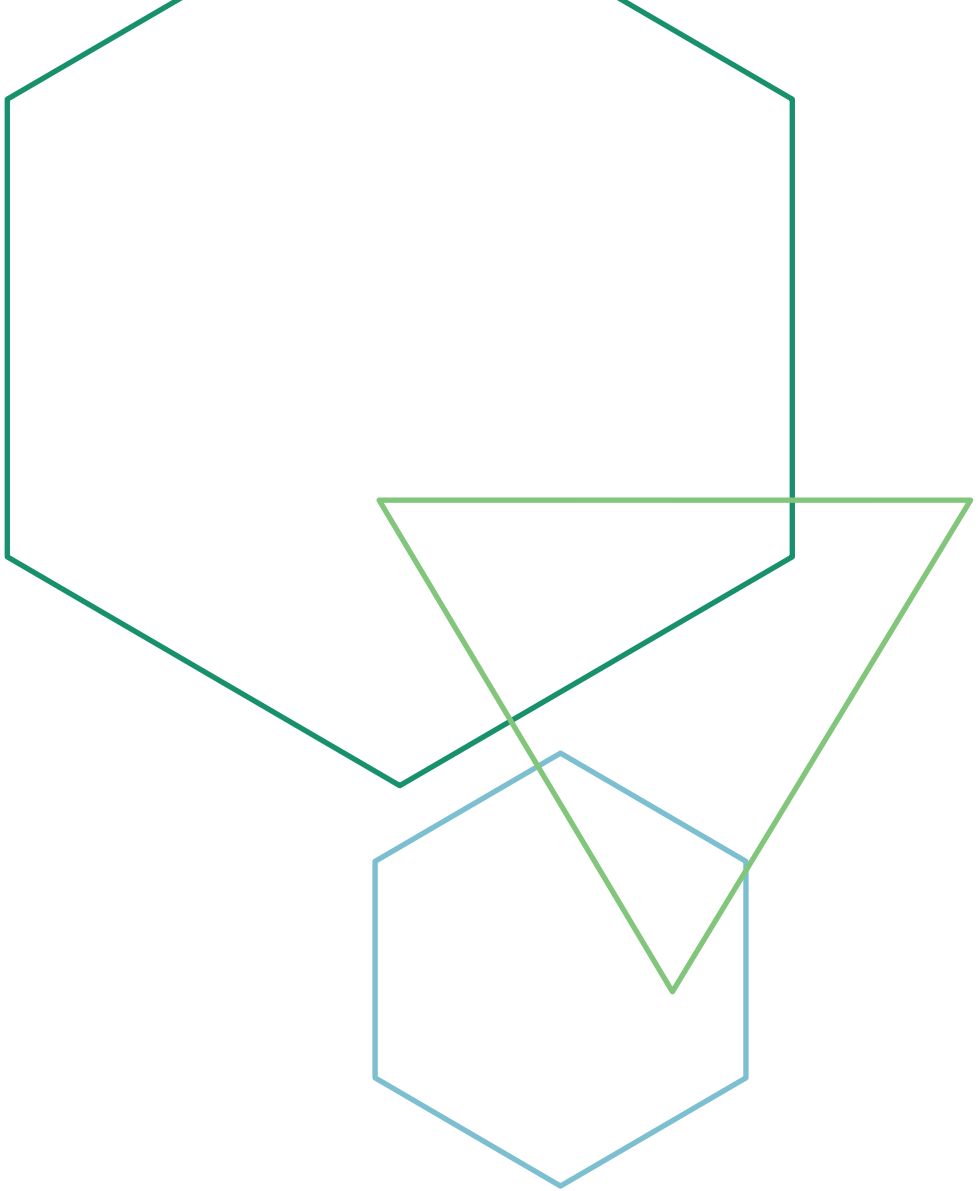
(62) الأدبيات (م. ليدول وآخرون 2017)

(63) Exitcom.

(64) حواسيب للمدارس في أوغندا.

(65) وكالة حماية البيئة (الولايات المتحدة الأمريكية).

(66) استبيانات أجرتها UNSD وOECD وUNECE في عامي 2015/2014.



الأدبيات المرجعية

Abbasi, G. 2015. "Story of Brominated Flame Retardants: Substance Flow Analysis of PBDEs from Use to Waste".

Australian Government, Department of the Environment and Energy. 2019. "National Television and Computer Recycling Scheme – Home Page | Department of the Environment and Energy". 2019.

Baldé CP, D'Angelo E, Forti V, Kuehr R, and Van den Brink S. 2018. "Waste mercury perspective, 2010-2035: from global to regional – 2018". United Nations University (UNU), United Nations Industrial Development Organization, Bonn/Vienna.

Baldé CP, Forti V, Gray V, Kuehr R, and Stegmann P. 2017. "The Global E-Waste Monitor 2017". Edited by United Nations University (UNU), International Telecomunication Union (UNU), and International Solid Waste Association (ISWA). United Nations University. Bonn/Geneva/Vienna. https://globalewaste.org/wp-content/uploads/2018/10/Global-E-waste-Monitor-2017.pdf.

Baldé CP, Kuehr R, Blumenthal K, Fondeur Gill S, Kern M, Micheli P, Magpantay E, and Huisman J. 2015. "E-Waste Statistics Guidlines on Classification, Reporting and Indicators".

Baldé C.P, van den Brink S, Forti V, van der Schalk A. and Hopstaken F. The Dutch WEEE Flows 2020. "What happened between 2010 and 2018". United Nations University (UNU) / United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, Bonn, Germany.

BIO intelligence Service. 2013. "Equivalent Conditions for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Recycling Operations Taking Place Outside the European Union". DG Environment.

Blake V, Farrelly T, and Hannon J. 2019. "Is Voluntary Product Stewardship for E-Waste Working in New Zealand? A Whangarei Case Study". Sustainability (Switzerland) 11 (11): 1–26. https://doi.org/10.3390/su11113063.

Chen Y, Jinhui L, Lieqiang C, Shusheng C, and Weihua D. 2012. "Brominated Flame Re tardants (BFRs) in Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Plastics and Printed Circuit Boards (PCBs)". Procedia Environmental Sciences 16: 552–59. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.10.076.

China Ministry of Ecology and Environment. 2019. "Waste Electrical and Electronic Products Processing Information System". 2019. http://weee.mepscc.cn/Index.do.

Deubzer, O. 2007. "Explorative Study into the Sustainable Use and Substitution of Soldering Metals in Electronics".

Deubzer O, Herreras L, Hajosi E, Hilbert I, Buchert M, Wuisan L, and Zonneveld N. 2019. "Baseline and gap/obstacle analysis of standards and regulations – CEWASTE Voluntary Certification Scheme for Waste Treatment". https://cewaste.eu/wp-content/uploads/2020/03/CEWASTE_Deliverable-D1.1_191001_FINAL-Rev.200305.pdf.

Duan, H, Miller TR, Gang L, Xianlai Z, Keli Y, Qifei H, and Jian Z. 2018. "Supporting Information for: Chilling Prospect: Climate Change Effects of Mismanaged Refrigerants in China Table of Centent Tables and Figures". Environmental Science and Technology 52 (11).

Duan H, Miller TR, Gregory J, and Kirchain R. 2013. "Quantitative Characterization of Domestic Flows of Used Electronics." Step, no. December: 122.

EACO. 2017. "Regional E-Waste Strategy. Edited by Waste Management Steering Committee under Working Group 10: Environment and E-Waste Management".

European Commission. 2019. "Statistics – Electronics Waste – Environment – European Commission". 2019. https://ec.europa.eu/environment/waste/weee/data_en.htm.

European Paliament. 2011. "DIRECTIVE 2011/65/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 June 2011 on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment." Official Journal of the European Union, 88–110.

European Paliament. 2012. "Directive 2002/96/EU of the European Parliament and of the Council of 27 Jenuary 2003 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)". Official Journal of the European Union, 2003, no. June: 38–71.

Forti V, Baldé CP, and Kuehr R. 2018. "E-Waste Statistics Guidelines on Classification, Reporting and Indicators". Edited by ViE – SCYCLE United Nations University. Bonn, Germany.

Geeraerts K, Mutafoglu K, and Illés A. 2016. "Illegal Shipments of E–waste from the EU to China". Fighting Environmental Crime in Europe and Beyond, no. 320276: 129–60.

GSMA. 2020. "GSMA CleanTech e-waste policy study". https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/cleantech/e-waste/

Global E-waste Statistics Partnership (GESP). 2019. "About GESP". [Website]. Switzerland: "Global E-waste Statistics Partnership (GESP)". https://globalewaste.org/about-us/, accessed 8 September 2019.

Hamdan S. 2019. «في المنازل 2018 النفايات الإلكترونية والكهربائية»

Herat S. 2008. "Environmental Impacts and Use of Brominated Flame Retardants in Electrical and Electronic Equipment". Environmentalist 28 (4): 348–57. https://doi.org/10.1007/s10669-007-9144-2.

Hopson E., and Pucket J. 2016. "Scam Recycling: e-Dumping on Asia by US Recyclers". Basel Action Network, USA.

Huisman J, Botezatu I, Herreras L, Liddane M, Hintsa J, Luda di Cortemiglia V, Leroy P, Vermeersch E, Mohanty S, van den Brink S, Ghenciu B, Dimitrova D, Nash E, Shryane T, Wieting M, Kehoe J, Baldé CP, Magalini F, Zanasi A, Ruini F, Männistö T, and Bonzio A. "Countering WEEE Illegal Trade (CWIT) Summary Report, Market Assessment, Legal Analysis, Crime Analysis and Recommendations Roadmap". August 30, 2015. Lyon, France.

Huisman J, Downes S, Leroy P, Herreras L, Ljunggren M, Kushnir D, Løvik AN, et al. 2017. "ProSUM FINAL REPORT – Deliverable 6.6".

Lasaridi K, Terzis E, Chroni C, and Kostas A. 2016. "Bir Global Facts & Figures World Statistics on E-Scrap Arisings and the Movement of E-Scrap Between Countries 2016-2025."

Lepawski J. (2015). "The changing geography of global trade in electronic discards: Time to rethink the e-waste problem." The Geographical Journal, 181(2), 147–159.

Lydall M, Nyanjowa W, and James Y. 2017. "Mapping South Africa's Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Dismantling, Pre-Processing and Processing Technology Landscape", Mintek.

Magalini F, and Huisman J. 2018. "WEEE Recycling Economics". 1–12. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24945.53608.

Magalini F, Smit E, Adrian S, Gunsilius E, Herbeck E, Oelz B, Perry J, et al. 2016. "Guiding Principles to Develop E-Waste Management Systems and Legislation". 3576: 15. ISSN: 1999-7965.

Magalini F, Thiebaud E, and Kaddouh S. 2019. "Quantifying WEEE in Romania 2019 vs 2015".

Magalini F, Feng W, Huisman J, Kuehr R, Baldé K, van Straalen V, Hestin M, Lecerf L, Sayman U, and Akpulat O. 2014. "Study on Collection Rates of Waste Electrical and Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Possible measures to be initiated by the commission as required by article 7(4), 7(5), 7(6) and 7(7) of directive 2012/19/eu on waste electrical and electronic equipment (WEEE)". European Commission.

Mccann D, and Wittmann A. 2015. "E-Waste Prevention, Take-Back System Design and Policy Approaches". Step (February): http://www.step-initiative.org/files/_documents/whitepapers/StEP_TF1_WPTakeBackSystems.pdf.

McPherson A, Thorpe B, and Blake A. 2004. "Brominated Flame Retardants in Dust on Computers", 1–40.

Odeyingbo O, Nnorom I, and Deubzer O. 2017. "Person in the Port Project – Assessing Import of Used Electrical and Electronic Equipment into Nigeria". http://collections.unu.edu/eserv/UNU:6349/PiP_Report.pdf.

