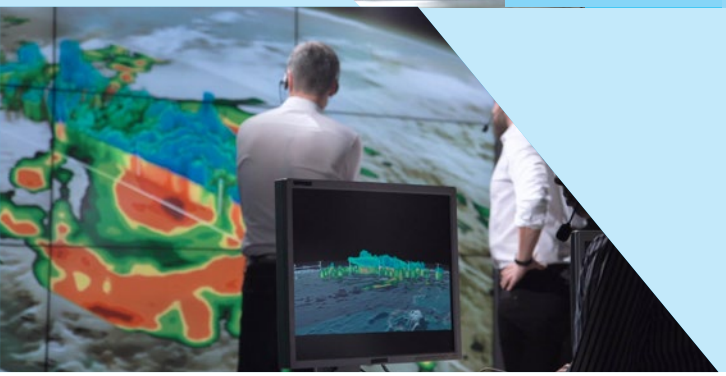
منشورات ITU
فترة الدراسة 2018-2021

الاتحاد الدولي للاتصالات
قطاع التنمية

لجنة الدراسات 2 المسألة 6

تكنولوجيات المعلومات والاتصالات والبيئة



التقرير النهائي للمسألة 6/2 لقطاع تنمية الاتصالات

تكنولوجيات المعلومات والاتصالات والبيئة

فترة الدراسة 2018-2021

تكنولوجيات المعلومات والاتصالات والبيئة: التقرير النهائي للمسألة 6/2 لقطاع تنمية الاتصالات لفترة الدراسة 2018-2021

ISBN 978-92-61-34196-1 (النسخة الإلكترونية)
ISBN 978-92-61-34206-7 (نسخة EPUB)
ISBN 978-92-61-34216-6 (نسخة Mobi)

© الاتحاد الدولي للاتصالات 2021

International Telecommunication Union, Place des Nations, CH-1211 Geneva, Switzerland

بعض الحقوق محفوظة. هذا العمل متاح للجمهور من خلال رخصة المشاع الإبداعي للمنظمات الحكومية الدولية Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 3.0 IGO license (CC BY-NC-SA 3.0 IGO).

وبموجب شروط هذه الرخصة، يمكنك نسخ هذا العمل وإعادة توزيعه وتكييفه لأغراض غير تجارية، على أن يُقتبس العمل على النحو الصحيح كما هو مبين أدناه. وأيّاً كان استخدام هذا العمل، ينبغي عدم الإيحاء بأن الاتحاد الدولي للاتصالات يدعم أي منظمة أو منتجات أو خدمات محددة. ولا يُسمح باستخدام اسم الاتحاد أو شعاره على نحو غير مرخص به. وإذا قمت بتكييف العمل، فسيتعين عليك استصدار رخصة لعملك في إطار الرخصة Creative Commons نفسها أو ما يكافئها. وإذا أُنتجت ترجمة لهذا العمل، فينبغي لك إضافة إخلاء المسؤولية التالي إلى جانب الاقتباس المقترح: "هذه الترجمة غير صادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU). والاتحاد غير مسؤول عن محتوى هذه الترجمة أو دقتها. والنسخة الإنكليزية الأصلية هي النسخة الملزمة والمعتمدة". للحصول على مزيد من المعلومات، يرجى زيارة الموقع التالي: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/

اقتباس مقترح. تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والبيئة: التقرير النهائي بشأن المسألة 6/2 لقطاع تنمية الاتصالات لفترة الدراسة 2018-2021. جنيف: الاتحاد الدولي للاتصالات، 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

مواد صادرة عن أطراف ثالثة. إذا أردت إعادة استخدام مواد من هذا العمل منسوبة إلى طرف ثالث، مثل الجداول أو الأشكال أو الصور، تقع عليك مسؤولية تحديد إذا ما كان هناك ضرورة للحصول على إذن لإعادة الاستخدام، وعليك الحصول على هذا الإذن من صاحب حق التأليف والنشر. وتقع على عاتق المستخدم وحده المسؤولية عن المطالبات الناتجة عن أي مخالفة تتعلق بمواد في هذا العمل يملكها طرف ثالث.

إخلاء مسؤولية. التسميات المستخدمة في هذا المنشور وطريقة عرض المواد فيه لا تعني بأي حال من الأحوال التعبير عن أي رأي من جانب الاتحاد الدولي للاتصالات أو من جانب أمانة الاتحاد فيما يتعلق بالوضع القانوني لأيٍّ من البلدان أو الأقاليم أو المدن أو المناطق أو لسلطاتها، أو فيما يتعلق بتعيين حدودها أو تخومها.

والإشارة إلى شركات محددة أو منتجات صناعية معينة لا تعني أن الاتحاد الدولي للاتصالات يدعمها أو يوصي بها تفضيلاً لها على غيرها من الشركات والمنتجات المماثلة لها التي لم يشر إليها. عدا ما يتعلق بالخطأ والسهو، يشار إلى المنتجات المسجلة الملكية بالأحرف الأولية من أسمائها بالإنكليزية.

اتخذ الاتحاد الدولي للاتصالات جميع الاحتياطات المعقولة للتحقق من المعلومات الواردة في هذا المنشور. ومع ذلك، توزَّع المواد المنشورة دون أي ضمان من أي نوع، سواء كان صريحاً أو ضمنياً. وتقع مسؤولية تفسير المواد واستعمالها على عاتق القارئ. والاتحاد غير مسؤول بأي حال من الأحوال عن الأضرار الناتجة عن استخدامها.

مرجع صورة الغلاف: Shutterstock

شكر وتقدير

تمثل لجان الدراسات لقطاع تنمية الاتصالات بالاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-D) منصة محايدة يلتقي في إطارها خبراء من الحكومات ومن دوائر الصناعة ومنظمات الاتصالات والهيئات الأكاديمية من جميع أنحاء العالم لإنتاج الأدوات والموارد العملية لمعالجة قضايا التنمية. ولهذا الغرض، تضطلع لجنتا دراسات قطاع تنمية الاتصالات بمسؤولية إعداد التقارير والمبادئ التوجيهية والتوصيات على أساس المدخلات الواردة من الأعضاء. ويُتخذ القرار كل أربع سنوات في المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (WTDC) فيما يتعلق بالمسائل التي ستخضع للدراسة. ووافق أعضاء الاتحاد المشاركون في المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2017 (WTDC-17) في بوينس آيرس في أكتوبر 2017 على أن تتناول لجنة الدراسات 2 في الفترة 2018-2021 سبع مسائل ضمن النطاق العام بشأن "خدمات وتطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل تعزيز التنمية المستدامة."

وأُعدّ هذا التقرير استجابة للمسألة 6/2: **تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والبيئة** بتوجيه عام وتنسيق من جانب فريق إدارة لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات بقيادة السيد أحمد رضا شرفات (جمهورية إيران الإسلامية)، بصفته الرئيس، بمساعدة نواب الرئيس التالية أسماؤهم: السيد ناصر المرزوقي (الإمارات العربية المتحدة) (استقال في 2018)؛ والسيد عبد العزيز الزرعوني (الإمارات العربية المتحدة)؛ والسيد فيليبي ميغيل أنطونيس باتيستا (البرتغال) (استقال في 2019)؛ والسيدة نورا عبد الله حسن بشير (السودان)؛ والسيدة ماريا بولشاكوفا (الاتحاد الروسي)؛ والسيدة سيلينا ديلغادو كاستيون (نيكاراغوا)؛ والسيد ياكوف غاس (الاتحاد الروسي) (استقال في 2020)؛ والسيد أناندا راج كانال (جمهورية نيبال)؛ السيد رونالد ياو كودوزيا (غانا)؛ والسيد توليبجون أولتينوفيتش ميرزاكولوف (أوزبكستان)؛ والسيدة ألينا مودان (رومانيا)؛ والسيد هنري شوكوودوميمي نكيمادو (نيجيريا)؛ والسيدة كي وانغ (الصين)؛ والسيد دومينيك فورغيس (فرنسا).

وأُعد التقرير تحت قيادة المقررين المشاركين المعنيين بالمسألة 6/2، السيدة أبراجيتا شارما (الهند) (الملخص التنفيذي، والفصول 1 و4 و6) والسيد سيسيه كان (المجتمع المدني الإفريقي من أجل مجتمع المعلومات)، وبمساعدة نواب المقررين التالية أسماؤهم: السيدة سيمون فيريرا ريبيرو (البرازيل) (الفصلان 4 و5)؛ والسيد ريتشارد أناغو (بوركينا فاصو)، والسيد عيسى كامارا (مالي)؛ والسيد ياكوف غاس (الاتحاد الروسي) (استقال في 2020)؛ والسيد خوسيه جان-باتيست (هايتي)؛ والسيدة أماندين كاليما كاتانتي (جمهورية الكونغو الديمقراطية)؛ إلى جانب المساهمين النشطين التالية أسماؤهم: السيد أوستر روك بادو، والسيد تاتيان دوسو والسيدة كاريل توهو أكلاساتو (بنن) (الفصل 2)؛ والسيدة رين باسين (السنغال) (الفصل 3)؛ والسيد ياسوشي فوا والسيد هارو كانكو (جامعة شينشو، اليابان) (الفصل 4)؛ والسيد راؤول تشومتشوا (الكاميرون) (الفصل 3).

وأُعد هذا التقرير بدعم من مسؤولي الاتصال في مكتب تنمية الاتصالات، والمحررين، وكذلك فريق إنتاج المنشورات وأمانة لجان الدراسات التابعة لقطاع تنمية الاتصالات.

جدول المحتويات

شكر وتقدير iii

قائمة بالجداول والأشكال vi

ملخص تنفيذي vii

المختصَرات والأسماء المختصرة ix

الفصل 1 – معلومات أساسية عن المخلفات الإلكترونية 1

الفصل 2 - التثقيف والتوعية بشأن المخلفات الإلكترونية 10

1.2 أهمية التخلص السليم من المخلفات الإلكترونية وعواقب عدم القيام بذلك على البيئة وصحة الإنسان 10

1.1.2 العواقب البيئية 10

2.1.2 التداعيات البشرية 11

3.1.2 العواقب الاجتماعية والاقتصادية 11

2.2 ما يمكن للمستهلكين القيام به لتقليل إنتاج المخلفات الإلكترونية (المواضيع الأربعة) .. 12

1.2.2 التفكير 12

2.2.2 الخفض 12

3.2.2 إعادة الاستخدام 12

4.2.2 إعادة التدوير 13

3.2 ما الذي يتعين القيام به لإدارة المخلفات الإلكترونية الناتجة عن فرادى وجماعات المستهلكين 14

4.2 معلومات عن مواقع تسليم المخلفات الإلكترونية 15

الفصل 3 - سلسلة قيمة المخلفات الإلكترونية وإدارتها 16

1.3 مجموعة المعدات الكهربائية والإلكترونية المستهدَفة بإعادة التدوير 16

2.3 تنظيم نظام إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية 16

1.2.3 سلسلة القيمة 16

2.2.3 الأدوار 17

3.3 نظرة عامة على الوضع في بعض البلدان في منطقة إفريقيا 19

4.3 دراسات حالة عن المخلفات الإلكترونية 21

الفصل 4 - التكنولوجيات الطليعية والتخفيف من آثار تغير المناخ 23

1.4 خلفية 23

1.1.4 أمثلة على تأثيرات تغير المناخ في العالم 24

2.1.4 الأحداث المؤدية إلى تغير المناخ 24

3.1.4 الوكالات المشاركة في التخفيف من تغير المناخ 25

2.4 تكنولوجيات وأنظمة وتطبيقات جديدة لمراقبة المناخ وتقليل تأثيره 26

1.2.4 البيانات الضخمة 27
2.2.4 الذكاء الاصطناعي 30
3.2.4 تعلم الآلة 30
4.2.4 الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) 31
5.2.4 التنقيب في البيانات 32

3.4 دراسات حالة قُطرية بشأن التكنولوجيات الجديدة لمراقبة تغير المناخ 32
1.3.4 أنشطة التخفيف من تأثير تغير المناخ (الهند) 32
2.3.4 شبكات الاستشعار بالمعلومات البيئية ودراسات حالة أخرى في مدينة شيوجيري (اليابان) 32

الفصل 5 - التدابير المضادة لتغير المناخ 36

1.5 المبادئ التوجيهية لأفضل الممارسات بشأن مراقبة تغير المناخ والتخفيف من تأثيره 36
2.5 تكنولوجيا لمراقبة تغير المناخ والتخفيف من تأثيره 38
3.5 دور رصد الأرض في مراقبة تغير المناخ والتخفيف من تأثيره 38

الفصل 6 - الاستنتاجات 41

1.6 مستقبل المخلفات الإلكترونية 41
2.6 تغير المناخ، الأفق المستقبلي 41

Annexes 43

Annex 1: Bibliography and online resources 43
Annex 2: List of contributions and liaison statements received on Question 6/2 44

قائمة بالجداول والأشكال

الجداول

الجدول 1: فئات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) وفقاً لتوجيهات الاتحاد الأوروبي.....16

الجدول 2: أنواع المعالجة الخمسة.....17

الجدول 3: نظرة عامة على التشريعات والمبادرات المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية.....20

الأشكال

الشكل 1: حالة حجم المخلفات الإلكترونية والتنبؤ بها.....2

الشكل 2: البلدان التي لديها سياسات أو تشريعات أو لوائح تتعلق بالمخلفات الإلكترونية.....8

الشكل 3: مشروع ميدالية طوكيو 2020.....9

الشكل 4: نشرة التوعية بالمخلفات الإلكترونية في سري لانكا.....14

الشكل 5: شذوذ درجات الحرارة العالمية (من عام 1880 إلى عام 2019).....24

الشكل 6: اتجاهات التكنولوجيا.....27

الشكل 7: الحجم السنوي لمجال البيانات العالمي.....28

الشكل 8: مصادر البيانات الضخمة.....29

الشكل 9: أنواع البيانات الضخمة.....30

الشكل 10: حلقة التعلم المعزَّز.....31

الشكل 11: منصة شيوجيري لجمع بيانات المعلومات البيئية وشبكة استشعار إنترنت الأشياء الخاصة بها.....33

الشكل 12: دراسة حالة البنية التحتية لاتصالات معلومات التلفزيون الكبلي (CATV) بواسطة الشبكة المعرَّفة بالبرمجيات (SDN).....34

الشكل 13: دراسة حالة برمجيات الاستفادة من البيانات.....34

الشكل 14: شبكة القدرة الكهربائية الإقليمية المتولدة بالكتلة الحيوية لإمداد شبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وإعادة تدوير المواد البيئية.....35

الشكل 15: غابة ذات أشجار صنوبر ميتة.....35

الشكل 16: نظام كاميرات الطائرات بدون طيار.....35

الشكل 17: نظام إيكولوجي رقمي.....37

الشكل 18: إطار لتدريب مجموعة بيانات.....37

الشكل 19: نظام ساتلي للأرصاد الجوية.....39

الشكل 20: رصد الأرض واتفاق باريس.....40

ملخص تنفيذي

إن هذا التقرير النهائي بشأن المسألة 6/2 التي عُهد بها إلى لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات (ITU-D) لفترة الدراسة 2018-2021 يقدم لمحة عامة عن تحدي للمخلفات الإلكترونية المتزايد ويعرض الحلول القائمة للتخلص الآمن من تيار المخلفات هذا واستخدامه. وهو يركز على دور التكنولوجيا وتنفيذها في سياق الإجراءات المناخية، والتخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه، ومراقبة المناخ بالإضافة إلى حلول تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) الكفيلة بتحسين التنمية المستدامة وتحقيق كفاءتها.