Parajuly K, Kuehr R, Awasthi AK, Fitzpatrick C, Lepawsky J, Smith E, Widmer R, and Zeng X. 2019. "Future E-Waste Scenarios". Step (Bonn), UNU ViE SCYCLE (Bonn) & UNEP IETC (Osaka).

Riahi K, van Vuuren DP, Kriegler E, Edmonds J, O'Neill B, Fujimori S, Bauer N, et al. 2017. "The Shared Socioeconomic Pathways and Their Energy, Land Use, and Greenhouse Gas Emissions Implications: An Overview". Global Environmental Change 42 (January): 153–68. https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2016.05.009.

Roldan M. 2017. "E-waste management policy and regulatory framework for Saint Lucia". Telecommunication Management Group, Inc.

Rotter VS, Maehlitz P, Korf N, Chancerel P, Huisman J, Habib H, Herreras L, Ljunggren SM, and Hallberg A. 2016. "ProSUM Deliverable 4.1 – Waste Flow Studies". 1–100.

Rush Martínez M. and Cálix, N. 2014. "Estimación de la Generación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Honduras". Tegucigalpa M.D.C, Honduras.

Step Initiative. 2014. "One Global Definition of E-Waste". United Nations University 3576 (June): 08. https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6120/step_one_global_definition_amended.pdf.

Hamdan S. 2019. «في المنازل 2018 النفايات الإلكترونية والكهربائية»

Sustainability Victoria. 2019. "E-Waste". 2019. https://www.sustainability.vic.gov.au/You-and-your-home/Waste-and-recycling/Household-waste/eWaste.

UNDESA. 2019 – Population Division. 2019. "World Population Prospects – Population Division". https://population.un.org/wpp/.

UNICEF. 2018. "Surveys – UNICEF MICS". 2018. http://mics.unicef.org/surveys.

UNIDO. 2019. "Preliminary Baseline Assessment of E-wastes in Lebanon".

UNSD. 2019. "UNdata | Industrial Commodity Statistics Database (UNSD)". 2019. http://data.un.org/Browse.aspx?d=ICS.

US EPA, and Office of International Affairs Tribal. 2012. "Handout 1 Workshop Materials on WEEE Management in Taiwan Recycling Regulations in Taiwan and the 4-in-1 Recycling Program". no. October: 1–8. https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/handout-1a-regulations.pdf.

USITC. 2013. "Used Electronic Products: An Examination of U.S. Exports," Investigation no. 332-528.

Van der Voet E, Van Oers L, Verboon M, and Kuipers K. 2019. "Environmental Implications of Future Demand Scenarios for Metals: Methodology and Application to the Case of Seven Major Metals". Journal of Industrial Ecology 23 (1): 141–55. https://doi.org/10.1111/jiec.12722.

Wagner M, Bavec Š, Huisman J, Løvik AN, Söderman ML, Emmerich J, Sperlich K, et al. 2019. "Optimizing Quality of Information in RAw MAterial Data Collection across Europe Draft Good Practice Guidelines for the Collection of SRM Data, Improvement Potential, Definition and Execution of Case". 1–189.

Wolk-Lewanowicz A, James K, Huisman J, Habib H, Brechu M, Herreras L, and Chancerel P. 2016. "ProSUM Deliverable 3.2 – Assessment of Complementary Waste Flows". 3.2.

World Economic Forum. 2018. "Recovery of Key Metals in the Electronics Industry in the People's Republic of China: An Opportunity in Circularity". January.

Yu D, Duan H, Song Q, Liu Y, Li Y, Li J, Shen W, Luo J, and Wang J. 2017. "Characterization of brominated flame retardants from e-waste components in China". Waste Management 68: 498–507. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.033.

Zoeteman BC.J, Krikke HR, and Venselaar J. 2010. "Handling WEEE waste hows: on the effectiveness of producer responsibility in a globalizing world". International Journal of Advanced Manufacturing Technology 47 (5–8): 415–36. https://doi.org/10.1007/s00170-009-2358-3.

مراجع الفصل 8. تأثير المخلفات الإلكترونية على صحة العمال والأطفال

Alabi OA, Bakare AA, Xu X, Li B, Zhang Y, and Huo X. 2012. "Comparative evaluation of environmental contamination and DNA damage induced by electronic-waste in Nigeria and China". Sci Total Environ. 423:62-72. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.01.056.

Amoabeng Nti AA, Arko-Mensah J, Botwe PK, Dwomoh D, Kwarteng L, Takyi SA, et al. 2020. "Effect of particulate matter exposure on respiratory health of e-waste workers at Agbogbloshie, Accra, Ghana". Int J Environ Res Public Health. 17(9):E3042. doi:10.3390/ijerph17093042.

Amoyaw-Osei Y, Agyekum OO, Pwamang JA, Mueller E, Fasko R, and Schluep M. 2019. "Ghana e-waste country assessment. SBC E-waste Africa Project". http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/eWaste/E-wasteAssessmentGhana.pdf.

Cao J, Xu X, Zhang Y, Zeng Z, Hylkema MN, and Huo X. 2018. "Increased memory T cell populations in Pb-exposed children from an e-waste-recycling area". Sci Total Environ.; 616-617:988-995. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.220. Epub 2017 Oct 31. PubMed PMID: 29096958.

Chan JK, and Wong MH. 2013. "A review of environmental fate, body burdens, and human health risk assessment of PCDD/Fs at two typical electronic waste recycling sites in China". Sci Total Environ. 463-464:1111-23. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.07.098.

Chen L, Guo H, Yuan J, et al. 2010. "Polymorphisms of GSTT1 and GSTM1 and increased micronucleus frequencies in peripheral blood lymphocytes in residents at an e-waste dismantling site in China". J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 45: 490–97.

Chen Y, Xu X, Zeng Z, Lin X, Qin Q, and Huo X. 2019. "Blood lead and cadmium levels associated with hematological and hepatic functions in patients from an e-waste-polluted area". Chemosphere. 220:531-538. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.12.129. Epub 2018 Dec 20. PubMed PMID: 30594806.

Chi X, Streicher-Porte M, Wang MY, and Reuter MA. 2011. "Informal electronic waste recycling: a sector review with special focus on China". Waste Manag. 31(4):731-42. doi: 10.1016/j.wasman.2010.11.006.

Cong X, Xu X, Xu L, Li M, Xu C, Qin Q, and Huo X. 2018. "Elevated biomarkers of sympatho-adrenomedullary activity linked to e-waste air pollutant exposure in preschool children". Environ Int.115:117-126. doi: 10.1016/j.envint.2018.03.011. Epub 2018 Mar 20. PubMed PMID: 29558634.

Dai Y, Huo X, Zhang Y, Yang T, Li M, and Xu X. 2017. "Elevated lead levels and changes in blood morphology and erythrocyte CR1 in preschool children from an e-waste area". Sci Total Environ. 592:51-59. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.080. Epub 2017 Mar 29. PubMed PMID: 28301822.

Davis JM, and Garb Y. 2019. "A strong spatial association between e-waste burn sites and childhood lymphoma in the West Bank, Palestine". Int J Cancer. 144(3):470-75. doi: 10.1002/ijc.31902.

Decharat S. 2018. "Urinary Mercury Levels Among Workers in E-waste Shops in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand". J Prev Med Public Health. 51(4):196-204. doi: 10.3961/jpmph.18.049.

Decharat S, and Kiddee P. "Health problems among workers who recycle electronic waste in southern Thailand". 2020. Osong Public Health res Perspect. 11(1):34-43. doi: 10.24171/j.phrp.2020.11.1.06.

Feldt T, Fobil JN, Wittsiepe J, Wilhelm M, Till H, Zoufaly A, Burchard G, and Göen T. 2014. "High levels of PAH-metabolites in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Ghana". Sci Total Environ. 466-467:369-76. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.097. Epub 2013 Aug 7. PubMed PMID: 23921367.

Fischer D, Seidu F, Yang J, Felten MK, Garus C, Kraus T, et al. 2020. "Health consequences for e-waste workers and bystanders – a comparative cross-sectional study". Int J Environ Res Public Health. 17(5):1534. doi: 10.3390/ijerph17051534.

Goldizen FC, Sly PD, and Knibbs LD. 2016. "Respiratory effects of air pollution on children". Pediatr Pulmon. 51(1):94–108.

Grant K, Goldizen FC, Sly PD, Brune MN, Neira M, van den Berg M, et al. 2013. "Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review". Lancet Glob Health. 1: e350–61.

Guo Y, Huo X, Li Y, et al. 2010. "Monitoring of lead, cadmium, chromium and nickel in placenta from an e-waste recycling town in China". Sci Total Environ. 408: 3113–17.

Guo Y, Huo X, Wu K, Liu J, Zhang Y, and Xu X. 2012. "Carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in umbilical cord blood of human neonates from Guiyu, China". Sci Total Environ. 427: 35–40.

Gutberlet J, and Uddin SMN. 2017. "Household waste and health risks affecting waste pickers and the environment in low- and middle-income countries". Int J Occup Environ Health. 23(4):299-310. doi: 10.1080/10773525.2018.1484996.

Heacock M, Trottier B, Adhikary S, Asante KA, Basu N, Brune MN, et al. 2018. "Prevention-intervention strategies to reduce exposure to e-waste". Rev Environ Health. 33(2): 219–228.

Hu C, Hou J, Zhou Y, Sun H, Yin W, Zhang Y, et al. 2018. "Association of polycyclic aromatic hydrocarbons exposure with atherosclerotic cardiovascular disease risk: A role of mean platelet volume or club cell secretory protein". Environ. Pollut. 233:45-53.

Huang CL, Bao LJ, Luo P, Wang ZY, Li SM, and Zeng EY. 2016. "Potential health risk for residents around a typical e-waste recycling zone via inhalation of size-fractionated particle-bound heavy metals". Journal of Hazardous Materials. 317:449-456.

Huo X, Dai Y, Yang T, Zhang Y, Li M, and Xu X. 2019. "Decreased erythrocyte CD44 and CD58 expression link e-waste Pb toxicity to changes in erythrocyte immunity in preschool children". Sci Total Environ. 2019b May 10;664:690-697. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.040. PubMed PMID: 30763849.

Huo X, Wu Y, Xu L, Zeng X, Qin Q, and Xu X. 2019. "Maternal urinary metabolites of PAHs and its association with adverse birth outcomes in an intensive e-waste recycling area". Environ Pollut.245:453-461. doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.098. Epub 2018 Nov 7. PubMed PMID: 30458375.

Igharo OG, Anetor JI, Osibanjo O, Osadolor HB, Odazie EC, and Uche ZC. 2018. "Endocrine disrupting metals lead to alteration in the gonadal hormone levels in Nigerian e-waste workers". Universa Medicina. 37(1):65-74. doi: 10.18051/UnivMed.2018.

ILO. 2013. "The Informal Economy and Decent Work: A Policy Resource Guide supporting transitions to formality. Geneva, Switzerland: International Labour Organization". https://www.ilo.org/emppolicy/pubs/WCMS_212688/lang--en/index.htm, accessed 16 August 2019.

ILO. 2019. Decent work in the management of electrical and electronic waste (e-waste). Issue paper for the Global Dialogue Forum on Decent Work in the Management of Electrical and Electronic Waste (E-waste) (9–11 April 2019). Geneva, Switzerland: International Labour Organization. https://www.ilo.org/sector/activities/sectoral-meetings/WCMS_673662/lang--en/index.htm, accessed 7 August 2019.

ITU, Secretariat of the Basel Convention, UNESCO, UNIDO, UNU, WIPO, BCRC-South America, and ECLAC. 2016. "Sustainable management of waste electrical and electronic equipment in Latin America". Geneva, Switzerland: International Telecommunications Union.