ويُتوقع أن تكون تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) المُيسر الأساسي في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه. وهذا يشمل التكنولوجيات الطليعية مثل الذكاء الاصطناعي ورصد الأرض والبيانات الضخمة التي ستتيح إمكانية إبقاء التقلبات المتزايدة في درجات الحرارة تحت السيطرة، وستحسن عمليات معالجة المخلفات والصرف الصحي والطاقات المتجددة. وأصبحت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أدوات أساسية في مجالات من قبيل البحث عن مياه نظيفة ميسورة التكلفة، ومراقبة الكوارث/الأخطار الطبيعية والتخفيف من حدتها، وإنتاج الغذاء والأمن الغذائي.

ولتغير المناخ وتقلب المناخ تأثير عام على حياتنا اليومية. إذ تتأثر بتغير المناخ صحتنا وبنيتنا التحتية ومواردنا المائية، وأنماط المطر وأنماط الزراعة لدينا، ومناطقنا الساحلية وسلامتنا. ويركز هذا التقرير أيضاً على التكييف العملي لتكنولوجيات العصر الجديد كي تتصدى للتخفيف من تغير المناخ بالإضافة إلى كيفية تأثيرها على البيئة بشكل مباشر وغير مباشر.

وقد حددت الدراسات التي أجريت في إطار المسألة 6/2 المشاكل المرتبطة بالمخلفات الإلكترونية وتغير المناخ، بما في ذلك أصحاب المصلحة والأولويات العالمية والإقليمية، مع التركيز على جمع البيانات ودراسات الحالة وأفضل الممارسات والسياسات والاستدامة. ودُرست أيضاً نتائج المبادرات السابقة، ونوقشت الاحتياجات الإقليمية، بما في ذلك السياسات وخطط العمل المشتركة التي يمكن تفصيلها على مقاس الاحتياجات المحددة للدول الأعضاء. ودُرست التجارب الناجحة وأفضل الممارسات على الصعيدين الإقليمي والوطني، ونُظمت أيضاً ورش عمل لمناقشة آخر التطورات ومقارنة السياسات. وشارك في ذلك طوال الوقت أصحاب المصلحة بما في ذلك الحكومات وواضعو السياسات والمجتمع المدني والأوساط الأكاديمية والمنظمين والمنظمات المختلفة.

ويتضمن هذا التقرير بعض أفضل الممارسات والسياسات ودراسات الحالة القطرية التي عُرضت في اجتماعات فريق إدارة المسألة 6/2 لدى لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات خلال دورة الدراسة 2018-2021. وترد أيضاً إحالات إلى تقارير القطاعين الآخرين بالاتحاد الدولي للاتصالات.

الفصل 1 يقدم لمحة عامة عن المخلفات الإلكترونية والأنماط والاتجاهات العالمية في زيادة المخلفات الإلكترونية، فضلاً عن وصف لمختلف المنظمات والمبادرات التي تهدف إلى معالجة المخلفات الإلكترونية.

الفصل 2 يركز على التعليم والتوعية، والمخاطر التي تشكلها المخلفات الإلكترونية على صحة الإنسان والبيئة، وأهمية الإدارة السليمة للمخلفات الإلكترونية وعملية التخلص منها، إلى جانب إجراءات يتخذها المستهلك للحد من المخلفات الإلكترونية.

الفصل 3 يركز على وضع استراتيجيات بشأن المخلفات الإلكترونية، وإعادة التدوير، وأنظمة استعادة المخلفات الإلكترونية، ومشاركة القطاعين العام/الخاص، والمبادرات الحكومية. ونوقشت أيضاً نماذج تمويل متنوعة لأنظمة استعادة المخلفات الإلكترونية لمنع ظهور هذه المخلفات والتأكد من بقائها مجدية اقتصادياً بالإضافة إلى دراسات الحالة وأفضل الممارسات والسياسات المعنية بجمع المخلفات الإلكترونية من أصحاب المصلحة، بما في ذلك النقل والتخزين الآمنان، ومعايير السلامة وتدريب القطاع غير الرسمي المنخرط في التفكيك اليدوي للمخلفات الإلكترونية والتعامل معها، وكذلك الجدوى الاقتصادية من إعادة التدوير وإعادة الاستخدام.

الفصل 4 يركز على التكنولوجيات والأنظمة والتطبيقات الجديدة لمراقبة المناخ وتقليل تأثيره. ويوضح هذا الفصل فعالية البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في إقناع واضعي السياسات وقادة الصناعة بأهمية التحديات البيئية بالإضافة إلى تحقيق الشفافية والوضوح في السياسات الجديدة للحكومات ودوائر الصناعة، ووضع معايير جديدة لإنتاج الانبعاثات والحد. منها. ويمكن لمخرجات مثل هذا التحليل أن تساعد الاقتصادات الناشئة، في تكييف وتعزيز ووضع سياسات واستراتيجيات وأنظمة تكيف فعالة للتغلب على سيناريوهات الظروف الجوية القاسية.

ويبرز هذا الفصل أيضاً الصعوبات في مراقبة تغير المناخ في البلدان النامية، حيث لا تتوفر مقاييس مشتركة لقياس التكاليف الاجتماعية والاقتصادية لتغير المناخ التي تواجهها الاقتصادات الناشئة.

الفصل 5 يركز على المبادئ التوجيهية والتكنولوجيات وتطوير أفضل الممارسات المتعلقة باستراتيجيات مراقبة تغير المناخ والتخفيف من حدته وهو يناقش دور رصد الأرض (بالسواتل وأجهزة الاستشعار، وما إلى ذلك) الذي يقدم تنبؤات دقيقة بالطقس ويساعد الاقتصادات الناشئة على تخطيط أهداف التنمية من خلال التصدي لتغير أنماط الطقس.

المختصَرات والأسماء المختصرة

ACSIS	المجتمع المدني الإفريقي المعني بمجتمع المعلومات *(African Civil Society on the Information Society)*
AI	الذكاء الاصطناعي *(artificial intelligence)*
ANN	الشبكة العصبية الاصطناعية *(artificial neural network)*
AR / VR	الواقع المعزز / الواقع الافتراضي *(augmented reality/virtual reality)*
BDT	مكتب تنمية الاتصالات *(Telecommunication Development Bureau)*
DL	تعلم عميق *(deep learning)*
DVD	قرص فيديو رقمي *(digital video disk)*
ECOWAS	المجموعة الاقتصادية لدول غرب إفريقيا *(Economic Community of West African States)*
EEA	المنطقة الاقتصادية الأوروبية *(European Economic Area)*
EEE	المعدات الكهربائية والإلكترونية *(electrical and electronic equipment)*
EMG	فريق إدارة البيئة *(Environment Management Group)*
EIT	المعهد الأوروبي للابتكار والتكنولوجيا *(European Institute of Innovation and Technology)*
EPR	مسؤولية المنتِج الموسعة *(extended producer responsibility)*
EU	الاتحاد الأوروبي *(European Union)*
GB	غيغا بايتات *(gigabytes)*
GEM	المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية *(Global E-waste Monitor)*
GeSI	مبادرة الاستدامة الإلكترونية العالمية *(Global e-Sustainability Initiative)*
GESP	الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية *(Global E-waste Statistics Partnership)*
GIZ	وكالة التعاون الألمانية *(Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)*
GPS	النظام العالمي لتحديد المواقع *(Global Positioning System)*
GPU	وحدة معالجة الرسومات *(graphical processing unit)*
ICT	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICTs بصيغة الجمع) *(information and communication technology (plural ICTs))*
IDC	مؤسسة البيانات الدولية *(International Data Corporation)*
IDMC	مركز مراقبة النزوح الداخلي *(Internal Displacement Monitoring Centre)*
IETC	المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية *(International Environmental Technology Centre)*
ILO	منظمة العمل الدولية *(International Labour Organization)*
IoT	إنترنت الأشياء *(Internet of Things)*

(تابع)

IPv4	الإصدار الرابع من بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol fourth version)*
IPv6	الإصدار السادس من بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol sixth version)*
ISWA	الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة *(International Solid Waste Association)*
ITC	مركز التجارة الدولي *(International Trade Centre)*
ITU	الاتحاد الدولي للاتصالات *(International Telecommunication Union)*
LCD	شاشة عرض بالبلورات السائلة *(liquid crystal display)*
LDC	بلد من أقل البلدان نمواً *(least developed country)*
M2M	الاتصالات من آلة إلى آلة *(machine-to-machine)*
M2P	الاتصالات من الآلة إلى الناس *(machine-to-people)*
MDP	عملية اتخاذ قرار *(Markov decision process* (Markov
ML	تعلم الآلة *(machine learning)*
MOOC	دورة تدريبية ضخمة ومفتوحة عبر الإنترنت *(massive open online course)*
MSME	المؤسسات متناهية الصغر والصغيرة والمتوسطة *(micro, small and medium-sized enterprise)*
Mt	طن متري *(metric tonne)*
NOAA	الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي *(National Oceanic and Atmospheric Administration)*
OECD	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي *(Organisation for Economic Co-operation and Development)*
PRO	منظمة مسؤولية المنتِج *(producer responsibility organization)*
PVC	كلوريد متعدد الفينيلات *(polyvinyl chloride)*
R&D	البحوث والتطوير *(research and development)*
RL	التعلم المعزَّز *(reinforcement learning)*
SaaS	البرمجيات كخدمة *(software as a service)*
SDGs	أهداف التنمية المستدامة *(Sustainable Development Goals)*
StEP	مبادرة حل مشكلة المخلفات الإلكترونية *(Solving the E-waste Problem initiative)*
TSB	مكتب تقييس الاتصالات *(Telecommunication Standardization Bureau)*
UN	الأمم المتحدة *(United Nations)*
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي *(United Nations Development Programme)*
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة *(United Nations Environment Programme)*
UNFCCC	اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ *(United Nations Framework Convention on Climate Change)*
UNIDO	منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية *(United Nations Industrial Development Organization)*

(تابع)

UNITAR	معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث *(United Nations Institute for Training and Research)*
UNU	جامعة الأمم المتحدة *(United Nations University)*
WEEE	مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية *(waste electrical and electronic equipment)*
WHO	منظمة الصحة العالمية *(World Health Organization)*
WMO	المنظمة العالمية للأرصاد الجوية *(Word Meteorological Organization)*
WWA	إسناد الطقس العالمي *(World Weather Attribution)*
WWF	الصندوق العالمي للطبيعة *(World Wide Fund for Nature)*
XML	لغة إلحاق النصوص القابلة للتوسيع *(extensible mark-up language)*

الفصل 1 – معلومات أساسية عن المخلفات الإلكترونية

يشار إلى المعدات الكهربائية والإلكترونية (EEE) المهملة (كالهواتف والحواسيب المحمولة والثلاجات وأجهزة الاستشعار وأجهزة التلفزيون) كمخلفات إلكترونية أو مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE). وتتكون غالبية المخلفات الإلكترونية من أجهزة شخصية أو منزلية مثل الحواسيب والأجهزة الذكية والشاشات والتلفزيونات والحواسيب اللوحية بالإضافة إلى أجهزة التدفئة والتبريد.[1]

ويُعتبر التعرض المباشر أو غير المباشر للمخلفات الإلكترونية من التماس الجسدي إلى استنشاق الأبخرة السامة خطراً على صحة الإنسان والحيوان. ويمكن أن يمر تراكم المخلفات الإلكترونية في التربة والماء والهواء والموارد الطبيعية الأخرى عبر السلسلة الغذائية فيؤدي إلى ظهور العديد من المنتجات الثانوية السامة التي تُستقلب بمعدل بطيء جداً في جسم الإنسان ويمكن أن تسبب ضرراً طويل المدى، بما في ذلك السرطان وأمراض نقص المناعة واضطرابات الجهاز التنفسي والاضطرابات الهرمونية والعيوب الخلقية ووفيات الرضع. والأطفال واليافعون هم الأكثر عرضة للمخاطر الصحية التي تشكلها المخلفات الإلكترونية لأن أجسامهم لا تزال في طور النمو.[2]

النمو العالمي للمخلفات الإلكترونية

المخلفات الإلكترونية هي التدفق الأسرع نمواً من بين المخلفات المنزلية على الصعيد العالمي، والذي تدفعه أساساً زيادة معدلات استهلاك المعدات الكهربائية والإلكترونية وقصر دورات الحياة وقلة خيارات الإصلاح.

ووفقاً للمرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020 (Global E-waste Monitor 2020)، في عام 2019:

- أُنتج حوالي 53,6 مليون طن متري (Mt) من المخلفات الإلكترونية في جميع أنحاء العالم، بزيادة قدرها 21 في المائة منذ عام 2014، وتشير التقديرات إلى أن أرقام المخلفات الإلكترونية العالمية ستصل بحلول عام 2030 إلى حوالي 74 مليون طن؛
- ولم يُجمع ويعاد تدوير سوى 17,4 في المائة من المخلفات الإلكترونية، مما أدى إلى خسارة كبيرة في المعادن الثمينة ذات القيمة العالية (مثل الذهب والفضة والنحاس والبلاتين) بقيمة تقديرية تبلغ حوالي 57 مليار دولار أمريكي، أي أعلى من الناتج المحلي الإجمالي لمعظم البلدان؛
- وولدت آسيا أكبر كمية من المخلفات الإلكترونية (24,9 Mt)، تليها الأمريكتان (13,1 Mt) ومنطقة أوروبا (12 Mt)، بينما ولدت منطقة إفريقيا 2,9 Mt.[3]

[1] تشكل المعدات الكهربائية والإلكترونية مجموعة متنوعة من المنتجات بما في ذلك أي آلات منزلية أو تجارية تحتوي على دارات أو مكونات كهربائية، مزودة بمصدر قدرة أو بطارية (مبادرة StEP).

[2] منظمة الصحة العالمية (WHO). المخلفات الإلكترونية وصحة الأطفال.

[3] الاتحاد الدولي للاتصالات. المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية لعام 2020.

الشكل 1: حالة حجم المخلفات الإلكترونية والتنبؤ بها[4]

المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات

الاتحاد الدولي للاتصالات والمبادرات بشأن المخلفات الإلكترونية

الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) هو وكالة متخصصة تابعة للأمم المتحدة تتولى المسؤولية عن العديد من القضايا المتعلقة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وعمليات وخدمات الاتصالات في جميع أنحاء العالم. وفي عام 2018، حدد مؤتمر المندوبين المفوضين، وهو أعلى هيئة لوضع السياسات في الاتحاد، أهدافاً تتعلق بالمخلفات الإلكترونية تسعى إلى زيادة المعدل العالمي لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية إلى 30 في المائة وإلى رفع النسبة المئوية للبلدان التي لديها تشريعات بشأن المخلفات الإلكترونية. إلى 50 في المائة بحلول عام 2023.