Landrigan P, Goldman LR. 2011. "Children's vulnerability to toxic chemicals: a challenge and opportunity to strengthen health and environmental policy". Health Aff (Millwood). 30(5):842-50. doi: 10.1377/hlthaff.2011.0151.

Li K, Liu S, Yang Q, Zhao Y, Zuo J, Li R, Jing Y, He X, Qiu X, Li G, and Zhu T. 2014. "Genotoxic effects and serum abnormalities in residents of regions proximal to e-waste disposal facilities in Jinghai, China". Ecotoxicol Environ Saf. 2014a Jul;105:51-8. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.03.034. PubMed PMID: 24785710.

Li M, Huo X, Pan Y, Cai H, Dai Y, and Xu X. 2017. "Proteomic evaluation of human umbilical cord tissue exposed to polybrominated diphenyl ethers in an e-waste recycling area". Environ Int. 2018a Feb;111:362-371. doi: 10.1016/j.envint.2017.09.016. PubMed PMID: 29169793.

Li Y, Huo X, Liu J, Peng L, Li W, and Xu X. 2011. "Assessment of cadmium exposure for neonates in Guiyu, an electronic waste pollution site of China". Environ Monit Assess. 177(1-4): 343-51. doi: 10.1007/s10661-010-1638-6.

Li Y, Xu X, Liu J, et al. 2008. "The hazard of chromium exposure to neonates in Guiyu of China". Sci Total Environ. 403: 99–104.

Li Y, Xu X, Wu K, et al. 2008. "Monitoring of lead load and its effect on neonatal behavioral neurological assessment scores in Guiyu, an electronic waste recycling town in China". J Environ Monit. 10: 1233–38.

Li Y, Li M, Liu Y, Song G, Liu N. 2012. "A microarray for microRNA profiling in spermatozoa from adult men living in an environmentally polluted site". Bull Environ Contam Toxicol. Dec;89(6):1111-4. doi: 10.1007/s00128-012-0827-0.

Liu J, Xu X, Wu K, et al. 2011. "Association between lead exposure from electronic waste recycling and child temperament alterations". Neurotoxicology. 32: 458–64.

Liu L, Xu X, Yekeen TA, Lin K, Li W, and Huo X. 2015. "Assessment of association between the dopamine D2 receptor (DRD2) polymorphism and neurodevelopment of children exposed to lead". Environ Sci Pollut Res Int.. 22(3):1786-93. doi: 10.1007/s11356-014-2565-9. Epub 2014 Jan 28. PubMed PMID: 24469773.

Liu L, Zhang B, Lin K, Zhang Y, Xu X, and Huo X. 2018. "Thyroid disruption and reduced mental development in children from an informal e-waste recycling area: A mediation analysis. Chemosphere". 193:498-505. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.059. Epub 2017 Nov 13. PubMed PMID: 29156335.

Liu Q, Cao J, Li KQ, et al. 2009. "Chromosomal aberrations and DNA damage in human populations exposed to the processing of electronics waste. Environ Sci Pollut Res Int". 16: 329–38.

Liu Y, Huo X, Xu L, Wei X, Wu W, Wu X, and Xu X. 2018. "Hearing loss in children with ewaste lead and cadmium exposure". Sci Total Environ. 624:621-627. doi: 10.1016/j.sci- totenv.2017.12.091. Epub 2017 Dec 27. PubMed PMID: 29272831.

Lu X, Xu X, Zhang Y, Zhang Y, Wang C, and Huo X. 2018. "Elevated inflammatory Lp-PLA2 and IL-6 link e-waste Pb toxicity to cardiovascular risk factors in preschool children". Environ Pollut. 234:601-609. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.094. Epub 2017 Dec 21. PubMed PMID: 29223817.

Lundgren K. 2012. "The global impact of e-waste: addressing the challenge. Geneva: International Labour Organization". http://www.ilo.org/sector/Resources/publications/WCMS_196105/lang--en/index.htm.

Mitro SD, Johnson T, and Zota AR. 2015. "Cumulative Chemical Exposures During Pregnancy and Early Development". Curr Environ Health Rep. 2(4):367-78. doi: 10.1007/s40572-015-0064-x.

Navas-Acien A, Guallar E, Silbergeld EK, and Rothenberg SJ. 2007. "Lead exposure and cardiovascular disease – a systematic review. Environ Health Perspect" 115(2007): 472-482.

Neitzel RL, Sayler SK, Arain AL, and Nambunmee K. 2020. "Metal levels, genetic instability and renal markers in electronic waste workers in Thailand". Int J Occup Environ Med. 11(2):72-84. doi: 10.34172/ijoem.2020.1826.

Ni W, Huang Y, Wang X, Zhang J, and Wu K. 2014. "Associations of neonatal lead, cadmium, chromium and nickel co-exposure with DNA oxidative damage in an electronic waste recycling town". Sci Total Environ. 15;472:354-62. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.032. Epub 2013 Nov 30. PubMed PMID: 24295751.

Ohajinwa CM, van Bodegom PM, Vijver MG, Olumide AO, Osibanjo O, and Peijnenburg WJGM. 2018. "Prevalence and injury patterns among electronic waste workers in the informal sector in Nigeria". Inj Prev. 24(3):185-192. doi: 10.1136/injuryprev-2016-042265.

Okeme JO, and Arrandale VH. 2019. "Electronic waste recycling: occupational exposures and work-related health effects". Curr Environ Health Rep.6(4):256-268. doi: 10.1007/s40572-019-00255-3.

Prakash S., Manhart, A., Amoyaw-Osei, Y., and Agyekum. 2010. "O. Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana". Accra. Freiburg, Germany: Öko-Institut e.V. (https://www.oeko.de/oekodoc/1057/2010-105-en.pdf).

Pronczuk de Garbino J. 2004. "Children's health and the environment: a global perspective. A resource manual for the health sector". In: Pronczuk de Garbino J, ed. New York: World Health Organization.

Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P, and Bertollini R. 2011. "Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review". Environ Health. 10:9. doi: 10.1186/1476-069X-10-9.

Sabra S, Malmqvist E, Saborit A, Gratacós E, and Gomez Roig MD. 2017. "Heavy metals exposure levels and their correlation with different clinical forms of fetal growth restriction". PLoS One. 12(10):e0185645. doi: 10.1371/journal.pone.0185645.

Secretariat of the UN Environment Management Group (EMG). 2019. "A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot". Geneva, Switzerland: World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf.

Seith R, Arain AL, Nambunmee K, Adar SD, and Neitzel RL. 2019. "Self-Reported Health and Metal Body Burden in an Electronic Waste Recycling Community in Northeastern Thailand". J Occup Environ Med. 61(11):905-909. doi: 10.1097/JOM.0000000000001697.

Sepúlveda A, Schluep M, Renaud FG, Streicher M, Kuehr R, and Hagelüken C. 2010. "A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples from China and India". Environmental Impact Assessment Review. 30(1):28-41.

Soetrisno FN, and Delgado-Saborit JM. 2020. "Chronic exposure to heavy metals from informal e-waste recycling plants and children's attention, executive function and academic performance". Sci Total Environ. 717:137099. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137099.

Song S, Duan Y, Zhang T, Zhang B, Zhao Z, Bai X, Xie L, He Y, Ouyang JP, Huang X, and Sun H. 2019. "Serum concentrations of bisphenol A and its alternatives in elderly population living around e-waste recycling facilities in China: Associations with fasting blood glucose". Ecotoxicol Environ Saf. 169:822-828. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.11.101. Epub 2018 Nov 29. PubMed PMID: 30597781.

Song Q, and Li J. 2014. "A systematic review of the human body burden of e-waste exposure in China". Environ Int. 68:82-93. doi: 10.1016/j.envint.2014.03.018.

Song Q, and Li J. 2015. "A review on human health consequences of metals exposure to e-waste in China". Environ Pollut. 2015 Jan;196:450-61.

The Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC). 2002. "Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia". The Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC).

Wang F, Kuehr R, Ahlquist D, and Li J. 2012. "E-waste in China: a country report". Bonn, Germany: United Nations University/StEP Initiative. https://collections.unu.edu/eserv/ UNU:1624/ewaste-in-china.pdf, accessed 7 September 2019.

Wang Q, He AM, Gao B, et al. 2011. "Increased levels of lead in the blood and frequencies of lymphocytic micronucleated binucleated cells among workers from an electronic-waste recycling site". J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 46: 669–76.

Wang X, Miller G, Ding G, et al. 2012. "Health risk assessment of lead for children in tinfoil manufacturing and e-waste recycling areas of Zhejiang Province, China". Sci Total Environ. 426: 106–12.

WHO. 2003. "Making a Difference: Indicators to Improve Children's Environmental Health". Geneva, Switzerland: World Health Organization. https://www.who.int/phe/children/childrenindicators/en/, accessed 15 September 2019.

Wu K, Xu X, Liu J, Guo Y, and Huo X. 2011. "In utero exposure to polychlorinated biphenyls and reduced neonatal physiological development from Guiyu, China". Ecotoxicol Environ Saf. 74: 2141–47.

Wu K, Xu X, Peng, Liua J, Guo Y, and Huo X. 2012. "Association between maternal exposure to perfluorooctanoic acid (PFOA) from electronic waste recycling and neonatal health outcomes". Environ Int. 48: 1–8.

Xing GH, Chan JK, Leung AO, Wu SC, and Wong MH. 2009. "Environmental impact and human exposure to PCBs in Guiyu, an electronic waste recycling site in China". Environ Int. 35(1):76-82. doi: 10.1016/j.envint.2008.07.025.

Xu L, Ge J, Huo X, Zhang Y, Lau ATY, and Xu X. 2016. "Differential proteomic expression of human placenta and fetal development following e-waste lead and cadmium exposure in utero". Sci Total Environ. 550:1163-1170. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.084. Epub 2016 Feb 16. PubMed PMID: 26895036.

Xu L, Huo X, Liu Y, Zhang Y, Qin Q, and Xu X. 2020. "Hearing loss risk and DNA methylation signatures in preschool children following lead and cadmium exposure from an electronic waste recycling area". Chemosphere. 246:125829. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125829, doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125829.

Xu L, Huo X, Zhang Y, Li W, Zhang J, and Xu X. 2015. "Polybrominated diphenyl ethers in human placenta associated with neonatal physiological development at a typical e-waste recycling area in China". Environ Pollut. 196:414-22. PubMedPMID: 25468211.

Xu P, Lou X, Ding G, Shen H, Wu L, Chen Z, Han J, Han G, and Wang X. 2014. "Association of PCB, PBDE and PCDD/F body burdens with hormone levels for children in an e-waste dismantling area of Zhejiang Province, China". Sci Total Environ. 499:55-61. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.08.057. Epub 2014 Aug 29. PubMed PMID: 25173862.

Xu P, Lou X, Ding G, Shen H, Wu L, Chen Z, Han J, and Wang X. 2015. "Effects of PCB sand PBDEs on thyroid hormone, lymphocyte proliferation, hematology and kidney injury markers in residents of an e-waste dismantling area in Zhejiang, China". Sci Total Environ. 536:215-222. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.025. Epub 2015 Jul 25. PubMed PMID: 26218560.

Xu X, Yang H, Chen A, et al. 2012. "Birth outcomes related to informal e-waste recycling in Guiyu, China". Reprod Toxicol. 33: 94–98.

Xu X, Hu H, Kearney GD, Kan H, and Sheps DS. 2013. "Studying the effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on peripheral arterial disease in the United States". Sci. Total Environ. 461–462:341-347.

Xu X, Liu J, Huang C, Lu F, Chiung YM, and Huo X. 2015. "Association of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and lead co-exposure with child physical growth and development in an ewaste recycling town". Chemosphere. 139:295-302. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.05.080. Epub 2015 Jul 4. PubMed PMID: 26151377.

Xu X, Zeng X, Boezen HM, Huo X. 2015. "E-waste environmental contamination and harm to public health in China". Front Med. 9(2):220-228.

Yohannessen K, Pinto-Galleguillos D, Parra-Giordano D, Agost A, Valdés M, Smith LM, Galen K, Arain A, Rojas F, Neitzel RL, and Ruiz-Rudolph P. 2019. "Health Assessment of Electronic Waste Workers in Chile: Participant Characterization". Int J Environ Res Public Health. 16(3). pii: E386. doi: 10.3390/ijerph16030386. PubMed PMID: 30700055; PubMed Central PMCID: PMC6388190.

Yuan J, Chen L, Chen D, et al. 2008. "Elevated serum polybrominated diphenyl ethers and thyroid-stimulating hormone associated with lymphocytic micronuclei in Chinese workers from an E-waste dismantling site". Environ Sci Technol. 42: 2195–200.

Zeng X, Xu X, Boezen HM, Vonk JM, Wu W, and Huo X. 2017. "Decreased lung function with mediation of blood parameters linked to e-waste lead and cadmium exposure in preschool children". Environ Pollut. 230:838-848. doi: 10.1016/j.envpol.2017.07.014. Epub 2017 Jul 19. PubMed PMID: 28734265.

Zeng X, Xu X, Qin Q, Ye K, Wu W, and Huo X. 2019. "Heavy metal exposure has adverse effects on the growth and development of preschool children". Environ Geochem Health. 41(1):309-321. doi: 10.1007/s10653-018-0114-z. Epub 2018 Apr 25. PubMed PMID: 29696494.

Zeng X, Xu X, Zhang Y, Li W, and Huo X. 2017. "Chest circumference and birth weight are good predictors of lung function in preschool children from an e-waste recycling area". Environ Sci Pollut Res Int. 24(28):22613-22621. doi: 10.1007/s11356-017-9885-5. Epub 2017 Aug 15. PubMed PMID: 28808870.

Zeng Z, Huo X, Zhang Y, Xiao Z, Zhang Y, and Xu X. 2018. "Lead exposure is associated with risk of impaired coagulation in preschool children from an e-waste recycling area". Environ Sci Pollut Res Int. 25(21):20670-20679. doi: 10.1007/s11356-018-2206-9.

Zhang B, Huo X, Xu L, Cheng Z, Cong X, Lu X, and Xu X. 2017. "Elevated lead levels from ewaste exposure are linked to decreased olfactory memory in children". Environ Pollut. 231(Pt 1):1112-1121. doi: 10.1016/j.envpol.2017.07.015.

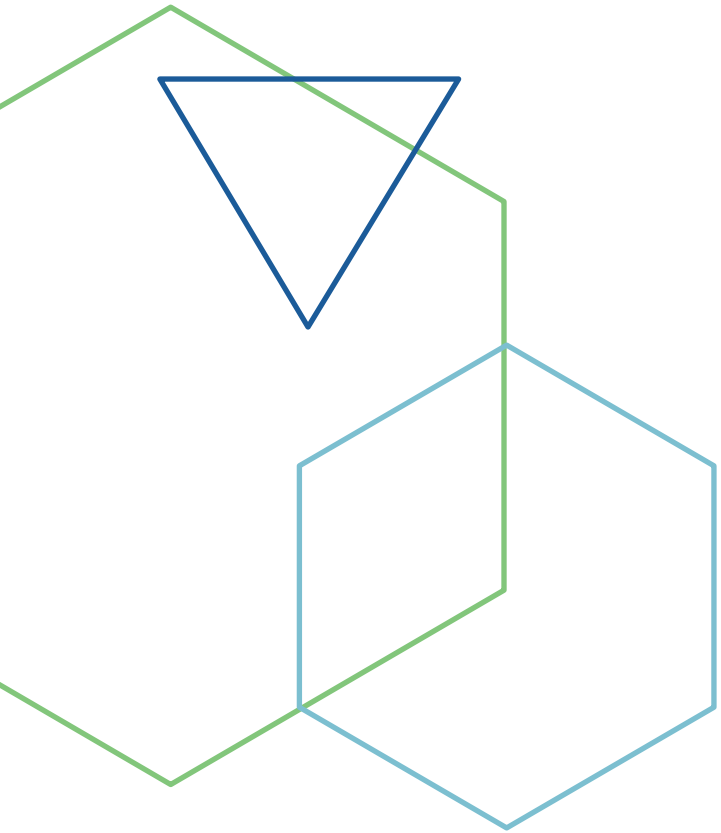
Zhang R, Huo X, Ho G, Chen X, Wang H, Wang T, and Ma L. 2015. "Attention deficit/hyperactivity symptoms in preschool children from an e-waste recycling town: assessment by the parent report derived from DSM-IV". BMC Pediatr. 15:51. doi: 10.1186/s12887-015-0368-x. PubMed PMID: 25939992; PubMed Central PMCID: PMC4429982.

Zhang Y, Huo X, Cao J, Yang T, Xu L, and Xu X. 2016. "Elevated lead levels and adverse effects on natural killer cells in children from an electronic waste recycling area". Environ Pollut. 213:143-150. doi: 10.1016/j.envpol.2016.02.004. Epub 2016 Feb 17. PubMed PMID: 26895538.

Zhang Y, Xu X, Chen A, Davuljigari CB, Zheng X, Kim SS, Dietrich KN, Ho SM, Reponen T, and Huo X. 2018. "Maternal urinary cadmium levels during pregnancy associated with risk of sex-dependent birth outcomes from an e-waste pollution site in China". Reprod Toxicol. 75:49-55. doi: 10.1016/j.reprotox.2017.11.003. Epub 2017 Nov 14. PubMed PMID: 29154917.

Zhang Y, Xu X, Sun D, Cao J, Zhang Y, and Huo X. 2017. "Alteration of the number and percentage of innate immune cells in preschool children from an e-waste recycling area". Ecotoxicol Environ Saf. 145:615-622. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.07.059. Epub 2017 Aug 12. PubMed PMID: 28806563.

Zheng G, Xu X, Li B, Wu K, Yekeen TA, and Huo X. 2013. "Association between lung function in school children and exposure to three transition metals from an e-waste recycling area". J Expo Sci Environ Epidemiol. 23: 67–72.



نبذة عن المؤلفين

فانيسا فورتي هي زميلة في برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) لدى جامعة الأمم المتحدة (UNU) وجامعة فيينا. وتركز بحوث فانيسا على قياس كمية المخلفات وتقييم آثارها، وهي مؤلفة للعديد من المنشورات التي تركز على قياس كميات المخلفات الإلكترونية والتأثيرات البيئية، مثل نسخة عام 2017 من المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2017 (بالدي وآخرون 2017) والمبادئ التوجيهية لإحصاءات المخلفات الإلكترونية المعترف بها عالمياً بشأن التصنيف والإبلاغ والمؤشرات (فورتي وآخرون 2018). وفاز المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2017 بجائزة أوروبية بشأن هدف التنمية المستدامة المتقدمة من الأكاديمية الدبلوماسية في فيينا. وهي تتولى مسؤولية التحديث المنتظم للمنهجيات والبرمجة وجمع البيانات والاستطلاع والنمذجة وتقديم التقارير عن إحصاءات المخلفات (المخلفات الإلكترونية والزئبق ومخلفات البطارية)، وقد قامت بدور مدير البيانات ضمن فريق برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE). وشاركت، بالإضافة إلى ذلك، في تطوير أدوات وأدلة تُستخدم عالمياً بشأن المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المطروحة في الأسواق ومخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE). وهي أيضاً عضو في الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية التي تعمل لمساعدة البلدان على إنتاج إحصاءات المخلفات الإلكترونية وبناء قاعدة بيانات عالمية للمخلفات الإلكترونية من أجل تتبع التطورات بمرور الوقت. وهي مسؤولة عن تنظيم وتطوير وإقامة ورش عمل لبناء القدرات بشأن إحصاءات المخلفات الإلكترونية وبناء القدرات المؤسسية بشأن المخلفات الإلكترونية في البلدان النامية. وحصلت فانيسا على درجة الماجستير في الهندسة البيئية من جامعة ديغول ستودي دي بولونيا، حيث تخرجت بامتياز.

الدكتور كورنيليس بيتر بالدا (كيس) هو كبير مسؤولي برنامج الدورات المستدامة بجامعة الأمم المتحدة. وفي جامعة الأمم المتحدة، تتمثل مهام كيس الرئيسية في قيادة العمل الإحصائي، وبناء القدرات المؤسسية في مجال إحصاءات المخلفات في مختلف البلدان، وسياسات المخلفات، وتقديم المشورة الإلكترونية إلى البلدان في مجال السياسات المعنية بالمخلفات، والإشراف على الموظفين والتطوير الاستراتيجي للفريق. وهو أحد مؤسسي الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية. وكيس هو حالياً الرئيس المشارك لفريق المهام المعني بإحصاءات المخلفات في مؤتمر الإحصائيين الأوروبيين التابع للجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (UNECE) والمكلف بوضع إطار لإحصاءات المخلفات يكفي لمراقبة سياسات اقتصاد إعادة التدوير وكذلك السياسات المعنية بالمخلفات الحالية والمستقبلية. بالإضافة إلى ذلك، اختارت الحكومة الهولندية كيس كعضو في مجلس إدارة السجل الهولندي للمخلفات الإلكترونية والإلكترونية، وهو الدور الذي شغله منذ عام 2015. وفي عام 2018، فاز المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2017 بجائزة أوروبية بشأن هدف التنمية المستدامة المتقدمة من الأكاديمية الدبلوماسية في فيينا. وفي مكتب الإحصاءات الهولندي، حصل كيس على جائزة الابتكار عن منشور النمو الهولندي المراعي للبيئة في عام 2012. وقبل ذاك، عمل كيس في مكتب الإحصاءات الهولندي كنائب لرئيس فريق إحصاءات البيئة. وحصل على درجة الدكتوراه في تخزين الهيدروجين من كلية الكيمياء في جامعة أوتريخت.

الدكتور روديغر كوهر هو مدير مكتب نائب رئيس جامعة الأمم المتحدة (UNU) في أوروبا، وبرنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE)، الذي يركز أعماله وأنشطته على الإنتاج والاستهلاك والتخلص المستدام. وشارك روديغر في تأسيس مبادرة حل مشكلة المخلفات الإلكترونية (StEP) وعمل كأمين تنفيذي لها في الفترة من 2007 إلى 2017. وفي الفترة من 1999 إلى 2009، شغل منصب رئيس منتدى انعدام الانبعاثات بجامعة الأمم المتحدة (ZEF) – مسؤول الاتصال الأوروبي، وفي الفترة من 2000 إلى 2002 كان أميناً للتحالف من أجل الهيكلة البيئية العالمية (AGES) في إطار شبكة الإنتاج الأنظف التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. وشارك روديغر في تأليف وفي تحرير العديد من الكتب والدراسات ومحاضر الجلسات، بما في ذلك المرصدان العالميان السابقان للمخلفات الإلكترونية في عامي 2014 و2017. وهو ينشر ويحاضر أيضاً، في جملة مواضيع تشمل فيما تشمل، نقل التكنولوجيا البيئية والسياسات البيئية العابرة للحدود الوطنية، والتنمية المستدامة الاستراتيجية، والتعاون الإنمائي. وكان روديغر مدير مشروع «استعراض عام 2008 للتوجيه EC/96/2002 بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (2007) «(WEEE). وهو من خلال تحصيله العلمي عالم سياسي واجتماعي بدرجة دكتوراه من جامعة أوسنابروك (ألمانيا) وماجستير من جامعة مونستر (ألمانيا)، بالإضافة إلى دراسات عليا أخرى في طوكيو، (اليابان)، وقد شغل منصب كبير أخصائيي البحث والتطوير في منظمة الخطوة الطبيعية (The Natural Step) في السويد وعمل كمستشار سياسات مستقل لدى مختلف الحكومات الوطنية والمنظمات الدولية والشركات. وكان زميلاً زائراً في جامعة برلين الحرة (ألمانيا) وجامعة هيتوتسوباشي (اليابان) وباحثاً مشاركاً في مركز البحوث الياباني بجامعة أوسنابروك.