وقد كُلفت مديرة مكتب تنمية الاتصالات (BDT) بالاتحاد الدولي للاتصالات بمساعدة البلدان النامية على الاضطلاع بتقييم سليم لمقدار المخلفات الإلكترونية، وتنفيذ مشاريع تجريبية لتحقيق الإدارة السليمة بيئياً للمخلفات الإلكترونية من خلال جمع المخلفات الإلكترونية وتفكيكها وتجديدها وإعادة تدويرها، فضلاً عن اعتماد نهج قائم على دورة الحياة إزاء المنتجات الإلكترونية. وهذه المهمة منصوص عليها في القرار 66 (المراجَع في بوينس آيرس، 2017) للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتغير المناخ.

الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية

أسس الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، وجامعة الأمم المتحدة (UNU)، والرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA) الشراكة العالمية المعنية بإحصاءات المخلفات الإلكترونية (GESP)[5] في عام 2017 لمراقبة تطورات المخلفات الإلكترونية على مر الزمن، ولمساعدة البلدان على إنتاج إحصاءات عن المخلفات الإلكترونية. وستقوم المبادرة بإعلام واضعي السياسات ودوائر الصناعة والأوساط الأكاديمية ووسائل الإعلام وعامة الناس من خلال تعزيز فهم وتفسير بيانات المخلفات الإلكترونية العالمية وعلاقتها بأهداف التنمية المستدامة (SDG).

[4] الاتحاد الدولي للاتصالات. المخلفات الإلكترونية تشكل تحدياً مستشرياً. كيف يمكنك أن تساعد؟ *أخبار الاتحاد*، 21 يونيو 2018.
[5] الشراكة العالمية لإحصاءات المخلفات الإلكترونية (GESP): https://globalewaste.org/.

الاتحاد الدولي ودعم السياسات المعنية بالمخلفات الإلكترونية

مساعدةً للدول الأعضاء على تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية من جهة والإدارة البيئية من جهة أخرى، يقدم الاتحاد برنامجاً مخصصاً لوضع السياسات واللوائح. ويمكن للدول الأعضاء أن تطلب المساعدة التقنية من الاتحاد وأن تستفيد من خبراته في مجال بناء القدرات من أجل دعم وضع سياسات وطنية أو إقليمية بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

"*الخطوة 1 - طلب رسمي:*

ينبغي أن تقدم الدول الأعضاء طلباً رسمياً مكتوباً إلى المكتب الإقليمي للاتحاد مباشرةً من أجل طلب المساعدة التقنية من أجل وضع سياسات بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

الخطوة 2 - فريق مهام:

تُنصح الدول الأعضاء، إذا لم تكن قد قامت بذلك فعلاً، بإنشاء فريق مهام مخصص لوضع السياسات بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية. وسيتضمن هذا الفريق ممثلين حكوميين من قطاعات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والبيئة والصحة على الأقل.

الخطوة 3 - البيانات القُطرية:

يُنشئ الاتحاد ملف تعريف بالبلد يتضمن لمحة عامة عن البيئة والمجتمع والاقتصاد والمشهد التنظيمي الحالي والبنية التحتية لإدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية. ويجرى استعراض شامل للأدبيات وتُجمع البيانات التجارية وأي أرقام تتعلق بتوليد المخلفات أو تجميعها.

الخطوة 4 - وحدة تدريبية إلكترونية:

تُقدَم وحدة التعلم الإلكتروني إلى جميع أصحاب المصلحة العموميين على الصعيد الوطني مع عرض مقدمة للمفاهيم الأساسية المرتبطة بمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية. وتهدف هذه المقدمة المناسبة لوتيرة كل من المتدرّبين إلى تحضير أصحاب المصلحة لوضع سياسات بشأن مخلفات المعدات الإلكترونية.

الخطوة 5 - إجراء استقصاءات لأصحاب المصلحة:

تُعمم الاستقصاءات النوعية على جميع أصحاب المصلحة الحكوميين وغيرهم من خارج الحكومة. وتمثل هذه الاستقصاءات نقطة البداية للمشاورات ولعمليات تقييم مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية على الصعيد الوطني.

ويتم طلب المعلومات بشأن أدوار مختلف الجهات الفاعلة ومسؤولياتها، وعمليات التمويل والإنفاذ، والبنية التحتية ونطاق المنتجات.

الخطوة 6 - إجراء تقييم على الصعيد الوطني:

يعمل الاتحاد مع الدول الأعضاء لإجراء تقييم متعمق أو سريع بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية على الصعيد الوطني، ويكون ذلك استناداً إلى التفضيلات والالتزامات والمعلومات المتوفرة والجدول الزمني المتوقع لوضع السياسات. ويتضمن التقييم الوطني بشكل عام:

- *إجراء مشاورات ثنائية شخصية مع جميع أصحاب المصلحة المعنيين بعد القيام بالاستقصاءات*
- *القيام بزيارات ميدانية للإحاطة علماً بالبنية التحتية الحالية لمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية أو الأنشطة المتعلقة بالمخلفات المماثلة*
- *تنظيم ورشة عمل للتشاور مع أصحاب المصلحة على الصعيد الوطني من أجل البدء في صياغة مشروع السياسات*

الخطوة 7 - الصياغة التحضيرية:

يساعد الاتحاد في الصياغة التقنية كجزء من الانتقال من التشاور مع أصحاب المصلحة إلى صياغة السياسات.

الخطوة 8 - التحقق من صحة السياسات:

تتيح ورشة العمل بشأن التحقق الفرصة لأصحاب المصلحة من أجل التشاور النهائي قبل التوافق على السياسات.

الخطوة 9 - خطة التنفيذ:

يدعم الاتحاد الحكومات بغية أن تكون الأدوار والمسؤوليات والموارد والأهداف والجداول الزمنية مُوجهةً إلى ضمان تنفيذ السياسات. وحيثما يلزم، يجري التخطيط للتنفيذ بما يتماشى مع المبادئ التوجيهية الوطنية بشأن وضع السياسات."[6]

الدور الدعوي والإعلامي التوعوي للاتحاد بشأن المخلفات الإلكترونية

يعمل الاتحاد الدولي للاتصالات على إذكاء الوعي من خلال المدونات ومنتديات وسائل التواصل الاجتماعي بمبادرات السياسة العامة لمواجهة تحدي المخلفات الإلكترونية على الصعيد العالمي وإشراك أصحاب المصلحة. ويضطلع الاتحاد أيضاً باستضافة مختلف الفعاليات والحوارات المتمحورة حول المخلفات الإلكترونية وبالمشاركة في تنظيمها. ومنذ عام 2019، دعم الاتحاد تنظيم اليوم الدولي للمخلفات الإلكترونية[7] الذي يقام كل عام في شهر أكتوبر، لتوعية عامة الناس ووسائل الإعلام بشأن المخلفات الإلكترونية وإعادة التدوير. وأنشئ منتدى مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) بدعم من أعضائه اليوم الدولي للمخلفات الإلكترونية في عام 2018[8]. وفي 14 أكتوبر 2019، احتفل الاتحاد باليوم الدولي الثاني للمخلفات الإلكترونية بمشاركة 112 منظمة من 48 بلداً.

مكتب تقييس الاتصالات (TSB) والمخلفات الإلكترونية

يدعم مكتب تقييس الاتصالات (TSB) عمل قطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-T)[9]. ويسهل مكتب تقييس الاتصالات وينظم عملية الموافقة على توصيات قطاع تقييس الاتصالات ويدير الاتفاقات بين المنظمات الدولية الأخرى لوضع المعايير وبين الاتحاد لوضع معايير مشتركة وتجنب ازدواجية العمل بين أصحاب المصلحة. وتعزز مثل هذه الاتفاقات دور الاتحاد في مجال التقييس ضمن قطاع الاتصالات.

ويضع قطاع تقييس الاتصالات معايير لمعدات وأنظمة الاتصالات وينشر أفضل الممارسات والمبادئ التوجيهية لتطوير حلول تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المستدامة والمراعية للبيئة مثل حلول البطاريات المراعية للبيئة، والمكيفات الشاملة للقدرة وحلول شاحن البطاريات للمطاريف المتنقلة وغيرها من أجهزة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المحمولة باليد، وحلول المكيف الشامل للقدرة الخارجي لتكنولوجيات المعلومات والاتصالات الساكنة. ويحدد قطاع تقييس الاتصالات إجراءات إعادة تدوير المعادن النادرة الموجودة في سلع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ويصيغ أفضل الممارسات لمراكز البيانات المراعية للبيئة إلى جانب المبادئ التوجيهية لتطوير أنظمة إدارة المخلفات الإلكترونية المستدامة. وخلال فترة الدراسة الحالية 2017-2020، عُهد بالعمل على "البيئة وتغير المناخ واقتصاد التدوير" إلى لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات[10].

تحالف الأمم المتحدة المعني بالمخلفات الإلكترونية

أنشئ تحالف الأمم المتحدة المعني بالمخلفات الإلكترونية[11] في عام 2019 بالتوقيع المشترك على مذكرة إعلان نوايا غير ملزمة للموقّعين. وهو يتألف من مجموعة من وكالات الأمم المتحدة تهدف إلى تقديم دعم أكثر كفاءة لمواجهة تحدي المخلفات الإلكترونية في الدول الأعضاء.

ويضم التحالف: الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، ومنظمة العمل الدولية (ILO)، ومنظمة الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO)، ومعهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNITAR)، وبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، وجامعة الأمم المتحدة (UNU) وأمانتي اتفاقيتي بازل واستكهولم. وهو مدعوم من منظمة الصحة العالمية (WHO) وتنسقه أمانة فريق إدارة البيئة (EMG). وهو يمهد الطريق لجهد منسق لتصور المقترحات وعرض مفاهيمها؛ بغية زيادة الالتزام والمشاركة مع الشركات المصنعة والقائمين بإعادة تدوير السلع الإلكترونية؛ لصياغة المشاريع وإجراء تشغيلات تجريبية لمعالجة أنشطة إدارة المخلفات

---

[6] الاتحاد الدولي للاتصالات. كتيب للدول الأعضاء، وضع السياسات بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية.
[7] منتدى مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE). اليوم الدولي للمخلفات الإلكترونية (IEWD).
[8] منتدى مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE): https://weee-forum.org/who-we-are/.
[9] قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T). نبذة عن قطاع تقييس الاتصالات.
[10] قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T). لجنة الدراسات 5: البيئة وتغير المناخ واقتصاد التدوير.
[11] الاتحاد الدولي للاتصالات. تحالف الأمم المتحدة للمخلفات الإلكترونية.

الإلكترونية؛ وتشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص؛ وتشجيع تبادل المعارف وتقديم البيانات والإحصاءات لتتبع المخلفات الإلكترونية في الوقت الفعلي.

أمانة اتفاقية بازل المعنية بالتحكم في نقل المخلفات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها

اتفاقية بازل[12] هي معاهدة دولية دخلت حيز التنفيذ في عام 1988، وبحلول عام 2018، ضمت 186 دولة عضو والاتحاد الأوروبي كجهات موقّعة. وكان الغرض منها هو التحكم في نقل المخلفات الخطرة عبر الحدود بين الدول والتخلص منها، مع التركيز على منع نقل المخلفات الخطرة من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية أو أقل البلدان نمواً (LDC) لمساعدتها في إدارة المخلفات الخطرة بطريقة مراعية للبيئة. وهي تقدم أيضاً مبادئ توجيهية تقنية لأقل البلدان نموا، على الرغم من أن نقل المخلفات المشعة لا يندرج في إطار اختصاصها.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)

يعمل المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية (IETC)،[13] تحت إشراف برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، من أجل الإدارة المستدامة للمخلفات من خلال التركيز على التقارير والمبادئ التوجيهية بشأن استراتيجيات إدارة المخلفات الإلكترونية عبر التعامل مع الحكومات المحلية والوطنية. ويساعد برنامج الأمم المتحدة للبيئة في بناء القدرات من خلال تقديم الدعم المعرفي لرسم خرائط طريق مستقبلية لإدارة المخلفات الإلكترونية.

وتشمل منشورات برنامج الأمم المتحدة للبيئة "المجلد الأول للمخلفات الإلكترونية: دليل تقييم الجرد"، و"المجلد الثاني للمخلفات الإلكترونية: دليل إدارة المخلفات الإلكترونية"، و"المجلد الثالث للمخلفات الإلكترونية: مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE)/نظام استعادة المخلفات الإلكترونية"، و"خلاصة وافية لتكنولوجيات استعادة المواد من مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE)/المخلفات الإلكترونية"، و" تقرير استشراف المخلفات الإلكترونية (2019) "[14].

ويبدأ برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بالتعاون مع اتفاقية بازل، ومنتدى الموارد العالمية، وجامعة لوفين، ولجنة المواد الخام بالمعهد الأوروبي للتكنولوجيا (EIT)، والمجمّع الأوروبي لدورات MOOC المتعددة، دورة تدريبية مفتوحة عبر الإنترنت بشأن المخلفات الإلكترونية (MOOC) [15].

منظمة الصحة العالمية (WHO)

وتشارك منظمة الصحة العالمية (WHO) في التوعية لتثقيف العالم بشأن الآثار الضارة بالصحة للنفايات الإلكترونية، وخاصة على الأطفال، والحاجة إلى حماية الأطفال من التعرض للنفايات الخطرة.[16]

وتشارك منظمة الصحة العالمية أيضاً في البحث والتطوير لتعزيز البحوث في الآثار الضارة للمخلفات الإلكترونية ومراقبة التداعيات الصحية الناجمة عن حالات التعرض للمخلفات الإلكترونية. وتعمل منظمة الصحة العالمية أيضاً على تعزيز الوعي بتأثير التعرض للمخلفات الإلكترونية على الصحة على الصعيدين العالمي والإقليمي معاً، وتقدم التدخلات والحلول السياساتية للبلدان والقطاع الصحي. وتركز منظمة الصحة العالمية على مشاريع تجريبية بالتعاون مع وكالات الأمم المتحدة مثل منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO) لصياغة أطر حماية صحة الطفل في البلدان النامية.

منظمة العمل الدولية (ILO)

وفي عام 2019، اجتمع ممثلون حكوميون من جميع أنحاء العالم والعديد من منظمات أرباب العمل والعمال والمنظمات غير الحكومية في جنيف لبناء توافق في الآراء بشأن بيئة عمل لائقة وآمنة للعمال الذين يتعاملون مع المخلفات الإلكترونية. ودعت نقاط التوافق التي اعتُمدت الحكومات إلى تشجيع الاستثمار في البنية التحتية لإدارة المخلفات ودعم الهياكل على جميع المستويات لتقديم بيئة عمل لائقة، والحماية من المخاطر التي تشكلها المخلفات الإلكترونية على صحة الإنسان، مع تسليط الضوء على هشاشة أوضاع العمال المتعاملين مع المخلفات الإلكترونية وأسرهم في البلدان النامية.

---

[12] برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP). اتفاقية بازل المعنية بالتحكم في نقل المخلفات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها.
[13] برنامج الأمم المتحدة للبيئة. المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية (IETC).
[14] برنامج الأمم المتحدة للبيئة. المركز الدولي للتكنولوجيا البيئية. الموارد.
[15] برنامج الأمم المتحدة للبيئة. التعلم الإلكتروني. تحدي المخلفات الإلكترونية. 2 نوفمبر 2017.
[16] منظمة الصحة العالمية. المرجع السابق.

وجرى التأكيد على الحاجة إلى معدات محسّنة لاستخراج المعادن من المخلفات الإلكترونية، وإضفاء الطابع الرسمي على القطاع غير الرسمي، وتحسين التنسيق بين الوكالات الحكومية لدرء المخاطر الصحية الناجمة عن المخلفات الإلكترونية، فضلاً عن الحاجة إلى مجموعة من المبادئ التوجيهية أو مدونة ممارسات في إدارة المخلفات الإلكترونية.[17]

جامعة الأمم المتحدة

يقع مقر جامعة الأمم المتحدة (UNU) في شيبويا، طوكيو، اليابان. وجامعة الأمم المتحدة هي الفرع الأكاديمي والبحثي للأمم المتحدة. ومن خلال البحث والتعليم التعاوني، تعمل الجامعة على حل القضايا العالمية المتعلقة بالتنمية والرفاهية البشرية. وتشارك جامعة الأمم المتحدة في نقل المعارف المتعلقة بالبحوث والتقدم العلمي والتكنولوجيات المبتكرة. وتشجع جامعة الأمم المتحدة البحوث متعددة التخصصات، وتقدم حلولاً سياساتية متطورة وهادفة، مع التركيز على سياسات التنمية المستدامة.[18]

برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية

يركز برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (UN Habitat) على التنمية الحضرية المستدامة. وهو جزء من التحالف المعني بالمخلفات الإلكترونية الذي "يمهد الطريق للتنسيق والتعاون بشأن الدعم على مستوى منظومة الأمم المتحدة لإدارة المخلفات الإلكترونية".

منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO)

تعمل هذه الوكالة المتخصصة التابعة للأمم المتحدة ومقرها فيينا، النمسا، في حوالي 60 بلداً. وتركز المبادرة المعنية بالمخلفات الإلكترونية لمنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية على تقديم المساعدة للبلدان في مجال التنمية الاقتصادية والصناعية من أجل تشجيع تطوير صناعة مستدامة لإعادة تدوير المخلفات الإلكترونية في الاقتصادات الناشئة ومن أجل تعزيز صناعة الخدمات البيئية في البلدان النامية.[19]

مركز التجارة الدولي (ITC)

يشجع مركز التجارة الدولي (ITC) النمو الاقتصادي والتنمية على نحو مستدام وشامل للجميع في الاقتصادات الناشئة، خاصة في أقل البلدان نمواً والاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية، من خلال بناء القدرات في مجال القدرة التنافسية الدولية للمؤسسات متناهية الصغر والصغيرة والمتوسطة (MSME). فكثيراً ما يتعامل مع المخلفات الإلكترونية صغار المنتجين في البلدان النامية الذين يواجهون تحديات في إنشاء مصالح أعمال رسمية تنافسية ومستدامة.. ويشارك مركز التجارة الدولي في توعية أصحاب المصلحة الإقليميين والدوليين بشأن تحديات المخلفات الإلكترونية، بما في ذلك البحث والتطوير المعني بالتحديات الأساسية التي تواجه سلسلة قيمة تجارة المخلفات الإلكترونية، وتعزيز اقتصاد التدوير عبر القطاعات لإدارة المخلفات الإلكترونية، ومنع التجارة غير المشروعة عبر الحدود.[20]

منظمات أخرى

الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA)

تعزز الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA) وتدعم كفاءة الموارد من خلال الإنتاج والاستهلاك المستدامين في الاقتصادات النامية والناشئة. وتساهم الرابطة أيضاً في تطوير إدارة المخلفات من خلال بناء القدرات والتعليم.[21]

---

17 منظمة العمل الدولية (ILO). قطاع إدارة المخلفات. الاجتماع الأول لمنظمة العمل الدولية بشأن المخلفات الإلكترونية يتبنى نقاط توافق لتعزيز العمل اللائق في هذا القطاع. أخبار منظمة العمل الدولية، 11 أبريل 2019.

18 جامعة الأمم المتحدة (UNU): https://unu.edu/.

19 منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO). المخلفات الإلكترونية (e-Waste).

20 مركز التجارة الدولي (ITC). سياسة تكنولوجيا المعلومات بشأن المخلفات الإلكترونية.

21 الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA). لتعزيز الإدارة المستدامة والشاملة والمهنية للمخلفات والانتقال إلى اقتصاد التدوير.

مبادرات الاتحاد الأوروبي بشأن استشراء المخلفات الإلكترونية

تؤدي دورة الحياة القصيرة للأجهزة الإلكترونية، غالباً بسبب ارتفاع تكلفة الإصلاح أو انخفاض تكلفة شراء جهاز جديد، إلى تراكم المخلفات الإلكترونية. وفي عام 2019، اتخذ الاتحاد الأوروبي إجراءات لتقليل تراكم المخلفات الإلكترونية وتحقيق رؤية اقتصاد التدوير من خلال العمل على قوانين جديدة تطالب الشركات المصنعة بضمان تسهيل إصلاح الأجهزة أسهل وإطالة عمرها الوظيفي كثيراً. وتريد المفوضية الأوروبية أن تنفذ توجيهاً تصميمياً جديداً لتقليل المخلفات الإلكترونية بما يقدر باثني عشر مليون طن سنوياً من خلال إطالة العمر الافتراضي للأجهزة الإلكترونية.

مسؤولية المنتِج الموسعة (EPR)

طُرح مفهوم مسؤولية المنتج الموسعة (EPR) لأول مرة في التسعينيات. فعلى سبيل المثال، تُعرِّف منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) مسؤولية المنتج الموسعة على أنها نهج للسياسة البيئية توسَّع فيه مسؤولية المنتِج عن المنتَج إلى مرحلة ما بعد المستهلك في دورة حياة المنتَج. وعلى المستوى الوطني، تتضمن الأطر التنظيمية مبادئ مسؤولية المنتج الموسعة، غالباً عن طريق إنفاذ التزامات "استرداد" المخلفات الإلكترونية على المنتِج و"إعادتها" على المستهلك. وتتيح آلية مسؤولية المنتج الموسعة تقاسم المسؤوليات في التعامل مع مشاكل المخلفات. وبموجب نظام مسؤولية المنتِج الموسعة، يتشارك المنتِجون أدوار تشجيع إعادة التدوير مع المستهلكين والحكومات. وتشمل مسؤولية المنتِج الموسعة أيضاً دعم المنتِجين لشركات إعادة التدوير. وبشكل عام، لا تحقق شركات إعادة التدوير أرباحاً تجارية لعدة أسباب. فعلى سبيل المثال، تكون منتجات شركات إعادة التدوير، ومعظمها من المواد المعاد تدويرها، في بعض الأحيان أقل جودة وسعراً مقارنة بالمواد البكر. وبدون تعويض مناسب، يصعب على الشركات الخاصة أن تنخرط في أعمال إعادة التدوير. وينبغي أن تقدم مسؤولية المنتِج الموسعة الدعم والمساعدة لشركات إعادة التدوير الخاصة لتمكينها من تحقيق أرباح.

منظمة مسؤولية المنتِج (PRO)/مخطط الالتزام

إن منظمة مسؤولية المنتِج (PRO) تتولى مسؤولية الجوانب التشغيلية لجمع المخلفات ونقلها وإعادة تدويرها والتخلص من المنتجات الهالكة بطريقة سليمة بيئياً، نيابة عن المنتجين للإيفاء بالتزامات مسؤولية المنتِج الموسعة (EPR). وإذ يقوم المنتجون بتأسيس منظمة مسؤولية المنتج بشكل جماعي، فإن مخطط الالتزام عادة ما يكون شركة ربحية تُنشأ كمقدم خدمة للمنتجين.

وتؤسَس منظمة مسؤولية المنتِج (PRO) بدعم من المصنعين المنتجين للمعدات الكهربائية والإلكترونية وهي تساعد المصنعين والمستوردين وتجار التجزئة على الامتثال لالتزامات مسؤولية المنتِج الموسعة (EPR). وكثيراً ما تضع الحكومات مجموعة من الأهداف لإعادة استخدام المنتجات وأهداف لإعادة تدويرها كجزء من مسؤولية المنتِج الموسعة من أجل مراقبة تأثير مسؤولية المنتِج الموسعة وأداء المنتِج فيما يتعلق بحجم الإنتاج. ونيابة عن أعضائه (المصنعين، المستوردين، الموزعين، تجار التجزئة)، يقوم مندوب منظمة مسؤولية المنتِج بتقديم التقارير والالتزام.. وينبغي لمنظمة مسؤولية المنتِج إدارة تشغيل نظام مسؤولية المنتِج الموسعة والمنتجين المسجلين، وينبغي أن تمتلك آلية تمويل ذاتي مناسبة للإيفاء بالتزامات مسؤولية المنتِج الموسعة.[22]

تحديات تنفيذ مسؤولية المنتِج الموسعة (EPR) في الاقتصادات الناشئة

يعد تنفيذ مسؤولية المنتِج الموسعة (EPR) في جميع أنحاء العالم مهمة صعبة بسبب الافتقار إلى البنية التحتية للتجميع ومرافق إعادة التدوير والتجديد التي تطابق المعايير الدولية. ومن أجل التنفيذ الناجح لمسؤولية المنتِج الموسعة، تُتطلب آليات مراقبة وتسعير مناسبة لجعل مسؤولية المنتِج الموسعة أكثر ريعية وربحية.

وتحتاج مخططات إعادة الشراء عبر الإنترنت أيضاً لأن تكون أكثر قابلية للتطبيق من الناحية المالية لتحفيز المستهلكين على استخدام القائمين بإعادة التدوير المجازين، وتحفيز التوسع في البنية التحتية لإعادة التدوير من أجل لتعامل مع الكمية المطلوبة من المنتجات المعاد تدويرها والمجدَدة لسد الثغرات في سلسلة توريد الإلكترونيات.

[22] على سبيل المثال، انظر: منظمة استرداد العبوات (PRO Europe): https://www.pro-e.org/.

الأفق المستقبلي

إن المبادرات الحكومية، بما في ذلك معالجة المخلفات الإلكترونية، والتخلص منها، والتوعية، وإسناد المسؤولية إلى مختلف الجهات الفاعلة في سلسلة قيمة المخلفات الإلكترونية مثل المنتجين (المصنعين، والمستوردين، والموزعين، وتجار التجزئة)، والقائمين بإعادة التدوير (الجامعين، وميسري المعالجة المسبقة)، والمستهلكين (بالجملة والمنزلية)، والحكومات (المحلية والوطنية)، ستزيد من الإمكانات الاقتصادية وإمكانات النمو لهذا القطاع.

ووفقاً لـ للمرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020 (Global E-waste Monitor 2020)[23] (انظر **الشكل 2**)، زاد عدد البلدان التي تبنت سياسات أو تشريعات أو لوائح وطنية بشأن المخلفات الإلكترونية من 61 إلى 78 بين عامي 2014 و2019. ولكن في العديد من المناطق، يتباطأ التقدم التنظيمي، ويقل الإنفاذ، وتتردى عمليات جمع المخلفات الإلكترونية وإدارتها السليمة. وكما ذُكر سابقاً، فقد وضعت الدول الأعضاء في الاتحاد الدولي للاتصالات أيضاً هدفاً يتمثل في زيادة النسبة المئوية للبلدان التي لديها تشريعات بشأن المخلفات الإلكترونية إلى 50% - أو 97 بلداً - بحلول عام 2023. ويقدم الاتحاد برنامجاً مخصصاً للسياسة المعنية بالمخلفات الإلكترونية والتطوير التنظيمي، يمكن من خلاله للدول الأعضاء طلب المساعدة التقنية والدعم في بناء القدرات.

الشكل 2: البلدان التي لديها سياسات أو تشريعات أو لوائح تتعلق بالمخلفات الإلكترونية

المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات

تدعو الحاجة إلى تبسيط عملية وضع تشريعات جديدة وشاملة وغير خاصة بقطاع محدد، وينبغي تعزيز إنفاذ ومراقبة السياسات والتشريعات القائمة. فعلى سبيل المثال، عندما تكون وزارة البيئة هي واضع السياسات الرئيسي، يمكنها أن تعمل كمنظم لتنفيذ سياسات إدارة المخلفات الإلكترونية وتبسيط إجراءاتها، فيمكن التخفيف من وطأة سياسة وتشريعات إدارة المخلفات الإلكترونية بجعلها ذات خصوصية قطاعية بالتخلي مثلاً عن مركزية مسؤولية إدارة المخلفات الإلكترونية وتوزيعها على وزارات الاتصالات والعمل والتجارة والصحة وهي قطاعات رئيسية معنية باستشراء المخلفات الإلكترونية.

وعلى غرار إدارة المخلفات الصلبة، يبدأ المفهوم بتراتبية المخلفات. وينبغي أن يبدأ التركيز بمنع المخلفات الإلكترونية، ثم تقليلها وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها واستعادتها والتخلص منها. ويمكن أن يؤدي تصميم المنتَج أيضاً دوراً رئيسياً، خاصة بشأن مرحلة نهاية عمر في دورات المنتَج، بتقليل المخلفات من خلال التصميم. وينبغي أن يشكل تقديم الدعم المالي والحوافز الضريبية جزءاً من السياسة العامة، إلى جانب التشديد على تنمية المهارات في قطاع المخلفات الإلكترونية غير الرسمي وتقديم الموارد والبنية التحتية للتصريف وإعادة الاستخدام والتجديد بشكل علمي، والتشجيع على تحسين تصميم المنتج وجودته.

والموارد الطبيعية محدودة واستردادها من خلال الإدارة العلمية للمخلفات الإلكترونية يشكل حلاً مبشراً لأن المخلفات الإلكترونية يمكن أن تحتوي على النحاس والحديد والألمنيوم والذهب والفضة والبلاديوم. وهناك أيضاً

[23] فانيسا فورتي وآخرون. المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية لعام 2020: الكميات والتدفقات وإمكانيات اقتصاد التدوير. UNU/UNITAR - برنامج SCYCLE الذي اشترك في استضافته الاتحاد الدولي للاتصالات والرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA) بون/جنيف/روتردام، 2020.