غارام بيل هو مسؤول المخلفات الإلكترونية في مكتب تنمية الاتصالات (BDT) بالاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، ومقره في جنيف. وهو، من خلال العمل في شعبة البيئة والاتصالات في حالات الطوارئ (EET)، يشرف على الأنشطة المعنية بالمخلفات الإلكترونية في مكتب تنمية الاتصالات، وهي أنشطة تغطي وضع السياسات والتوعية. وكجزء من الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية، ينسق غارام المدخلات من مكتب تنمية الاتصالات بشأن بناء القدرات ومبادرات التوعية المتعلقة بالقياس الكمي للمخلفات الإلكترونية. وقبل انضمامه للاتحاد، عمل في فريق إدارة البيئة، وهو جهاز تنسيق تابع للأمم المتحدة على مستوى المنظومة يعنى بالبيئة والمستوطنات البشرية. وفي هذا المنصب، قاد أنشطة تسعى إلى ترشيد مختلف المبادرات ذات الصلة بالمخلفات الإلكترونية لوكالات وبرامج الأمم المتحدة. وقبل الانتقال إلى جنيف، عمل غارام لدى حكومة محلية في اسكتلندا في مجال المخلفات البلدية الصلبة. وهو حاصل على درجة الماجستير في التقييس والتنظيم الاجتماعي والتنمية المستدامة من جامعة جنيف.

الملحق 1

مفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU) والصلة بفئات المخلفات الإلكترونية

تصنيف المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE)
في إطار مفاتيح جامعة الأمم المتحدة وتلازم مفاتيح
جامعة الأمم المتحدة مع الفئات المندرجة تحت تصنيف EU-6

مفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU)	الوصف	فئة المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) وفق تصنيف EU-6
0001	تدفئة مركزية (مركبة في المنزل)	المعدات الكبيرة
0002	ألواح كهرضوئية (بما فيها المحولات)	المعدات الكبيرة
0101	تدفئة وتهوية مهنية (باستثناء معدات التبريد)	المعدات الكبيرة
0102	غسالات صحون	المعدات الكبيرة
0103	معدات مطبخ (مثل الأفران الكبيرة والصغيرة ومعدات الطهي)	المعدات الكبيرة
0104	غسالات ملابس (بما فيها المجففات المندمجة)	المعدات الكبيرة
0105	مجففات ملابس (مجففات غسيل، عصارات بالقوة النابذة)	المعدات الكبيرة
0106	تدفئة وتهوية منزلية (مثل منافذ التهوية والمراوح، والمدافئ الصغيرة)	المعدات الكبيرة
0108	ثلاجات (بما فيها المجتمعة)	معدات التبادل الحراري
0109	مجمدات	معدات التبادل الحراري
0111	مكيفات هواء (المركبة في المنزل والمحمولة)	معدات التبادل الحراري
0112	معدات تبريد أخرى (مثل مزيلات الرطوبة، ومجففات مضخات الحرارة)	معدات التبادل الحراري
0113	معدات تبريد مهنية (مثل مكيفات الهواء الكبيرة، وثلاجات عرض المحتوى)	معدات التبادل الحراري
0114	أفران موجات صغرية (بما فيها المجتمعة، باستثناء الشوايات)	المعدات الصغيرة
0201	معدات منزلية صغيرة أخرى (مثل المراوح الصغيرة والمكاوي والساعات والمحولات)	المعدات الصغيرة
0202	معدات تجهيز الأطعمة (مثل المحمصات والشوايات ومجهزات الأطعمة والمقالي)	المعدات الصغيرة
0203	معدات منزلية صغيرة لتسخين الماء (لتحضير القهوة والشاي وغير ذلك)	المعدات الصغيرة
0204	مكانس كهربائية (باستثناء المهنية)	المعدات الصغيرة
0205	معدات العناية الشخصية (فُرش الأسنان، مجففات الشعر، آلات الحلاقة)	المعدات الصغيرة
0301	معدات تكنولوجيا المعلومات الصغيرة (موجّهات، فئران، لوحات مفاتيح، محركات أقراص خارجية، مستلزمات)	معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة
0302	حواسيب مكتبية (باستثناء شاشات العرض واللوازم)	معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة
0303	حواسيب محمولة (بما فيها اللوحية)	شاشات العرض

مفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU)	الوصف	فئة المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) وفق تصنيف EU-6
0304	طابعات (ماسحات ضوئية، متعددة الوظائف، فاكسات)	معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة
0305	معدات اتصالات (هواتف (دون شريط) وآلات الرد على النداءات)	معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة
0306	هواتف متنقلة (بما فيها الهواتف الذكية وأجهزة الاستدعاء)	معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة
0307	معدات تكنولوجيا معلومات مهنية (مثل المخدمات، والموجهات، ومخزنات البيانات، وآلات النسخ)	المعدات الكبيرة
0308	شاشات أنبوب أشعة كاثودية	شاشات العرض
0309	شاشات عرض مسطحة (LED، LCD)	شاشات العرض
0401	إلكترونيات استهلاكية (مثل سماعات الرأس وأجهزة التحكم عن بُعد)	المعدات الصغيرة
0402	أجهزة صوت وفيديو محمولة (مثل MP3، والقارئات الإلكترونية، وأجهزة ملاحة السيارات)	المعدات الصغيرة
0403	آلات موسيقية، راديو، Hi-Fi (بما في ذلك أجهزة الصوت)	المعدات الصغيرة
0404	فيديو (مثل مسجلات فيديو، Ray Blue، DVD، أجهزة فك التشفير) وأجهزة عرض	المعدات الصغيرة
0405	مكبرات صوت	المعدات الصغيرة

مفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU)	الوصف	فئة المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) وفق تصنيف EU-6
0406	كاميرات (مثل كاميرات الفيديو والكاميرات الرقمية الثابتة)	المعدات الصغيرة
0407	تلفزيون أنبوب أشعة كاثودية	شاشات العرض
0408	شاشات تلفزيون مسطحة (LED، LCD، بلازما)	شاشات العرض
0501	معدات إضاءة صغيرة (باستثناء LED والمصابيح المتوهجة)	المعدات الصغيرة
0502	مصابيح فلورسنت مدمجة (بما فيها المضافة وغير المضافة)	المصابيح
0503	مصباح فلورسنت ذو أنبوب مستقيم	المصابيح
0504	مصابيح خاصة (مثل مصابيح الزئبق المهنية، والصوديوم عالي ومنخفض الضغط)	المصابيح
0505	مصابيح LED (بما فيها مصابيح LED المضافة)	المصابيح
0506	أجهزة إضاءة منزلية (بما فيها التجهيزات المنزلية المتوجهة، ومصابيح LED المنزلية)	المعدات الصغيرة
0507	إضاءة مهنية (المكاتب، الفضاء العام، الصناعة)	المعدات الصغيرة
0601	أدوات منزلية (مثل المثاقب، المناشير، المنظفات عالية الضغط، جزازات العشب)	المعدات الصغيرة

مفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU)	الوصف	فئة المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) وفق تصنيف EU-6
0602	أدوات مهنية (مثل أدوات اللحام والطحن)	المعدات الكبيرة
0701	ألعاب (مثل مجموعات سباق السيارات، والقطارات الكهربائية، وألعاب الموسيقى، وحواسيب الدراجات، والطائرات بدون طيار)	المعدات الصغيرة
0702	لوحات التحكم بالألعاب	معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الصغيرة
0703	معدات ترفيه (مثل المعدات الرياضية، والدراجات الكهربائية، وصناديق الموسيقى)	المعدات الكبيرة
0801	معدات طبية منزلية (مثل موازين الحرارة، أجهزة قياس ضغط الدم)	المعدات الصغيرة
0802	معدات طبية مهنية (في المستشفى، طب الأسنان، التشخيص)	المعدات الكبيرة
0901	معدات مراقبة وتحكم منزلية (إنذار، حرارة، دخان، باستثناء شاشات العرض)	المعدات الصغيرة
0902	معدات مراقبة وتحكم مهنية (المختبر، لوحات التحكم)	المعدات الكبيرة
1001	موَّزعات غير مبرّدة (مثل آلات البيع، المشروبات الساخنة، التذاكر، النقود)	المعدات الكبيرة
1002	موَّزعات مبرّدة (آلات البيع، المشروبات الباردة)	معدات التبادل الحراري

الملحق 2

المنهجية

حساب المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (POM) والمخلفات الإلكترونية المتولدة والمخزونات

يعتمد حساب المخلفات الإلكترونية المتولدة على البيانات التجريبية من أسلوب الاستهلاك الظاهر لحساب المعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (EEE POM) ونموذج عمر المبيعات. وفي هذا النموذج، تخضع بيانات عمر كل منتج للمعدات الكهربائية والإلكترونية المطروحة في الأسواق (EEE POM) (باستخدام دالة ويبول (Weibull)) من أجل حساب المخلفات الإلكترونية المتولدة. وتلتزم المنهجية الموصوفة لتحديد المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المطروحة في الأسواق بمقاربة المنهجية المشتركة كما يرد تعريفها في المادة 7 من توجيه الاتحاد الأوروبي بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) (ماغاليني وآخرون 2014).

حُصِّلت البيانات الواردة في هذا التقرير وعولجت باستخدام الخطوات التالية:

1. اختيار الرموز ذات الصلة التي تصف المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) في النظام المنسق لوصف وترميز السلع (HS).[38]

2. بالنسبة للاتحاد الأوروبي، استُخرجت البيانات الإحصائية للتجارة الدولية من المكتب الإحصائي للجماعات الأوروبية في رموز التسميات المولَّفة (CN) المكونة من ثمانية خانات عشرية. واستُخرجت أيضاً بيانات الإنتاج المحلي من المكتب الأوروبي للإحصاءات (EUROSTAT). وبالنسبة للبلدان الأخرى، استُخرجت البيانات الإحصائية عن الواردات والصادرات من قاعدة بيانات الأمم المتحدة Comtrade. وأُنجز ذلك في 181 بلداً وحوالي 220 رمز HS للأعوام 1995-2018. ثم صُنفت البلدان في خمس مجموعات وفقاً لتعادل القوة الشرائية (PPP) في السيناريو الاعتيادي، المستخرج من مرجع رياهي وآخرين 2017. وتكرر هذا الإجراء لكل عام لأن تعادل القوة الشرائية يتغير في البلاد على مر السنين، وخاصة بالنسبة للبلدان النامية. واستُفيد من هذه العملية في جعل الإحصاءات قابلة للمقارنة بين البلدان وفي حساب الاتجاهات بين المجموعات.