فلزات أرضية أكثر ندرة يتزايد الطلب عليها بسبب الزيادة في الطلب على المركبات الإلكترونية والإلكترونيات الاستهلاكية، مثل فلزات النيوديميوم والديسبروسيوم، المستخدمة في تصنيع المغنطيس والبطاريات. وإذ لا يوجد نهج واحد يناسب جميع أصحاب المصلحة في النظام تتجلى أهمية المرونة في تصميم المنتج والأساليب المبتكرة للتخلص من المخلفات الإلكترونية. وتتنوع النماذج التنظيمية الوطنية للمخلفات الإلكترونية، فعلى سبيل المثال يمول المنتجون التخلص من المخلفات الإلكترونية في الكاميرون، بينما يساهم المستهلكون في سويسرا في تكلفة التخلص منها.

وتعترف حكومة الهند[24] بالإمكانات الاقتصادية للمخلفات الإلكترونية ومساهمتها في استراتيجية كفاءة استخدام الموارد في الهند ورؤية اقتصاد التدوير، فضلاً عن الاعتراف "بالعنصر البشري" في مركز إدارة المخلفات الإلكترونية. ويراقب المجلس الاستشاري الاقتصادي لرئيس وزراء الهند الوكالات المختلفة وحكومات الولايات المشاركة في إدارة المخلفات الإلكترونية. وفي عام 2019، نظم مكتب المستشار العلمي الرئيسي وأمانة مجلس الوزراء، إلى جانب الاتحاد الدولي للاتصالات ومنظمة العمل الدولية وجامعة الأمم المتحدة ومنظمة الصحة العالمية، ورشة عمل للتوعية بالسياسات المعنية بالمخلفات الإلكترونية [25] بغية بناء القدرات. وفي الهند، أجرى الباحثون في إطار برنامج إدارة المخلفات لدى دائرة العلوم والتكنولوجيا (DST) تجارب مختبرية ناجحة للتحلل الحراري للمخلفات الإلكترونية، وهي عملية تحوَّل خلالها المخلفات الإلكترونية إلى أشكال صلبة وسائلة وغازية، وتستعاد المعادن الثمينة في صورة صلبة بينما تستخدم المنتجات الأخرى كوقود.[26]

وبالمثل، أطلقت لجنة طوكيو المنظمة للألعاب الأولمبية وأولمبياد المعاقين "مشروع ميدالية طوكيو 2020" الناجح للغاية والذي دعا المواطنين إلى جمع الأجهزة الصغيرة المحمولة باليد المستعملة من جميع أنحاء اليابان لإنتاج الميداليات لهذه الألعاب. واستشير المواطنون في التصميم وصُنع ما يقرب من 5000 ميدالية من المعادن المعاد تدويرها (انظر **الشكل 3**).

الشكل 3: مشروع ميدالية طوكيو 2020

المصدر: لجنة طوكيو المنظمة للألعاب الأولمبية وأولمبياد المعاقين

ولمعالجة المخلفات الإلكترونية، سيتعين على البلدان إعادة التفكير في سياسة إدارة المخلفات الصلبة. ويلزم فصل المخلفات الإلكترونية إلى جانب المعادن الثقيلة والمخلفات الخطرة وإرسالها لإعادة التدوير في مرحلة التجميع. ونظراً لأن جمع المخلفات الإلكترونية في الاقتصادات الناشئة يعتمد كثيراً على القطاع غير الرسمي، يتعين ضمان الظروف الآمنة والمهارات المناسبة، إلى جانب التكلفة المجزية والمعايير، لهذا القطاع. وتدعو الحاجة إلى حلول لإدارة المخلفات الإلكترونية شاملة ومراعية للبيئة ومستدامة. وتدعو الحاجة إلى الترويج لعمليات إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية ومستخلصات المعادن من طرف إلى طرف لتحقيق أقصى قدر من استعادة القيمة. ويمكن أن يشجع مزيج السياسات الصحيح خلق فرص عمل في هذا القطاع. وفي معظم الاقتصادات الناشئة، لا تزال المخلفات الإلكترونية تستعاد بكفاءة بحكم ضخامة سوق المنتجات المستعملة، مما يقلل من المخلفات الإلكترونية. ويمكن أن يمنع دعم البنية التحتية وتنفيذ السياسات واللوائح في الوقت المناسب إلى جانب التقدم التكنولوجي، المخلفات الإلكترونية من الارتفاع مع استعادة الموارد الطبيعية المحدودة والثمينة. وينبغي أن يضع أصحاب المصلحة أهدافاً لمراقبة المخلفات الإلكترونية والحد منها وبناء شراكات بين أصحاب المصلحة المتعددين في القطاعين العام والخاص والحكومات من أجل القيام بعمل موحد.

[24] الوثيقة 2/281 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات، مقدمة من الهند.
[25] الاتحاد الدولي للاتصالات. ورشة عمل للتوعية بالسياسات بشأن المخلفات الإلكترونية. حيدر آباد، الهند، 27-29 نوفمبر 2019.
[26] Indus Dictum. يطور علماء معهد معهد التكنولوجيا الهندي في دلهي تقنية لإعادة المخلفات الإلكترونية ليُستخرج منها الذهب والمعادن الثمينة. 7 ديسمبر 2019.

الفصل 2 - التثقيف والتوعية بشأن المخلفات الإلكترونية

1.2 أهمية التخلص السليم من المخلفات الإلكترونية وعواقب عدم القيام بذلك على البيئة وصحة الإنسان

تستمر إدارة المخلفات الإلكترونية في التسبب في مشاكل بيئية وصحية هائلة للمهنيين المشاركين في هذا النشاط وللسكان ككل. وتعتبر مخلفات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مصدر قلق لأنها تحتوي على مواد سامة، مثل الزئبق والكادميوم والرصاص والزرنيخ والبريليوم، وهي مواد ضارة جداً بالصحة العامة والبيئة في حال عدم التعامل معها بشكل سليم. علاوةً على ذلك، تحتوي الهواتف على كميات كبيرة من المواد التي يمكن أن تشكل خطراً على البيئة ويجب التعامل معها بحذر.

ويصاحب توسع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في منطقة إفريقيا زيادة تولد المخلفات الإلكترونية، مع عواقب متعددة على البيئة والمجتمعات المحلية والاقتصاد وفي عام 2011، صدر منشور للأمم المتحدة بعنوان "أين مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في إفريقيا؟"[27] وجاء فيه أن الاستهلاك المحلي هو العامل الرئيسي الذي ساهم في زيادة المخلفات الإلكترونية. وأظهرت دراسة أجريت على خمسة بلدان في غرب إفريقيا أن الاستهلاك المحلي ينتج كل عام ما بين 650 ألف و1 مليون طن من المخلفات الإلكترونية وأن التخلص منها يجري غالباً عن طريق الترميد في حفر مفتوحة وشبكات إعادة التدوير غير الرسمية دون ضمان الجودة والسلامة وحماية البيئة. وأبرز التقرير الدور الذي أدته المخلفات الإلكترونية المستوردة في تفاقم المشكلة وتشمل المخلفات الإلكترونية مجموعة كبيرة من الأجهزة كانت في صميم العديد من المخاوف بشأن تأثيرها الاجتماعي والبيئي[28] في كل أرجاء البسيطة.[29]

ويولد التقادم المخطط له كميات هائلة من المخلفات الإلكترونية التي يكثر تصديرها إلى، أو الاتجار بها في، مناطق يوجد بها تفاوت اقتصادي واجتماعي كبير. ويستفيد عدد قليل من الناس (في الحكومة ودوائر الصناعة)، على حساب سكان محليين يعتمدون كثيراً عادة على الزراعة. وفي غياب صناعة معالجة المخلفات الانتقائية، يعاد تدوير المخلفات من خلال أنظمة غير رسمية. ونظراً لأن المخلفات سامة، فإنها تؤدي إلى تلوث لا يعرِّض أرواح السكان المحليين للخطر فحسب، بل ينال أيضاً من أنظمة إيكولوجية تعد مصدر الرفاهية والدخل لهم.

فعلى سبيل المثال، عند تعرض الإلكترونيات المرمية للطقس القاسي، فإنها تطلق الرصاص المستخدم في الدارات المطبوعة وأنابيب أشعة الكاثود والزئبق المستخدم في الإضاءة الخلفية لشاشات LCD، بالإضافة إلى الكادميوم والكروم وحتى الكواشف الكيميائية مثل السيانيد. ووفقاً لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، يشكل التلوث الناتج عن التخلص من الهواتف وغيرها من المخلفات الإلكترونية خطراً كبيراً على صحة الإنسان إذ يلوث التربة والمياه والهواء.

1.1.2 العواقب البيئية

تكشف ثلاث مساهمات حديثة للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات عن مخاوف الدول الأعضاء بشأن التلوث البيئي.[30] وتُلوث المخلفات المتراكمة التربة، بما في ذلك الطبقات العميقة منها، والهواء والماء (المياه الجوفية، المسطحات المائية) وتؤدي إلى تردي المواد الغذائية المشتقة من السلسلة الغذائية (الحليب والمنتجات الزراعية الأخرى، على سبيل المثال). وتنشأ المخاطر على البيئة عند تفكيك الأجهزة لاستخراج الموارد القيِّمة، والتخلص من المواد السامة في التربة مباشرة. ولتلوث الغلاف الجوي تداعيات على الأنظمة الإيكولوجية

---

[27] برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP). اتفاقية بازل. أين مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في إفريقيا؟، نتائج من برنامج إفريقيا الخاص بالمخلفات الإلكترونية وفق اتفاقية بازل، ديسمبر 2011.

[28] Henri Breuil وآخرون، *تقرير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتنمية المستدامة، المجلس العام للبيئة والتنمية المستدامة (CGEDD) والمجلس العام لتكنولوجيات المعلومات (CGTI)*، 2008؛ وFabrice Flipo وآخرون، *التكنولوجيات الرقمية والأزمة البيئية: هل يمكننا الركون إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المراعية للبيئة؟ في "مشروع Ecotic، التقرير النهائي"*، 2009.

[29] Cédric Gossart، *من تصدير الاختلالات البيئية إلى العصر الرقمي، حركات (Mouvements)*، 2009، ص. 23-28.

[30] لمزيد من المعلومات، انظر: الوثيقة SG2RGQ/119، للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من الكاميرون، والوثيقة SG2RGQ/109، من سري لانكا، والوثيقة SG2RGQ/198، من مكتب تنمية الاتصالات.

المحلية التي يعتمد عليها السكان المحليون في معيشتهم، فعلى سبيل المثال، يساهم حرق الأسلاك الكهربائية، في تلوث الهواء المحيط ويخلف وراءه الرماد الملوث. وكثيراً ما تُدفن المواد غير المرغوب فيها أو ترمى دون اكتراث، مما يفاقم من تلويث البيئة. وتحتوي بعض المناطق على مستويات عالية جداً من الديوكسينات والفيورانات في الغلاف الجوي، ويؤدي ترميد المخلفات السامة (الإطارات الرغوة العازلة) أيضاً إلى استنفاد طبقة الأوزون ويساهم في الاحترار بسبب الاحتباس الحراري.

وأظهرت دراسة علمية أجريت عام 2010 عن مؤثرات المواد السامة الناتجة عن إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية أن فوائد إعادة التدوير تفوقها مضرات التلوث الناجم عن تكنولوجيا إعادة التدوير مثل إطلاق أبخرة سامة في البيئة مباشرة، وتلوث موارد المياه والجو والمحيط الحيوي.

2.1.2 التداعيات البشرية

تشمل القائمة الطويلة للمواد الضارة الموجودة في المخلفات الإلكترونية، الكادميوم والليثيوم والرصاص ومثبطات اللهب المُبرومة وكلوريدات البولي فينيل. وتشكل هذه المواد ضغوطاً خطيرة على الصحة العامة. ويفتقر العمال الذين يتعاملون مباشرة مع هذه المنتجات الكيميائية إلى الحماية المناسبة. إذ يستنشقون الغبار الذي يهاجم الجهاز التنفسي (السعال، العدوى، ضيق التنفس، الربو)، ويسبب تهيج العين وتلف البشرة. وهم يتعرضون للمعادن الثقيلة (الرصاص والزئبق والكادميوم وبوليفينيلات الكلوريد) التي تعتبر مسرطنة وتسبب تلفاً للجهاز العصبي والدورة الدموية والأعضاء التناسلية والجهاز التنفسي والكلى والعظام، وعند تفكيك المعدات يمكنهم التعرض لصدمات كهربائية.

والأطفال والحوامل فئة معرضة بشكل خاص فهي تعاني، على سبيل المثال، من ارتفاع معدل الوفيات وإشكالات الصحة الإنجابية ويوظَّف العديد من الأطفال لجمع المعدات الكهربائية والإلكترونية وتفكيكها وترميدها وباعتبارهم غير مجهزين لمثل هذا العمل، فهم يقعون ضحايا لحوادث في مكان العمل ولظروف عمل سيئة، وكثيراً ما يتعرضون للوصم والمضايقة والاستغلال على يد أرباب العمل. في بعض بلدان منطقة إفريقيا، كثيراً ما تُجمع الأشياء المهملة والخردة المعدنية بواسطة عمال متجولين يشار إليهم باسم *gankpo gblégblé*[31]. وينتهي المطاف ببعض المخلفات التي يجمعونها في أكوام خردة ينبشها الأطفال دون أي معدات واقية بحثاً عن بقايا مفيدة فيعرضون صحتهم ن لخطر جسيم.

3.1.2 العواقب الاجتماعية والاقتصادية

تظل إدارة ما يحدث في نهاية دورة حياة المعدات الكهربائية والإلكترونية تحدياً كبيراً. وإذ أدركت بعض البلدان المخاطر التي تمثلها على عامة الناس والاقتصاد، أطلقت جهود إعادة التدوير.

وفي عام 2014، وبتمويل من البنك الدولي، أجرت الكاميرون دراسة تقنية/اقتصادية وبيئية بهدف إنشاء مركز تجريبي لإدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية. وكشفت الدراسة، التي تفحصت مسألة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية للبلد بأكمله، أن كل أسرة حضرية في الكاميرون تنتج 34 kg من مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في المتوسط كل عام (أي 6,8 kg/فرد/عام)، ومنها 40,5 في المائة من المعدات السمعية والبصرية و8,5 في المائة من معدات الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات و44 في المائة من الأجهزة المنزلية الكبيرة (الثلاجات، المجمدات، مكيفات الهواء، وما إلى ذلك). وفي الوقت الحاضر، يخزن المالكون هذه المعدات المتقادمة، أو يتخلصون منها مع المخلفات المنزلية أو يحرقها المجمعون (كشأن الكبلات)، مما يتسبب في انبعاثات كبيرة من الديوكسينات والفيورانات (جزيئات سامة ذات ثبات قوي في الطبيعة).[32]

وفي الربع الأول من عام 2019، أصدرت الحكومة دعوة لإبداء الاهتمام بغرض الاستعانة بشركة استشارية لإجراء دراسة تهدف إلى إنشاء مختبر لتحليل التلوث البيئي من الموجات الكهرمغنطيسية. وستسمح نتائج الدراسة للكاميرون بالتزود بمختبر رفيع المستوى لتحليل وتفسير تأثير الإشعاع الكهرمغنطيسي على البيئة وصحة شعب الكاميرون.