   المجموعة 1: أعلى تعادل قوة شرائية (أعلى من 312 32 دولاراً أمريكياً للفرد في عام 2016)
   المجموعة 2: تعادل قوة شرائية مرتفع (312 32 دولاراً أمريكياً – 560 13 دولاراً أمريكياً للفرد في عام 2016)
   المجموعة 3: تعادل القوة الشرائية متوسط (560 13–217 6 دولاراً أمريكياً للفرد في عام 2016)
   المجموعة 4: تعادل قوة شرائية منخفض (217 6–769 1 دولاراً أمريكياً للفرد في 2016)
   المجموعة 5: أدنى تعادل قوة شرائية (أقل من 769 1 دولاراً أمريكياً للفرد في 2016)

3. تحويل الوحدات إلى وزن باستخدام متوسط بيانات الوزن لكل نوع جهاز. ويُنشر متوسط الأوزان في المبادئ التوجيهية لإحصاءات المخلفات الإلكترونية (فورتي وبالدي، وكوهر، 2018).

4. يُحسب الوزن المطروح في الأسواق لمفاتيح جامعة الأمم المتحدة (UNU) الأربعة والخمسين باستخدام نهج الاستهلاك الظاهر: POM = الإنتاج المحلي + الاستيراد – التصدير (تشير هذه المعادلة إلى 28 دولة عضو في الاتحاد الأوروبي). وبالنسبة للبلدان غير الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي البالغ عددها 28 دولة، استُخرجت بيانات الإنتاج المحلي من قاعدة بيانات شعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة (UNSD) في التصنيف المركزي للمنتجات (CPC)، الإصدار 1.1.[39] (UNSD 2019)، بينما استُخرجت بيانات الإنتاج المحلي بالنسبة للصين وفيتنام من السجلات الوطنية. وعندما لم تتيسر البيانات الخاصة بالإنتاج المحلي، استُخدم النهج التالي: POM = استيراد – تصدير.

5. لا تشمل الأرقام الواردة في هذا التقرير مفتاح جامعة الأمم المتحدة 0002 (UNU) (ألواح كهرضوئية) لأن البيانات غير متاحة في قاعدة بيانات الأمم المتحدة Comtrade.

6. إجراء تصحيحات تلقائية للقيم المتطرفة في بيانات المبيعات. وتدعو الحاجة إلى ذلك لاكتشاف القيم المبالغة في انخفاضها (بسبب نقص بيانات الإنتاج المحلي في بعض البلدان حيث الإنتاج المحلي كبير نسبياً) أو المبالغة في ارتفاعها (بسبب سوء الإبلاغ عن الرموز أو الوحدات). ويستعاض عن هذه الإدخالات المكتشفة بقيم مبيعات أكثر واقعية إما من السلاسل الزمنية لبلد المنشأ أو من بلدان مماثلة. وتؤدي هذه الإجراءات الإحصائية إلى مجموعة بيانات متوائمة ذات نطاق مماثل ومبيعات متسقة لبلد ما بناءً على إحصاءات التجارة الخاصة به.

7. إجراء التصحيحات اليدوية بناءً على تحليل التصحيحات التلقائية. وتدعو الحاجة إلى ذلك لتصحيح البيانات غير الموثوق بها باستخدام المعرفة بالسوق. فعلى سبيل المثال، لم تُبَع تلفزيونات بشاشات CRT في السنوات الأخيرة. بالإضافة إلى ذلك، استعيض عن البيانات القطرية بشأن طرحها في السوق التي قدمتها البوسنة والهرسك بالبيانات المقدرة بأسلوب الاستهلاك الظاهر.

8. إجراء التصحيحات بناءً على معرفة معدلات الحيازة التي يقيسها الاتحاد للحواسيب المكتبية واليونيسيف (UNICEF 2018) في 75 بلداً و5 من مفاتيح UNU (0403, 0407, 0306, 0305, 0108).

9. تمديد السلسلة الزمنية للطرح في الأسواق. حُسب POM السابق رجوعاً إلى عام 1980 بناءً على اتجاهات البيانات المتاحة ودخول الجهاز إلى السوق. ويُتوقع POM المستقبلي حتى عام 2030 باستخدام أساليب استكمال خارجي متطورة. ويأخذ هذا المبدأ في الاعتبار النسبة بين POM وPPP لكل بلد ويستخدم هذه النسبة لتقدير الوضع في السوق مع توقعات PPP من قاعدة بيانات المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (SSP) (رياهي وآخرون 2017).

10. تحديد المخلفات الإلكترونية التي تولدها البلاد باستخدام ما طُرح من المعدات في الأسواق وتوزيعاتها طوال مدة صلاحيتها. وتحصَّل بيانات مدة الصلاحية من 28 دولة عضو في الاتحاد الأوروبي باستخدام توزيع ويبل (Weibull). ومن الناحية المثالية، تتحدد مدة صلاحية كل منتج بشكل تجريبي لكل

منتج لكل نوع من البلدان. وفي هذه المرحلة، ولم تتوفر سوى أوقات الإقامة الأوروبية المنسقة للمعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) من الدراسات المكثفة التي أجريت للاتحاد الأوروبي ووجدت أنها متجانسة تماماً في جميع أنحاء أوروبا، مما أدى إلى انحراف 10% في النتائج النهائية (ماغاليني وآخرون 2014). ونظراً لغياب البيانات، افتُرض أن أوقات الإقامة الأطول لكل منتج في الاتحاد الأوروبي كانت تنطبق تقريباً على البلدان غير الأعضاء في الاتحاد الأوروبي أيضاً. وفي بعض الحالات، يمكن أن يؤدي ذلك إلى المبالغة في التقدير، إذ أن المنتَج يمكن أن يدوم لفترة أطول في البلدان النامية منه في البلدان المتقدمة لأن سكان البلدان النامية أميَل لإصلاح المنتجات. ولكن يمكن أن يؤدي أيضاً إلى الإقلال في التقدير، نظراً لأن جودة المنتجات كثيراً ما تتدنى في البلدان النامية نظراً لأن المعدات المعاد استخدامها أو الإصدارات المنتَجة بأسعار أقل والتي لا تدوم طويلاً يمكن أن تدخل السوق المحلية. ولكن يُفترض، بشكل عام، أن هذه العملية تؤدي إلى تقديرات دقيقة نسبياً. ويجدر بالذكر أن ما طُرح من المعدات في الأسواق أكثر حساسية لكمية المخلفات الإلكترونية الناتجة من أعمار صلاحية المعدات.

11. تحديد كميات المخزون على أنها الفرق بين المعروض في الأسواق تاريخياً والمخلفات الإلكترونية المتولدة على مر السنين

المخلفات الإلكترونية في حاويات النفايات

جُمعت البيانات بشأن تدفقات المخلفات المكملة في حاويات النفايات ضمن الاتحاد الأوروبي من مشروع ProSUM (ولك-لبوانويتش وآخرون 2016 وروتر وآخرون 2016)؛ ومشروع ProSUM هو استعراض شاملة وتحليل لأدبيات البيانات الحالية والاتجاهات السابقة فيما يتعلق بالتخلص من مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في حاويات النفايات في الاتحاد الأوروبي الذي يضم 28 بلداً، بالإضافة إلى تحليل مصادر البيانات الأولية والثانوية للنرويج وسويسرا باستخدام قائمة مراجع ProSUM المكونة من المنشورات والمجلات والدراسات القطرية التي تحدد كمية مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في البلاد وتحليل فرز المخلفات المنزلية من أجل تقييم وجود مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في تدفقات المخلفات الصلبة البلدية الحالية الموجهة للترميد ومدافن المخلفات (ولك-لبوانويتش وآخرون 2016).

المخلفات الإلكترونية الموثقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها رسمياً

بالنسبة للاتحاد الأوروبي، استُخرج إجمالي كمية المخلفات الإلكترونية التي جُمعت وأُعيد تدويرها رسمياً من قاعدة بيانات المكتب الأوروبي للإحصاءات (EUROSTAT) عن 32 بلداً. وتشير أحدث البيانات إلى عام 2017. وبالنسبة للبلدان الأخرى في العالم، جُمعت البيانات من الاستبيانات التي أجراها برنامج دورات الحياة المستدامة (SCYCLE) ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) وشعبة الإحصاءات في الأمم المتحدة (UNSD). ووُزعت الاستبيانات على أكثر من 80 بلداً في المجموع الكلي، ولكن في معظم الحالات لم تكن لدى البلدان أي معلومات، وبالنسبة لتلك التي ردت، كانت مجموعات البيانات بعيدة عن الاكتمال والتنسيق. وفي حال عدم توفر البيانات، بُحث عن المعلومات ذات الصلة في الأدبيات. وفي المتوسط، تشير البيانات الخاصة بالمخلفات الإلكترونية التي جُمعت وأُعيد تدويرها رسمياً إلى عام 2016. وبالنسبة لجميع البلدان، جرى التنبؤ الآني ببيانات عام 2019 باستخدام معدلات إعادة التدوير والجمع في السلسلة الزمنية المتاحة وضربها ببيانات المخلفات الإلكترونية المتولدة. وقد أجريت الحسابات للبلدان التي تتوفر فيها نقطة بيانات واحدة على الأقل. واستُخدمت نتائج استبيانات UNSD وOECD والاستبيانات التجريبية لتجميع المجاميع العالمية الخاصة بجمع المخلفات الإلكترونية وإعادة تدويرها في هذا التقرير.

التدفقات المجهولة

فجوة المخلفات الإلكترونية هي كمية المخلفات الإلكترونية التي لم تُحتسب. فتُحسب التدفقات غير المعروفة عن طريق طرح كميات المخلفات الإلكترونية التي جُمعت رسمياً والمخلفات الإلكترونية الموجودة في حاويات النفايات من إجمالي كمية المخلفات الإلكترونية المتولدة.

النقل عبر الحدود للمعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة (UEEE) أو المخلفات الإلكترونية

اشتُقت مجموعة المعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة (UEEE) أو المخلفات الإلكترونية المصدرة باستعراض التقديرات المنشورة في الأدبيات الموجودة (مثل ديوان وآخرون 2013؛ لاساريدي وآخرون 2016؛ USITC 2013؛ خدمة استعلامات BIO 2013؛ هويزمان وآخرون 2015؛ كريك وفنسبلار 2010؛ غيرارتس وموتافوغلو وإيليس 2016).

السكان المشمولون بالسياسات والتشريعات الوطنية

قُيِّم وضع السياسات والتشريعات الوطنية الخاصة بالمخلفات الإلكترونية في هذا التقرير لتقييم ما إذا كانت توجد في البلاد سياسة و/أو تشريعات وطنية لإدارة المخلفات الإلكترونية سارية المفعول حتى عام 2019. وحُصِّلت البيانات السكانية من إدارة الأمم المتحدة للشؤون الاقتصادية والاجتماعية (UNDESA) – شعبة السكان لعام 2019. أما سياسة وحالة تشريعات المخلفات الإلكترونية في البلدان فهي مستمدة من قاعدة بيانات تكرم عملاء بتقديمها إلى الموردين (C2P) واستُكملت بمعلومات من دراسة رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA, 2020).

القياس الكمي للمواد الخام الموجودة في المخلفات الإلكترونية

حُسبت كمية المواد الخام الموجودة في المخلفات الإلكترونية من خلال ربط بيانات التكوين من مشروع ProSUM بالكمية المقدرة للمخلفات الإلكترونية المتولدة (هويزمان وآخرون2017). وفيما يلي قائمة رموز العناصر المُعتبرة في التحليل: Ag, Al, Au, Bi, Co, Cu, Fe, Ge, Hg, In, Ir, Os, Pd, Pt, Rh, Ru, Sb.

القياس الكمي لمثبطات اللهب المُبَرومَة (BRF) الموجودة في المخلفات الإلكترونية

جرى البحث في الأدبيات عن بيانات التكوين المتعلقة بالبلاستيك المثبط للهب المُبَرومَ، وعُثر على المعلومات ذات الصلة في المرجع (تشن وآخرون 2012؛ عباسي 2015؛ يو وآخرون2017). وعلى غرار المواد الخام الموجودة في المخلفات الإلكترونية، رُبطت بيانات المكونات في مثبطات اللهب المُبَرومَة بالكمية المقدرة للمخلفات الإلكترونية المتولدة.