[31] عبارة "Fon" بلغة أهل بنن تعني "الخردة"، أي مخلفات المعادن الحديدية.
[32] الوثيقة SG2RGQ/119 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من الكاميرون.

2.2 ما يمكن للمستهلكين القيام به لتقليل إنتاج المخلفات الإلكترونية (المواضيع الأربعة)

يروج أصحاب المصلحة البيئيون لاستراتيجية "المواضيع الأربعة" لتقليل المخلفات الإلكترونية إلى أدنى حد وهي: التفكير، والخفض، وإعادة التدوير، والاستعادة.

1.2.2 التفكير

تدعو الحاجة إلى إعادة النظر في الكمية المفرطة من المخلفات الجاري إنتاجها واستهلاكها. ويتناول الاستهلاك الاحتياجات الأساسية من الطعام والمأوى والتعليم والترفيه ولكن بعض العوامل مثل الدخل وإيقاع الحياة والثقافة والتعليم والوضع العائلي أو الأفكار المتعلقة بالحياة يمكن أن تؤثر على سلوك المستهلك.[33] ولا يلبي الاستهلاك اليوم الاحتياجات فحسب، بل أصبح عنصراً أساسياً في تحديد العلاقات الاجتماعية. والاستهلاك هو مسألة رغبة وتحقيق ذات ومكان في المجتمع. ويُستخدم الاستهلاك لتأكيد الهوية والانتماء الفئوي. وما يشتريه الناس يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمفهوم الهوية. وتروي سلات مهملات الشعوب الكثير عن النموذج الاجتماعي والخيارات الشخصية. وهي تعبر عن نهج فردي في الاستهلاك، من قبيل رفض الشراء، وشراء الضروريات، والمشتريات المفيدة أو غير الضرورية، والتسوق من أجل المتعة، ومشتريات المفاخرة.

وتتطلب عملية التفكير هذه وقفة مع الذات. فقد يساعد شراء منتَج ما في تكوين صورة إيجابية عن الذات أو في دعمها؛ وهذا يفسر الطريقة الاندفاعية التي يستهلك أو يشتري بها بعض الأشخاص الأجهزة الكهربائية والإلكترونية.

والتفكير مهم لأن الناس في مجتمع استهلاكي يُشجَّعون باستمرار على استهلاك السلع والخدمات التي قد لا تكون لازمة والتي تشكل مصدراً لكمية كبيرة من المخلفات. وقد يؤدي التشكيك في أنماط الاستهلاك إلى تقليل الآثار السلبية مثل نضوب الموارد الطبيعية وتراكم المخلفات الكهربائية والإلكترونية. ويحتاج الناس إلى التفكير في سلوكهم الاستهلاكي وأن يعوا الدور الذي يؤديه الاستهلاك إذا أريدَ تقليل كمية المخلفات الإلكترونية المتولدة في المجتمع؛ إنه الخطوة الأولى نحو تغيير عادات المستهلك.

2.2.2 الخفض

يفترض خفض المخلفات الإلكترونية مسبقاً أن يتبصر المستهلك في مرحلة الاستهلاك. ويتعين أن يصبح ذلك فطرة تلقائية. وكمواطنين مسؤولين بيئياً، ينبغي للمستهلكين دائماً أن يتساءلوا عن ضرورة استهلاك الكثير وإنتاج الكثير من المخلفات الإلكترونية.

ويمكن أن تقلل المشاريع والمبادرات من توليد المخلفات في المصدر، مثل مبادرات الاستهلاك المسؤول، والاستهلاك البيئي، والبساطة وتراجع نمو للمخلفات. وخفض المخلفات الإلكترونية يعني تغيير الطريقة التي يستهلك بها الناس بتقليل أهمية الممتلكات لأن الهدف من انعدام المخلفات ليس إعادة التدوير بل الإعراض عن الأشياء التي تملأ سلال المهملات.

وتقليل المخلفات يعني أيضاً الإحجام عن التخلص من الأشياء وعن شراء الجديدة منها. والاتجاه اليوم ينحو صوب تبديل السلعة بمجرد تلفها أو تعطلها، على الرغم من إمكانية إصلاحها المحتملة. وأحياناً يكون إصلاح سلعة ما أكثر تكلفة من شراء بديل لها، وتندر المهارات اللازمة لإصلاح السلع بشكل متزايد. وبالتالي فإن تقليل الاستهلاك يعني الاعتراف بقيمة تلك المهارات وتناقلها وتمريرها إلى الآخرين.

3.2.2 إعادة الاستخدام

يتمثل الهدف في زيادة اقتصاد التدوير ومواصلة تداول المعدات الإلكترونية لفترة أطول قبل التخلص منها. ويسود هذا الأسلوب في الاقتصادات الناشئة حيث يشيع أكثر استخدام المنتجات المستعملة. ويمكن التخفيف من مشكلة الارتفاع المتزايد باستمرار في المخلفات الإلكترونية بتشجيع الاستهلاك المسؤول وممارسة إعادة استخدام المنتجات الإلكترونية بالإضافة إلى مسؤولية المنتج الموسعة، حيث يمكن لأنظمة إعادة شراء المنتجات القديمة أن تشجع إعادة استخدام المواد المستخدمة في تصنيع المعدات الكهربائية والإلكترونية.

[33] لمزيد من المعلومات، انظر الدراسة المعنونة إدارة المخلفات في نهج التعليم المستمر، بروكسل، 2014.

4.2.2 إعادة التدوير

إعادة التدوير تعني استعادة المواد المهملة وتحويلها من خلال عملية صناعية لإنشاء منتَج جديد. وتُجمع المواد المراد إعادة تدويرها وتُفرز وتُعالج ثم يعاد حقنها في عملية التصنيع بدلاً من المادة الخام. وتستخلص إعادة التدوير قيمة من المخلفات الإلكترونية، عادةً عن طريق المعالجة الكيميائية التي تحول المواد المتبقية تماماً. وفي حالة معدات الحاسوب على سبيل المثال، قد يتضمن ذلك إيجاد استخدام للبلاستيك.

وتتضمن إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية أربع مراحل:

- يتكون *الجمع* من العمليات المطلوبة لجمع المخلفات من أمكنة إنتاجها ونقلها إلى منشأة معالجة.
- ويزيل *التفكيك* المكونات التي تحتوي على مواد خطرة، مثل أنابيب أشعة الكاثود أو البطاريات أو مصابيح التفريغ، لتسهيل النفاذ إلى التجميعات الفرعية أو المكونات ذات القيمة المحتملة. ويشمل ذلك لوحات الدارات الإلكترونية، وهي مصدر للمعادن الثمينة؛ وأنابيب أشعة الكاثود والمكونات الأخرى التي يحتمل أن تكون خطرة؛ والعلب البلاستيكية، كمدخلات لإعادة تدوير البلاستيك؛ والمكونات المعدنية مثل الحديد والنحاس والألمنيوم الموجودة، على سبيل المثال، في الكابلات والملفات والعلب.
- ويشكل *التكسير* مرحلة أساسية في إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية، والهدف منه هو تقليل حجم المخلفات الصلبة لإنتاج شظايا أصغر.
- ويشكل *الفصل* مرحلة مهمة في عملية إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية، ومثاله استخدام الفصل المغنطيسي لإزالة المواد المعدنية من كتلة المادة المكسرة عند الضرورة.

ويقوم عدد من البلدان بإدخال أساليب لإدارة المخلفات الإلكترونية. وهكذا، وضعت هيئة تنظيم الاتصالات في سري لانكا، بصفتها الجهة المنظمة لقطاع الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، استراتيجيات ومبادئ توجيهية لتشجيع الجهات الفاعلة في الصناعة وعامة الناس على إعادة استخدام مخلفات الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أو التخلص منها بشكل سليم.

ونُفذت الأنشطة التالية في سري لانكا:

- اتُخذت إجراءات لإنشاء مختبر لتفحص المعايير الخاصة بالهواتف المتنقلة المستوردة ومعدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ذات الصلة.
- وأجري استعراض خاص لمنهجيات التخلص السليم من المخلفات الإلكترونية وقُدمت النتائج إلى الاتحاد الدولي للاتصالات.
- ونوقشت منهجيات التخلص المناسب من المخلفات الإلكترونية مع المديرين التنفيذيين لجميع شركات الهاتف في سري لانكا. وخلال المناقشات، تقرر الاحتفاظ بأوعية للتخلص من المخلفات في جميع مراكز خدمة المستهلك الهاتفية وإعداد برامج لزيادة الوعي بين المستهلكين (انظر **الشكل 4**).
- ونفذت شركات الهاتف برامج خاصة بجمع المخلفات الإلكترونية في مراكز خدمة المستهلك وأُرسلت المخلفات المجمعة إلى مراكز تجميع المخلفات التابعة لهيئة البيئة المركزية.[34]

[34] الوثيقة SG2RGQ/109 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من سري لانكا.

الشكل 4: نشرة التوعية بالمخلفات الإلكترونية في سري لانكا

المصدر: هيئة تنظيم الاتصالات في سري لانكا

3.2 ما الذي يتعين القيام به لإدارة المخلفات الإلكترونية الناتجة عن فرادى وجماعات المستهلكين

لتقليل كمية المخلفات الإلكترونية المتولدة، من المهم أن يُنظر أولاً إلى سوق الأجهزة المستعملة قبل شراء معدات جديدة؛ تقصياً لإمكانية إعادة استخدام جهاز قيد التداول بالفعل. وينبغي النظر في هذا الخيار عند شراء معدات جديدة (مستعملة)، أو عند تبديل معدات أصبحت غير صالحة للاستعمال أو قديمة بالنسبة للمالك (إهداء، إعادة بيع).

بالنسبة للأعمال التجارية، من المهم تفحص وتحديد احتياجات الشركة، بالتعاون مع خدمة الشراء لتحديد ما إذا كان تبديل المعدات ضرورياً بالفعل. وتساعد هذه الخطوة في الحد من عمليات الشراء غير الضرورية، وفي وضع الخطط بشأن المصير النهائي للمعدات المزمع تبديلها (نقلها إلى خدمة أخرى، أو إهدائها، أو بيعها) والتوصل إلى خيارات بشأن شراء المعدات المستعملة عندما تكون عمليات الشراء ضرورية، سواء كانت محلية (من شركات أخرى في المنطقة) أو عبر الإنترنت. فعلى سبيل المثال، تكثر في فرنسا المبادرات التي تهدف إلى تسهيل إدارة المخلفات على عامة الناس.[35]

وينبغي وضع هيكل إداري (غرفة مقاصة) يبين مبادئ الحد من المخلفات، حيث يقوم إطار وطني (على غرار ذلك الموجود في فرنسا وإيطاليا على سبيل المثال) بالجمع بين أصحاب المصلحة (أي منتجي المعدات الكهربائية والإلكترونية، والقائمين على إعادة التدوير ومشغلي إدارة المخلفات) معاً في إدارة المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE). وينبغي للحكومات إنشاء وإدارة سجل لأصحاب المصلحة في دورة المخلفات الإلكترونية، وتحديد ماهية المخلفات الإلكترونية التي سيجمعها ويعالجها أصحاب المصلحة، وإنشاء نظام مراقبة الالتزام وتشغيله.

ويمكن للمقيمين المحليين أيضاً أن يؤدوا دورهم من خلال تنظيم نظام لجمع المخلفات الإلكترونية المنزلية، وتقديم أماكن التجميع، والقيام بحملات توعية لتنبيه الناس إلى التحديات التي تمثلها المخلفات الإلكترونية والحلول المتاحة. ويمكن تمويل هذه الخدمة من خلال ضريبة التخلص من المخلفات، كأي مخلفات منزلية.

[35] انظر انعدام المخلفات (ZW) في فرنسا، *أدواتنا* (Nos outils) على سبيل المثال: Marine Foulon: *انعدام المخلفات في المكتب – الدليل: 12 إجراء لتقليل المخلفات في مكان العمل*. 17 مايو 2018.

وتختلف طريقة تنظيم جمع المخلفات من بلد إلى آخر، حيث إنها تعتمد على العوامل السياقية مثل الخصائص الاجتماعية والديموغرافية، وقدرات اختيار المخلفات، وتوافر نقاط التجميع المحلية، والإجراءات المعمول بها لجمع المخلفات الإلكترونية، والكثافة السكانية وما إلى ذلك. وعندما يشتري المستهلكون المعدات الكهربائية والإلكترونية، ينبغي أن يُطلب منهم دفع ضريبة التخلص أو رسوم مرئية يمكن للموزعين والمصنعين استيفاؤها لتمويل المنظمات البيئية التي تجمع المخلفات الإلكترونية وتعالجها. وينبغي تشجيع المستهلكين على نقل مخلفاتهم إلى نقاط التجميع التي تتيحها الحكومة المحلية في البلديات والمدن والقرى.

ويمكن أيضاً منح المستهلكين خيار تسليم أجهزتهم الإلكترونية القديمة إلى تجار التقنيات العالية بالتجزئة على أساس جهاز مقابل جهاز، عند شراء بديل، على النحو الموضح في توجيه الاتحاد الأوروبي بشأن المخلفات الإلكترونية. وهذا يلقي بالعبء على كاهل تجار التجزئة (بمن فيهم تجار التجزئة عبر الإنترنت) لتنظيم خدمة جمع فعالة من خلال تقديم مكان تخزين للمخلفات الإلكترونية في المتاجر ونقاط التجميع، يمكن منه توجيهها نحو مراكز التخلص من المخلفات البلدية أو جهات إعادة التدوير المعتمدة (في حال تعامل تجار التجزئة مع التخلص من المخلفات الإلكترونية لديهم).

وتبدأ إدارة المخلفات الإلكترونية في المنازل والمدارس[36] والمكاتب بالتدريب، وتقديم الوثائق من خلال الحملات واليافطات التي تطلع عامة الناس على فرز المخلفات. ويجب أن يكون التدريب متاحاً باللغة الوطنية المناسبة وينبغي أن يبرز ما يعرفه المشاركون ويشعرون به أصلاً بشأن الموضوع[37] لاستهداف وجهات النظر على المستوى الفردي والأسري والمجتمعي والسياسي. فعلى سبيل المثال، يمكن توزيع رسوم توضيحية للحملة تتناول الفرز والمخلفات في المدارس والأحياء والمكاتب.

يجب أن تعمل المكاتب المسؤولة عن البيئة على الوقاية لتقليل توليد المخلفات في المصدر، بإلزام الفرز وإعادة التدوير لمعظم المخلفات التي لا يمكن تجنبها. فعلى سبيل المثال، تنبغي إعادة تدوير عبوات الورق المقوى، بينما يجب فصل خراطيش الحبر والمخلفات الإلكترونية من المكاتب والتخلص منها بشكل صحيح، بغض النظر عن حجم المكتب أو حجم المخلفات المتولدة.