القياس الكمي للزئبق الموجود في المخلفات الإلكترونية

حُسبت كمية الزئبق الموجودة في المخلفات الإلكترونية من خلال ربط بيانات التكوين من مشروع ProSUM بالكمية المقدرة للمخلفات الإلكترونية المتولدة (هويزمان وآخرون2017).

القياس الكمي لوفورات انبعاثات غازات الدفيئة (الإنتاج الأولي مقابل الثانوي)

أُخذت مصادر تقديرات انبعاثات غازات الدفيئة لكل كيلوغرام من المعادن المنتجة في حالة الإنتاج الأولي والثانوي من مرجع، فان دير فوت وآخرين 2019، وضُربت بكمية المعادن (الحديد والألمنيوم والنحاس) التي تُقدر إعادة تدويرها عالمياً في عام 2019.

القياس الكمي لانبعاثات غازات الدفيئة من المبردات

يتمثل نطاق هذا البحث في تقدير كمية مكافئات ثاني أكسيد الكربون التي يمكن إطلاقها في الغلاف الجوي إن لم يعَد تدوير معدات التبريد والتجميد (وبالتالي المبردات الموجودة في الأجهزة) بطريقة سليمة بيئياً.

وأجري استعراض للأدبيات لتقييم كمية ونوع المبردات المستخدمة في معدات التبريد والتجميد. وعُثر على معلومات ذات صلة عن الثلاجات ومكيفات الهواء في مرجع ديوان وآخرين .2018 وبعد ذلك، رُبطت كمية المبردات بالكمية المقدرة لمخلفات الثلاجات ومكيفات الهواء المتولدة في كل من البلدان المشمولة بالتحليل والبالغ عددها 181، وكذلك حسب السنة. وأخيراً، بُحث في احتمالات الاحترار العالمي (GWP) لكل نوع من أنواع المبردات وربُطت بكمية المبردات الموجودة في الثلاجات ومكيفات الهواء. واكتُشف أن المبردين R-11 وR-12 استُخدما في الثلاجات حتى عام 1994؛ ثم استعيض عنهما بالمبردين R-134a وR-22 حتى عام 2017. ومنذ عام 2017، استُخدم المبردان R-152a وR1234yf حصراً. وفي مكيفات الهواء، استُخدمت المبردات R-410a وR-134a وR-22 حتى عام 2017، واستُخدم المبردان R-32 وR-1234yf منذ ذلك الحين.

الملحق 3

الإحصاءات الرئيسية القطرية عن المخلفات الإلكترونية

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (kg/نسمة) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
أفغانستان	آسيا	23	0,6	غير مطبَّقة	لا
ألبانيا	أوروبا	21	7,4	غير مطبَّقة[66]	نعم
الجزائر	إفريقيا	309	7,1	غير مطبَّقة	لا
أنغولا	إفريقيا	125	4,2	غير مطبَّقة	لا
أنتيغوا وبربودا	الأمريكتان	1,2	12,7	غير مطبَّقة[66]	لا
الأرجنتين	الأمريكتان	465	10,3	11 (2013)[40]	نعم
أرمينيا	آسيا	17	5,8	غير مطبَّقة[66]	لا
أستراليا	الأمريكتان	2,2	19,3	غير مطبَّقة	لا
أروبا	أوقيانوسيا	554	21,7	58 (2018)[41]	نعم
النمسا	أوروبا	168	18,8	117 (2017)[42]	نعم
أذربيجان	آسيا	80	8,0	غير مطبَّقة	لا
البهاما	الأمريكتان	6,6	17,2	غير مطبَّقة	لا
البحرين	آسيا	24	15,9	غير مطبَّقة	لا
بنغلادش	آسيا	199	1,2	غير مطبَّقة	لا
بربادوس	الأمريكتان	3,6	12,7	غير مطبَّقة	لا
بيلاروس	أوروبا	88	9,3	6,2 (2017)[43]	نعم
بلجيكا	أوروبا	234	20,4	128 (2016)[42]	نعم

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (نسمة/kg) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
بليز	الأمريكتان	2,4	5,8	غير مطبَّقة	لا
بنن	إفريقيا	9,4	0,8	غير مطبَّقة	لا
بوتان	آسيا	3,4	4,0	غير مطبَّقة	لا
دولة بوليفيا المتعددة القوميات	الأمريكتان	41	3,6	غير مطبَّقة	نعم
البوسنة والهرسك	أوروبا	27	7,8	غير مطبَّقة[66]	نعم
بوتسوانا	إفريقيا	19	7,9	غير مطبَّقة	لا
البرازيل	الأمريكتان	2143	10,2	0,14 (2012)[44]	لا
بروني دار السلام	آسيا	8,7	19,7	غير مطبَّقة	لا
بلغاريا	أوروبا	82	11,7	54,5 (2017)[42]	نعم
بوركينا فاصو	إفريقيا	13	0,6	غير مطبَّقة	لا
بوروندي	إفريقيا	5,3	0,5	غير مطبَّقة	لا
كابو فيردي	إفريقيا	2,8	4,9	غير مطبَّقة[66]	لا
كمبوديا	آسيا	19	1,1	غير مطبَّقة	نعم
الكاميرون	إفريقيا	26	1,0	0,05 (2018)[45]	نعم
كندا	الأمريكتان	757	20,2	101 (2016)[46]	نعم
جمهورية إفريقيا الوسطى	إفريقيا	2,5	0,5	غير مطبَّقة	لا

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (نسمة/kg) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
تشاد	إفريقيا	10	0,8	غير مطبَّقة	لا
شيلي	الأمريكتان	186	9,9	5,5 (2017)[47]	نعم
الصين	آسيا	10129	7,2	1546 (2018)[48]	نعم
هونغ كونغ، المنطقة الإدارية الخاصة، الصين	آسيا	153	20,2	55,8 (2013)[49]	نعم
ماكاو، المنطقة الإدارية الخاصة، الصين	آسيا	12	18,1	غير مطبَّقة	نعم
كولومبيا	الأمريكتان	318	6,3	2,7 (2014)[46]	نعم
جزر القمر	إفريقيا	0,6	0,7	غير مطبَّقة	لا
الكونغو	إفريقيا	18	4,0	غير مطبَّقة	لا
كوستاريكا	الأمريكتان	51	10,0	غير مطبَّقة	نعم
كوت ديفوار	إفريقيا	30	1,1	غير مطبَّقة	نعم
كرواتيا	أوروبا	48	11,9	36 (2017)[42]	نعم
قبرص	آسيا	15	16,8	2,5 (2016)[42]	نعم
الجمهورية التشيكية	أوروبا	167	15,7	91 (2017)[42]	نعم
الدانمارك	أوروبا	130	22,4	70 (2017)[42]	نعم
جيبوتي	إفريقيا	1,1	1,0	غير مطبَّقة	لا

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (نسمة/kg) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
دومينيكا	الأمريكتان	0,6	7,9	غير مطبَّقة	لا
الجمهورية الدومينيكية	الأمريكتان	67	6,4	غير مطبَّقة	لا
إكوادور	الأمريكتان	99	5,7	0,005 (2017)[43]	نعم
مصر	إفريقيا	586	5,9	غير مطبَّقة	نعم
السلفادور	الأمريكتان	37	5,5	0,56 (2012)[50]	لا
إريتريا	إفريقيا	3,4	0,6	غير مطبَّقة	لا
إستونيا	أوروبا	17	13,1	13 (2017)[42]	نعم
إثيوبيا	إفريقيا	55	0,6	غير مطبَّقة	لا
فيجي	أوقيانوسيا	5,4	6,1	غير مطبَّقة	لا
فنلندا	أوروبا	110	19,8	65 (2017)[42]	نعم
فرنسا	أوروبا	1362	21,0	742 (2017)[42]	نعم
الغابون	إفريقيا	18	8,7	غير مطبَّقة	لا
جمهورية غامبيا	إفريقيا	2,7	1,2	غير مطبَّقة	لا
جورجيا	آسيا	27	7,3	غير مطبَّقة	لا
ألمانيا	أوروبا	1607	19,4	837 (2017)[42]	نعم
غانا	إفريقيا	53	1,8	غير مطبَّقة	نعم
اليونان	أوروبا	181	16,9	56 (2017)[42]	نعم

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (نسمة/kg) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
غرينادا	الأمريكتان	1,0	8,8	غير مطبَّقة	لا
غواتيمالا	الأمريكتان	75	4,3	غير مطبَّقة	لا
غينيا	إفريقيا	11	0,8	غير مطبَّقة	لا
غينيا – بيساو	إفريقيا	1,0	0,5	غير مطبَّقة	لا
غُيانا	الأمريكتان	5,0	6,3	غير مطبَّقة	لا
هندوراس	الأمريكتان	25	2,6	0,2 (2015)[51]	لا
هنغاريا	أوروبا	133	13,6	63 (2017)[42]	نعم
أيسلندا	أوروبا	7,6	21,4	5,3 (2017)[42]	نعم
الهند	آسيا	3230	2,4	30 (2016)[52]	نعم
إندونيسيا	آسيا	1618	6,1	غير مطبَّقة	لا
جمهورية إيران الإسلامية	آسيا	790	9,5	غير مطبَّقة	نعم
العراق	آسيا	278	7,1	غير مطبَّقة	لا
إيرلندا	أوروبا	93	18,7	52 (2017)[42]	نعم
إسرائيل	آسيا	132	14,5	غير مطبَّقة	نعم
إيطاليا	أوروبا	1063	17,5	369 (2016)[42]	نعم
جامايكا	الأمريكتان	18	6,2	0,05 (2017)[53]	لا
اليابان	آسيا	2569	20,4	570 (2017)[46]	نعم

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (نسمة/kg) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
الأردن	آسيا	55	5,4	1,3 (2018)[54]	نعم
كازاخستان	آسيا	172	9,2	10 (2017)[43]	لا
كينيا	إفريقيا	51	1,0	غير مطبَّقة	نعم
كيريباتي	أوقيانوسيا	0,1	0,9	غير مطبَّقة	لا
الكويت	آسيا	74	15,8	غير مطبَّقة	لا
قيرغيزستان	آسيا	10	1,5	غير مطبَّقة	لا
جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	آسيا	17	2,5	غير مطبَّقة	لا
لاتفيا	أوروبا	20	10,6	9,3 (2017)[42]	نعم
لبنان	آسيا	50	8,2	غير مطبَّقة	لا
ليسوتو	إفريقيا	2,3	1,1	غير مطبَّقة	لا
ليبيا	إفريقيا	76	11,5	غير مطبَّقة	لا
ليتوانيا	أوروبا	34	12,3	13 (2017)[42]	نعم
لكسمبرغ	أوروبا	12	18,9	6,1 (2017)[42]	نعم
مدغشقر	إفريقيا	15	0,6	غير مطبَّقة	نعم
ملاوي	إفريقيا	10	0,5	غير مطبَّقة	لا
ماليزيا	آسيا	364	11,1	غير مطبَّقة	نعم