4.2 معلومات عن مواقع تسليم المخلفات الإلكترونية

تدعو الحاجة إلى مزيد من الجهود لإعلام الناس بمكان جمع وإعادة تدوير البطاريات والحواسيب المستخدمة وغيرها من المعدات التي تحتوي على المخلفات السامة. وفي العديد من الأماكن، ينتهي المطاف بالمهمل من الهواتف المتنقلة والحواسيب وأجهزة المودم والأجهزة اللوحية وما إلى ذلك في مدافن المخلفات المشاعة والمكبات غير الرسمية الواقعة بالقرب من المنازل ويمكن أن تتفاقم مشكلة معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المهملة ذات الأصل المحلي بسبب تدفق المخلفات المستوردة. وكثيراً ما تنتهي هذه المخلفات إما بدفنها في مدافن المخلفات الرسمية أو برميها بشكل غير قانوني على جانب الطريق وفي حاويات القمامة، حيث ترمَّد أو يكتفى بتركها لتتحلل.

[36] تمكن الاستفادة من أدوات تعليمية، مثل مجموعات "لغة الصور" التعليمية للتوعية بالصلة بين مستوى الثراء ونُهج إدارة المخلفات، بما في ذلك كتب أنشطة، وأقراص مدمجة (CD-ROM)، ومقاطع فيديو، وإفادات، وأشرطة رسوم متحركة توضح تدفق المخلفات العادية والخطرة.

[37] ينبغي أن تثير المعلومات المتناقَلة أسئلة محددة مثل ما هو معروف عن المخلفات؟ وما هي مصادر ما نعرفه عن المخلفات وكيف نتعامل معها؟ وما هي القيم التي تدعم معارفنا؟

الفصل 3 - سلسلة قيمة المخلفات الإلكترونية وإدارتها

1.3 مجموعة المعدات الكهربائية والإلكترونية المستهدَفة بإعادة التدوير

تسهيلاً لعمليات المعالجة، يقترح الاتحاد الأوروبي تصنيف مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) ضمن ست فئات بموجب توجيه الاتحاد الأوروبي 2012/19/EU بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية:

الجدول 1: فئات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) وفقاً لتوجيهات الاتحاد الأوروبي

رقم الفئة	مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية المقابلة لها
1	**معدات التبادل الحراري** (الثلاجات، المجمدات، المعدات التي تولد تلقائياً منتجات باردة، معدات تكييف الهواء، معدات إزالة الرطوبة، مضخات الحرارة، أجهزة التدفئة التي تحتوي على الزيت وغير ذلك من معدات التبادل الحراري التي تستعمل سوائل أخرى غير الماء من أجل التبادل الحراري، إلخ.)
2	**الشاشات وأجهزة العرض والمعدات التي تحتوي على شاشات تفوق مساحتها 100 cm^2** (الشاشات، أجهزة التلفزيون، إطارات الصور من نوع LCD، شاشات العرض، الحواسيب المحمولة، الحواسيب المحمولة الصغيرة)
3	**المصابيح** (المصابيح الفلورية المستقيمة، المصابيح الفلورية المدمجة، المصابيح الفلورية، المصابيح ذات التفريغ الغازي عالي الكثافة بما فيها مصابيح بخار الصوديوم عالية الضغط ومصابيح الهاليدات المعدنية، مصابيح بخار الصوديوم منخفضة الضغط)
4	**المعدات الكبيرة** (غسّالات الملابس، مجففات الملابس، غسّالات الأواني، مواقد الطبخ، الأفران الكهربائية، مواقد الطبخ اللوحية الكهربائية، أجهزة الإنارة، المعدات التي تصدر الصوت أو الصور، المعدات الموسيقية (باستثناء آلات الأرغن المثبتة في الكنائس)، أجهزة الحياكة والنسج، الحواسيب الكبيرة، الطابعات الكبيرة، معدات النسخ، ماكينات القمار، الأجهزة الطبية الكبيرة، الأجهزة الكبيرة للمراقبة والتحكم، آلات البيع والصرافات الآلية الكبيرة، الألواح الضوئية الفلطية)
5	**المعدات الصغيرة** (المكنسات الكهربائية، مكنسات تنظيف السجاد، آلات الخياطة، أجهزة الإنارة، أفران الميكروويف، معدات التهوية، المكاوي، محمّصات الخبز، السكاكين الكهربائية، الغلايّات الكهربائية، المنبهات والساعات، آلات الحلاقة الكهربائية، آلات الوزن، أجهزة العناية بالشعر والجسم، الآلات الحاسبة، أجهزة الراديو، كاميرات الفيديو، مسجّلات الفيديو، الأنظمة عالية الأداء، الآلات الموسيقية، المعدات التي تصدر الصوت أو الصور، اللُّعب الكهربائية والإلكترونية، المعدات الرياضية، الحواسيب الخاصة بركوب الدراجات والغوص والجري والتجديف وما إلى ذلك، كاشفات الدخان، أجهزة ضبط التدفئة، أجهزة تنظيم الحرارة، الأدوات الكهربائية والإلكترونية الصغيرة، الأجهزة الطبية الصغيرة، الأجهزة الصغيرة للمراقبة والتحكم، آلات البيع الصغيرة، المعدات الصغيرة التي تُدمج فيها ألواح ضوئية فولطية)
6	**المعدات الصغيرة للاتصالات/تكنولوجيا المعلومات** (الأجهزة المحمولة، الأنظمة العالمية لتحديد الموقع، الآلات الحاسبة، المسيِّرات، الحواسيب الشخصية، الطابعات، الهواتف)

2.3 تنظيم نظام إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية

1.2.3 سلسلة القيمة

تشتمل سلسلة معالجة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية أساساً على الأنشطة التالية: الجمع والنقل والمعالجة وإعادة التدوير.

أ) الجمع

تتمثل هذه العملية في جمع المنتجات التي لم تعد صالحة للاستعمال ونقلها إلى منشآت المعالجة. وتيسيراً للمعالجة النهائية، قد يكون الجمع انتقائياً حسب فئة المعدات ومستوى السمية ونوع المعالجة المطلوبة، وذلك

لضمان أن تكون مجموعات المخلفات متجانسة. ويتم الجمع بطرق عديدة، خاصة من خلال المنشآت الدائمة وجولات الجمع المنتظمة.

- **الجمع الثابت أو الدائم**: يتم في مرافق تخزين ثابتة ومخصصة تنشئها غالباً المنظمة المسؤولة عن إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية. ويمكن للموزعين أيضاً إنشاء مثل هذه الوحدات في مبانيهم التي يخصصونها لجمع المعدات المنتهية دورة حياتها من عملائهم. ويتخلص المستهلكون من معداتهم المستعملة في هذه الوحدات إما مجاناً أو مقابل رسوم، حسب الحالة المحددة أو نموذج الإدارة؛
- **الجمع المنتظم**: يتمثل في القيام بجولات جمع منتظمة داخل منطقة التجميع. وتُجمع المخلفات في مواقع محددة بوضوح تضم منصات تخزين تقنية متنقلة. وتشمل هذه الطريقة أيضاً الجمع من باب إلى باب (يقوم وكلاء الجمع بجمع المنتجات من الشركات أو المنازل مباشرةً). وبعد ذلك تُنقل مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية المجمَّعة بهذه الطريقة إلى نقطة جمع ثابت أو تُنقل مباشرة إلى مركز للمعالجة.

ب) النقل

تتمثل عمليات النقل في تحويل مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية من نقاط الجمع المنتظم والثابت إلى مراكز إعادة التدوير ويجب حملها في مركبات مجهزة خصيصاً لنقل المواد الخطيرة. وتقوم المنظمة المحلية المسؤولة عن إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية باستئجار هذه المركبات.

ج) المعالجة/إعادة التدوير

وفقاً للتقرير السنوي لسجل مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية الذي تم إعداده في عام 2016 من أجل وكالة البيئة وإدارة الطاقة (ADEME) الفرنسية، يوصى باستخدام خمسة أنواع من المعالجة. وهي مدرجة في **الجدول 2** حسب ترتيب الأولويات.

الجدول 2: أنواع المعالجة الخمسة

الاسم	المعالجة المعنية
التحضير لإعادة الاستعمال	إعادة استعمال المعدات بالكامل بعد إصلاحها
إعادة الاستعمال في شكل أجزاء	إعادة استعمال أجزاء المعدات أو مكوناتها
إعادة تدوير المواد	إعادة تدوير المواد المستخلصة من مكونات المعدات بعد تفكيكها يدوياً أو ميكانيكياً
استعادة الطاقة	الحرق مع استعادة الطاقة
التخلص	التخلص دون استعادة (مدافن المخلفات، والتخلص من المخلفات دون استعادة الطاقة منها)

2.2.3 الأدوار

غالباً ما تكون الجهات الفاعلة المشاركة في نظام إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية من الهيئات الحكومية والسلطات المحلية والمنتجين والمستهلكين التجاريين والمنزليين والمجتمع المدني.

الهيئات الحكومية

في معظم البلدان التي لديها نظام لمعالجة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية، تكون الوزارات والإدارات المسؤولة عن الشؤون البيئية هي الهيئات الحكومية المسؤولة عن تنفيذ السياسات المتعلقة بجمع مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية ومعالجتها. وهي مسؤولة عن إرساء الأسس اللازمة لتسهيل الإدارة الفعالة والمستدامة للمخلفات، وتشمل هذه المسؤولية بوجه خاص:

- تطوير وتعزيز ومراقبة الإطار القانوني والتنظيمي لإدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية وحماية البيئة؛
- مراقبة تنفيذ القواعد التنظيمية القائمة؛

- إنشاء آلية تمويل مناسبة للنظام.

المنتجون

في سياق إدارة المخلفات الإلكترونية، يُعرَّف المنتِج في الاتحاد الأوروبي بأنه "أي شخص طبيعي أو اعتباري، مستقر في دولة عضو، يقوم بتصنيع أو تسويق أو إعادة بيع معدات كهربائية وإلكترونية موسومة باسمه أو علامته التجارية؛ ويطرح في سوق تلك الدولة العضو، على أساس مهني، معدات كهربائية وإلكترونية من بلد ثالث أو من دولة عضو أخرى؛ أو يبيع معدات كهربائية وإلكترونية عن طريق الاتصال عن بعد مباشرةً مع الأسر الخاصة أو مع مستخدمين بخلاف الأسر الخاصة في دولة عضو معينة، وهو مستقر في دولة عضو أخرى أو في بلد ثالث".[38]

من المهم تحديد ماهية المنتِج لأن نظام إدارة المخلفات الإلكترونية العامل بكفاءة ينبغي أن يُرفق بقائمة جرد لجميع أسماء المنتجين الذين يبيعون المخلفات الإلكترونية في بلد ما ومعلومات الاتصال بهم. وفي غياب أي سجل وطني لمنتجي المعدات الكهربائية والإلكترونية، لا توجد آلية لمحاسبة المنتجين عن إدارة نهاية عمر المعدات الكهربائية والإلكترونية. وفي إطار نظام مسؤولية المنتج الموسعة (EPR)، سيتعرض هؤلاء المنتجون للمساءلة عن إدارة المعدات الكهربائية والإلكترونية. ويرد في **الفصل 1** تعريف بمسؤولية المنتج الموسعة.

المستهلكون

عادةً ما يتولى المستهلكون مسؤولية فرز المخلفات في المصدر وحسب نموذج تمويل نظام إدارة المخلفات الإلكترونية، فقد يتحملون أيضاً التكاليف جزئياً عند شراء معدات كهربائية وإلكترونية جديدة أو عند التخلص منها.

ويعد دور المستهلكين مهماً للغاية في نظام إدارة المخلفات الإلكترونية، لأن المستهلكين هم المسؤولون عن اتخاذ قرار بشأن شراء المخلفات الإلكترونية والتخلص منها، وهم يحددون استخدام المعدات وعمرها الافتراضي.

ويندرج المستهلكون بشكل عام في فئتين قد تتطلبان استراتيجيات مختلفة لإدارة المخلفات لأغراض التوعية وجمع المخلفات:

- الأسر ومصالح الأعمال الصغيرة؛
- مستهلكو الجملة، مثل الوكالات الحكومية ومصالح الأعمال الخاصة الكبيرة.

ويتمثل المنتجون الرئيسيون للمخلفات الكهربائية في الأسر ومصالح الأعمال الصغيرة. وهم مسؤولون عن إعادة المعدات التي تنتهي دورة حياتها إلى الموزعين أو إلى المرافق المحددة لجمع المخلفات. وينبغي أن يكونوا على وعي بالآثار الضارة للمعدات الكهربائية على الصحة والبيئة. ويشاركون أيضاً بشكل مباشر في تمويل نظام إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية، وذلك بفضل الضريبة المدفوعة وقت شراء المعدات الجديدة أو المساهمة (المشاركة البيئية) المستحقة على استعادة المعدات المستعملة.

معيدو التدوير

يمكن تعريف معيد التدوير على أنها الشخص الطبيعي أو الاعتباري المسؤول عن ضمان تلبية متطلبات اللوائح، فيما يتعلق بعملية إعادة التدوير، ضمن مصلحة أعمال تخضع لسيطرته. ويمكن تعريف عملية إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية على أنها "أي عملية استرداد تعاد من خلالها معالجة مواد المخلفات كي تتحول إلى منتجات أو مواد سواء للأغراض الأصلية أو لأغراض أخرى."[39]

وتؤدي منظمات إعادة التدوير دوراً أساسياً في إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية وهي تشارك أيضاً في أنشطة الجمع والنقل والتخزين. وينبغي لمعيدي التدوير المعتمدين التعامل مع المخلفات الإلكترونية، ولكن قد تجري أيضاً أنشطة إعادة تدوير غير رسمية في بلد ما ينبغي تناولها في السياسة الوطنية.

---

[38] الاتحاد الأوروبي، التوجيه 2012/19/EU للبرلمان الأوروبي والمجلس بتاريخ 4 يوليو 2012 بشأن مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية. المادة 3(و).

[39] الاتحاد الأوروبي. التوجيه 2008/98/EC للبرلمان الأوروبي والمجلس بتاريخ 19 نوفمبر 2008 بشأن المخلفات، وإلغاء بعض التوجيهات (نص ذو صلة بالمنطقة الاقتصادية الأوروبية)"، المادة 3 (17).

الحكومات

تشير الحكومة إلى جميع الوزارات والإدارات ذات الصلة، على المستويين الوطني والمحلي، التي تتولى دوراً أو مسؤولية في إدارة سلسلة قيمة المخلفات الإلكترونية.

وفي نظام إدارة المخلفات الإلكترونية، ينبغي أن تشارك الحكومة في إصدار التراخيص والإنفاذ وضبط التحركات عبر الحدود. وينبغي أن تشرف الحكومة الوطنية والمحلية على الإطار الدستوري والقانوني، والتصاريح البيئية، وأدوار ومسؤوليات الجهات الفاعلة الأخرى في سلسلة قيمة المخلفات الإلكترونية، بما في ذلك الأدوات المالية، وتقييمات الأثر البيئي، وإدارة ومعايير المخلفات البلدية الصلبة.