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (نسمة/kg) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
ملديف	آسيا	3,4	9,1	غير مطبَّقة	لا
مالي	إفريقيا	15	0,8	غير مطبَّقة	لا
مالطة	أوروبا	6,8	14,5	1,7 (2016)[42]	نعم
موريتانيا	إفريقيا	6,4	1,4	غير مطبَّقة	لا
موريشيوس	إفريقيا	13	10,1	2 (2011)[55]	لا
المكسيك	الأمريكتان	1220	9,7	36 (2014)[46]	نعم
ولايات ميكرونيزيا المتحدة	أوقيانوسيا	0,2	1,9	غير مطبَّقة	لا
منغوليا	آسيا	17	5,2	غير مطبَّقة	نعم
الجبل الأسود	أوروبا	6,7	10,7	غير مطبَّقة	نعم
المغرب	إفريقيا	164	4,6	غير مطبَّقة	لا
موزامبيق	إفريقيا	17	0,5	غير مطبَّقة	لا
ميانمار	آسيا	82	1,6	غير مطبَّقة	لا
ناميبيا	إفريقيا	16	6,4	0,05 (2018)[56]	لا
نيبال	آسيا	28	0,9	غير مطبَّقة	لا
هولندا	أوروبا	373	21,6	166 (2017)[42]	نعم
نيوزيلندا	أوقيانوسيا	96	19,2	غير مطبَّقة	لا

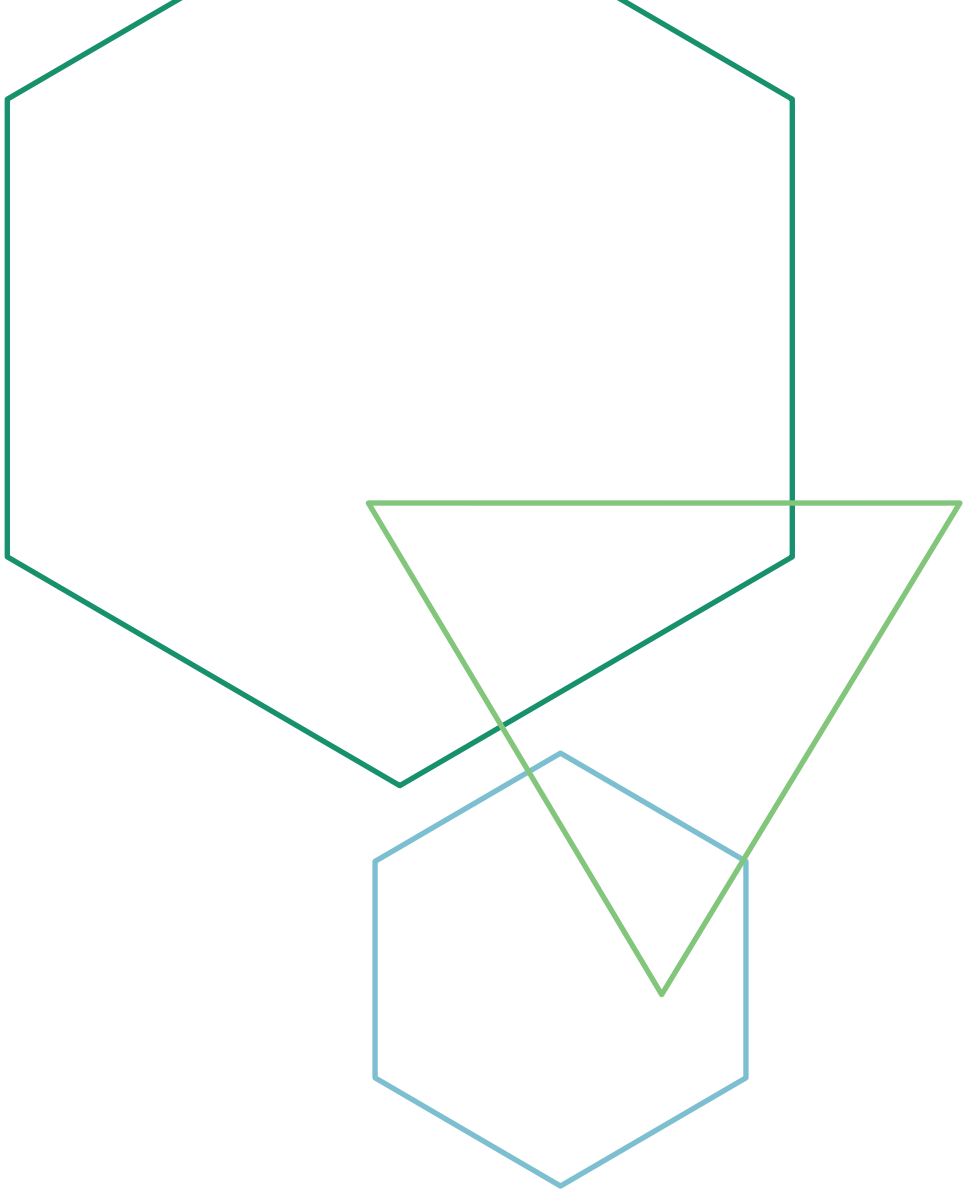
البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (kg/نسمة) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
نيكاراغوا	الأمريكتان	16	2,5	غير مطبَّقة	لا
النيجر	إفريقيا	9,3	0,5	غير مطبَّقة	لا
نيجيريا	إفريقيا	461	2,3	غير مطبَّقة	نعم
مقدونيا الشمالية	أوروبا	16	7,9	غير مطبَّقة	نعم
النرويج	أوروبا	139	26,0	99 (2017)[42]	نعم
عُمان	آسيا	69	15,8	غير مطبَّقة	لا
باكستان	آسيا	433	2,1	غير مطبَّقة	لا
بالاو	أوقيانوسيا	0,2	9,1	غير مطبَّقة	لا
بنما	الأمريكتان	40	9,4	غير مطبَّقة	لا
بابوا – غينيا الجديدة	أوقيانوسيا	9,2	1,1	غير مطبَّقة	لا
باراغواي	الأمريكتان	51	7,1	غير مطبَّقة	لا
بريو	الأمريكتان	204	6,3	2,7 (2017)[57]	نعم
الفلبين	آسيا	425	3,9	غير مطبَّقة	لا
بولندا	أوروبا	443	11,7	246 (2017)[42]	نعم
البرتغال	أوروبا	170	16,6	70 (2017)[42]	نعم
قطر	آسيا	37	13,6	غير مطبَّقة	لا
جمهورية كوريا	آسيا	818	15,8	292 (2017)[46]	نعم

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (kg/نسمة) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
جمهورية مولدوفا	أوروبا	14	4,0	غير مطبَّقة	نعم
رومانيا	أوروبا	223	11,4	47 (2016)[42]	نعم
الاتحاد الروسي	أوروبا	1631	11,3	90 (2014)[58]	لا
رواندا	إفريقيا	7,0	0,6	0,7 (2018)[59]	نعم
سانت كيتس ونيفيس	الأمريكتان	0,7	12,4	غير مطبَّقة	لا
سانتا لوسيا	الأمريكتان	1,7	9,7	0,03 (2015)[60]	لا
سان فنسنت وغرينادين	الأمريكتان	0,9	8,3	غير مطبَّقة	لا
ساموا	أوقيانوسيا	0,6	3,1	غير مطبَّقة	لا
سان تومي وبرينسيبي	إفريقيا	0,3	1,5	غير مطبَّقة	نعم
المملكة العربية السعودية	آسيا	595	17,6	غير مطبَّقة	لا
السنغال	إفريقيا	20	1,2	غير مطبَّقة	لا
صربيا	أوروبا	65	9,4	13 (2015)[61]	نعم
سيشيل	إفريقيا	1,2	12,6	غير مطبَّقة	لا
سرياليون	إفريقيا	4,2	0,5	غير مطبَّقة	لا
سنغافورة	آسيا	113	19,9	غير مطبَّقة	نعم
سلوفاكيا	أوروبا	70	12,8	30 (2017)[42]	نعم

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (نسمة/kg) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
سلوفينيا	أوروبا	31	15,1	12 (2016)[42]	نعم
جزر سليمان	أوقيانوسيا	0,5	0,8	غير مطبَّقة	لا
جنوب إفريقيا	إفريقيا	416	7,1	18 (2015)[62]	نعم
إسبانيا	أوروبا	888	19,0	287 (2017)[42]	نعم
سري لانكا	آسيا	138	6,3		نعم
السودان	إفريقيا	90	2,1	غير مطبَّقة	لا
سورينام	الأمريكتان	5,6	9,4	غير مطبَّقة	لا
سوازيلاند	إفريقيا	7,0	6,3	غير مطبَّقة	لا
السويد	أوروبا	208	20,1	142 (2017)[42]	نعم
سويسرا	أوروبا	201	23,4	123 (2017)[46]	نعم
الجمهورية العربية السورية	آسيا	91	5,2	غير مطبَّقة	لا
تايلاند	آسيا	621	9,2	غير مطبَّقة	نعم
تيمور ليشتي	آسيا	3,8	2,9	غير مطبَّقة	لا
توغو	إفريقيا	7,5	0,9	غير مطبَّقة	لا
تونغا	أوقيانوسيا	0,3	3,3	غير مطبَّقة	لا
ترينيداد وتوباغو	الأمريكتان	22	15,7	غير مطبَّقة	لا

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (kg/نسمة) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
تونس	إفريقيا	76	6,4	غير مطبَّقة	لا
تركيا	آسيا	847	10,2	125 (2015)[63]	نعم
تركمانستان	آسيا	39	6,5	غير مطبَّقة	لا
توفالو	أوقيانوسيا	0,0	1,5	غير مطبَّقة	لا
أوغندا	إفريقيا	32	0,8	0,18 (2018)[64]	نعم
أوكرانيا	أوروبا	324	7,7	40 (2017)[43]	نعم
الإمارات العربية المتحدة	آسيا	162	15,0	غير مطبَّقة	لا
المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وإيرلندا الشمالية	أوروبا	1598	23,9	871 (2017)[42]	نعم
جمهورية تنزانيا المتحدة	إفريقيا	50	1,0	غير مطبَّقة	نعم
الولايات المتحدة الأمريكية	الأمريكتان	6918	21,0	1020 (2017)[65]	نعم
أوروغواي	الأمريكتان	37	10,5	غير مطبَّقة	لا
فانواتو	أوقيانوسيا	0,3	1,1	غير مطبَّقة	لا
جمهورية فنزويلا البوليفارية	الأمريكتان	300	10,7	غير مطبَّقة	لا
فيتنام	آسيا	257	2,7	غير مطبَّقة	لا

البلد	المنطقة	المخلفات الإلكترونية المتولدة (كيلو طن) (2019)	المخلفات الإلكترونية المتولدة (kg/نسمة) (2019)	المخلفات الإلكترونية الموثَّقة ليصار إلى جمعها وإعادة تدويرها (كيلو طن)	توجد تشريعات/ سياسات أو لوائح وطنية
اليمن	آسيا	48	1,5	غير مطبَّقة	لا
زامبيا	إفريقيا	19	1,0	غير مطبَّقة	نعم
زمبابوي	إفريقيا	17	1,1	0,03 (2017)[43]	لا
مجمل الاستبيانات[66]				18,4 (2015~)[66]	



المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020

الكميات والتدفقات وإمكانيات اقتصاد التدوير

الفصل 1
ما هي المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) والمخلفات الإلكترونية؟

الفصل 2
الإحصاءات الرئيسية بشأن المخلفات الإلكترونية على الصعيد العالمي

الفصل 3
كيف تساهم بيانات المخلفات الإلكترونية في أهداف التنمية المستدامة

الفصل 4
قياس إحصاءات المخلفات الإلكترونية

الفصل 5
المواءمة العالمية من خلال الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية

الفصل 6
التشريعات بشأن المخلفات الإلكترونية ونقلها عبر الحدود

الفصل 7
إمكانيات المخلفات الإلكترونية في اقتصاد إعادة التدوير

الفصل 8
تأثير المخلفات الإلكترونية على صحة الأطفال والعمال

الفصل 9
إحصاءات رئيسية عن المخلفات الإلكترونية الإقليمية

ISBN Digital: 978-92-808-9114-0