وينبغي إنشاء منظمة مسؤولية المنتج (على النحو الموضح في **الفصل 1**) تحت إشراف الحكومة.

السلطات المحلية

ينبغي للسلطات المحلية أن تتحمل المسؤولية عن جمع ومعالجة مخلفات البلديات وعن تطوير استراتيجيات إدارة المخلفات وتنفيذها على الصعيد المحلي أو تنفيذ الاستراتيجية الوطنية. وقد تكون مسؤولة عن إسناد خدمات جمع ومعالجة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية إلى طرف ثالث. وفي بعض الأنظمة الإدارية، تقوم مجتمعات محلية بإنشاء مواقع مخصصة لجمع مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية وتتحمل مسؤولية نقل المخلفات إلى مرافق المعالجة.

منتجو/موزعو المعدات الكهربائية والإلكترونية

منهم المصنعون والمستوردون وتجار الجملة وتجار التجزئة في المعدات الكهربائية والإلكترونية. وهم يؤدون دوراً رئيسياً في جمع مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية ومعالجتها. وفي بعض الحالات، يتحمل المنتجون والموزعين مسؤولية نظام الإدارة بالكامل. فيُلزمون باستعادة المعدات المستعملة من المستخدمين النهائيين (الأسر والشركات). ويمكن أن يشمل ذلك قبول السلع مباشرةً في مرافقهم من خلال البنية التحتية الخاصة بهم للجمع. وفي بعض الأحيان، لا تُقبل مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية إلاّ وقت شراء قطع جديدة من المعدات، وهو ما يعرف بالاستعادة القائمة على قطعة مقابل قطعة. ويتم بعد ذلك تجديد هذه القطعة باستخدام البنية التحتية الخاصة بهم أو دمجها في النظام المحلي للمعالجة. ويؤدي موزعو المعدات الكهربائية والإلكترونية أيضاً دوراً مركزياً في تمويل نظام الاستعادة. فهم مسؤولون عن تحصيل الرسوم الخاصة بمعالجة معدات المستهلكين المستعملة وتحويل الأموال إلى منظمة إعادة التدوير. ويمكن دفع هذه الرسوم إما عند شراء معدات جديدة أو عند إرجاع المعدات المستعملة.

3.3 نظرة عامة على الوضع في بعض البلدان في منطقة إفريقيا

وفقاً للمرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية 2020 (Global E-waste Monitor 2020)، أنتجت منطقة إفريقيا 2,9 مليون طن من المخلفات الإلكترونية في عام 2019.[40]

وفي منطقة إفريقيا، تميل المخلفات الإلكترونية لأن تدار على يد مشغلين من القطاع غير الرسمي بمشاركة قليلة من القطاع العام في تنظيم أو تمويل أنظمة الإدارة.

وتوجد مبادرات قائمة، لكن تأثيرها لا يزال محدوداً. وتعمل منظمات إقليمية مثل المجموعة الاقتصادية لدول غرب إفريقيا (ECOWAS) على إنشاء إطار لإدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية بمزيد من الكفاءة، بمشاركة البلدان الأعضاء الخمسة عشر في المجموعة الاقتصادية لدول غرب إفريقيا.[41]

وفي السنغال، توجد مرافق تفكيك خاصة تتلقى المعدات من الشركات الخاصة، مثل الشركة الوطنية للاتصالات (Sonatel)، والسلطات العامة. وتستعرض السنغال، من خلال الوكالة الحكومية لتكنولوجيا المعلومات (ADIE)، مرسوماً مكملاً للقانون رقم 01-2001 المؤرخ 15 يناير 2001 بشأن مدونة قوانين البيئة، وتنفذ المرسوم

[40] انظر الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة (ISWA). المرصد العالمي للمخلفات الإلكترونية لعام 2020. *أخبار الرابطة الدولية للمخلفات الصلبة*، 2 يوليو 2020.

[41] جمعية منظمو الاتصالات في غرب إفريقيا (WATRA). ورشة عمل التحقق من صحة دراسة إدارة المخلفات الإلكترونية في غرب إفريقيا، داكار، 17-18 يونيو 2019.

رقم 282-2001 المؤرخ 12 أبريل 2001 من أجل تحسين جمع ومعالجة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية.

وحاولت بنن تعزيز إطارها القانوني كي تتمكن من تحسين إدارة تدفق الأجهزة التي تدخل البلاد.[42] وفي إطار مشروع المخلفات الإلكترونية في إفريقيا (E-waste Africa)،[43] بدأت الاستراتيجيات الوطنية لإدارة المخلفات الإلكترونية في التبلور في كوت ديفوار وغانا ونيجيريا، حيث أقرت الأخيرة لائحة مخصصة للمعدات الكهربائية والإلكترونية في عام 2011.

الجدول 3: نظرة عامة على التشريعات والمبادرات المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية[44]

البلد	التشريع المتعلق بالمخلفات الإلكترونية	المبادرات المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية
مركز جمع المخلفات الإلكترونية		
الكاميرون	مشروع لائحة	فيه مخطط مسؤولية المنتج الموسعة (EPR)
مصر		لديها ثلاث شركات إعادة تدوير رئيسية
غانا	قانون بشأن المخلفات الإلكترونية	فرض رسوماً بيئية متقدمة لإعادة التدوير مبادئ توجيهية بشأن إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية
كينيا	مشروع لائحة	اللجنة التوجيهية الوطنية لإدارة المخلفات الإلكترونية لديها مرفق إعادة التدوير
مدغشقر		مشروع لائحة
ملاوي		استراتيجية بشأن المخلفات الإلكترونية
المغرب		استراتيجية وطنية بشأن المخلفات الإلكترونية مشروع بشأن المخلفات الإلكترونية
نيجيريا	مشروع لائحة	يحتوي على دليل لاستيراد المعدات الكهربائية والإلكترونية المستعملة، يدير التجارة غير القانونية بالمخلفات الإلكترونية
رواندا	سياسة بشأن المخلفات الإلكترونية	اللجنة التوجيهية الوطنية لإدارة موحدة للمخلفات الإلكترونية مرفق إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية
جنوب إفريقيا	قانون بشأن المخلفات الإلكترونية	استراتيجية بشأن المخلفات الإلكترونية
تنزانيا		اللجنة التوجيهية الوطنية لإدارة موحدة للمخلفات الإلكترونية
تونس	إدارة المخلفات الإلكترونية بموجب التشريع العام المتعلق بالتحكم في المخلفات واستخدامها والتخلص منها.	أجري تقييم لبيانات المخلفات الإلكترونية في البلاد،

[42] Cheikh Diop وRamata Thioune، *المخلفات الإلكترونية والحاسوبية في إفريقيا، تحديات وفرص التنمية المستدامة في بنن ومالي والسنغال*. طبعة خارتالا ومركز بحوث التنمية الدولية (كندا)، 2014.

[43] انظر برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP). اتفاقية بازل. تحسين قدرة الأطراف على الإدارة السليمة بيئياً للمخلفات الإلكترونية من خلال تحسين الأداء الإقليمي: الأنشطة المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية في إفريقيا.

[44] المبادئ التوجيهية بشأن المخلفات الإلكترونية للدول الأعضاء في الاتحاد الإفريقي للاتصالات. نظرة عامة، ومبادئ توجيهية ومؤشرات، الصفحات 20-21.

الجدول 3: نظرة عامة على التشريعات والمبادرات المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية (تابع)

البلد	التشريع المتعلق بالمخلفات الإلكترونية	المبادرات المتعلقة بالمخلفات الإلكترونية
أوغندا	قانون البيئة الجديد لعام 2019 الذي يحتوي على قسم خاص بالمخلفات الإلكترونية (بمعزل عن المخلفات الخطرة) سياسة بشأن المخلفات الإلكترونية مبادئ توجيهية بشأن المخلفات الإلكترونية	استراتيجية بشأن المخلفات الإلكترونية، مبادئ توجيهية بشأن المخلفات الإلكترونية اللجنة التوجيهية الوطنية لإدارة موحدة للمخلفات، أجريت دراسة عن إدارة نهاية العمر الافتراضي لمعدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
زامبيا		مشروع لائحة

التمويل

يجري تقديم الدعم على أساس تقني أو مالي، ومثال ذلك:[45]

- الاتحاد الدولي للاتصالات في ملاوي (المساعدة في وضع الاستراتيجية الوطنية)
- وكالة التعاون الألمانية (GIZ) تساعد بلدان شرق إفريقيا على وضع إستراتيجية إقليمية
- إيطاليا تدعم مصر في برنامج إدارة المخلفات تحت إشراف برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)
- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي يدعم أوغندا في وضع استراتيجيتها الوطنية.

4.3 دراسات حالة عن المخلفات الإلكترونية

أعدت بوروندي لوائح بشأن الإدارة البيئية لمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية.[46] وقد أنشأت لجنة تنسيق، ووضعت إطاراً تنظيمياً، وهي تعقد ورش عمل لإدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية. وبالتعاون مع القطاع الخاص، يجرى تدريب على التوعية بشأن المخلفات، وعلى جمعها وفرزها.[47]

وتعتمد الهند على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مهمة النظافة لتقليل الآثار الضارة للمخلفات الإلكترونية والمخلفات الصلبة وملوثات الأرض.[48] وكجزء من استراتيجية إدارة المخلفات الإلكترونية ورؤية اقتصاد التدوير، تُجمع كميات كبيرة من المعادن الثمينة عن طريق إعادة تدوير الهواتف المتنقلة. وخلقت الهند أيضاً فرص عمل عن طريق إعادة التدوير. في بنغالور، وحُظر تشغيل القائمين بإعادة التدوير غير المجازين وتخضع المخلفات الإلكترونية للمراقبة، وقد نجحت هذه الجهود[49]

وأدرج الاتحاد الروسي في تشريعاته الحالية، بشأن إدارة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية، قائمة جديدة بالمواد المحظورة واشترط مسؤوليات التخلص النهائي منها الملقاة على عاتق المنتجين والمستوردين.[50]

ويحدد المجتمع المدني الإفريقي المعني بمجتمع المعلومات (ACSIS) عدداً من التحديات والتوصيات للتخلص من المخلفات الإلكترونية في منطقة إفريقيا. وقد أسس معالجة المخلفات الإلكترونية كصناعة، وهو يقدم المعلومات وأدوات المعالجة والتدريب وفقاً للمعايير الدولية.[51]

ووضعت البرازيل قانوناً اتحادياً بشأن المخلفات الصلبة ومخلفات الأجهزة الكهربائية والإلكترونية.[52]

وحددت سري لانكا، كجزء من سلسلة من مبادرات إدارة المخلفات الإلكترونية، الحاجة إلى الإسراع بوضع إطار سياسة مستدامة للتخلص من المخلفات الإلكترونية أو إعادة استخدامها، إدراكاً منها بأن الكميات الكبيرة من

---

45 المبادئ التوجيهية بشأن المخلفات الإلكترونية للدول الأعضاء في الاتحاد الإفريقي للاتصالات. نظرة عامة، ومبادئ توجيهية ومؤشرات، الصفحة 22.

46 الوثيقة 2/48 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من بوروندي.

47 الوثيقة 2/143 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من بوروندي.

48 الوثيقة 2/72(Rev.1) للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من الهند.

49 الوثيقة 2/197، للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من الهند.

50 الوثيقة SG2RGQ/52، للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من الاتحاد الروسي.

51 الوثيقة SG2RGQ/51 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من المجتمع المدني الإفريقي المعني بمجتمع المعلومات (ACSIS).

52 الوثيقة SG2RGQ/37 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من البرازيل.

المخلفات الإلكترونية الناتجة عن معدات الاتصالات المتقادمة، مثل الهواتف المتنقلة وهواتف الخط الأرضي والحواسيب الشخصية ومعدات الإذاعة والأجهزة الطرفية، يمكن أن تتسبب في المستقبل القريب بوقوع مشاكل بيئية واجتماعية واقتصادية وأن إطار السياسة المستدامة يحتاج إلى الإعداد السريع من أجل التخلص من المخلفات أو إعادة تدويرها.[53]

وتدرك الكاميرون أهمية استحداث استراتيجيات محددة لجمع ومعالجة مخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE)، وتعقيدات بيئة الاتصالات، والزيادات في استخدام المعدات للنفاذ إلى البنية التحتية والخدمات والإشعاع الكهرمغنطيسي الموجود في البيئة. ويوجد في الكاميرون إطار قانوني وتنظيمي يهدف إلى الحد من الآثار الضارة للمخلفات الإلكترونية.[54]

وفي الاتحاد الروسي،[55] أطلق مشغِّل الاتصالات Tele2، وهو أحد أكبر مشغلي الاتصالات المتنقلة في البلاد، مشروعاً بيئياً لجذب انتباه العملاء إلى مشكلة إعادة تدوير المخلفات الإلكترونية وتشجيع التخلص منها بالشكل المناسب. وافتتح مشغِّل الاتصالات Tele2 68 نقطة تجميع للأجهزة غير المرغوبة في 11 مدينة روسية. وستُرسَل جميع الأجهزة المستلمة لإعادة تدويرها لدى شركة رائدة متخصصة في التخلص من المعدات الإلكترونية. وأيضاً يقوم مشغل الاتصالات MTS بتنفيذ استراتيجية لتوفير استهلاك الطاقة وكفاءة استهلاك الطاقة، مع التركيز على الحد من نمو استهلاك الطاقة الكهربائية وتقليله.

وتقدم جمعية الاتحاد الدولي للاتصالات في اليابان[56] تقارير عن أساليب استعادة بطاريات الرصاص الحمضية وكيف يمكن لتكنولوجيا تجديد البطاريات هذه أن تساهم في الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المناطق الريفية والنائية. وتمكن الاستفادة من التكنولوجيا المقترحة في إطالة عمر بطاريات الرصاص الحمضية المستخدمة في الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أو غيرها من المرافق في البلدان النامية، ولا سيما في المناطق الريفية والنائية. وستساهم هذه التكنولوجيا في تحسين البيئة وسد الفجوة الرقمية.

[53] الوثيقة SG2RGQ/109 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من سري لانكا.
[54] الوثيقة SG2RGQ/119 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من الكاميرون.
[55] الوثيقة 2/394 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من الاتحاد الروسي.
[56] الوثيقة SG2RGQ/247 للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات مقدمة من جمعية الاتحاد الدولي للاتصالات في اليابان (اليابان).

الفصل 4 - التكنولوجيات الطليعية والتخفيف من آثار تغير المناخ

1.4 خلفية

يعد تغير المناخ أحد أخطر التحديات التي يواجهها المجتمع العالمي. وأصبح التقلب الواضح وغير المسبوق في درجات الحرارة والاتجاه التصاعدي في متوسط درجة حرارة الأرض[57] ثابتاً في معظم المناطق، ويتجلى ذلك في ذوبان الأنهار الجليدية، وارتفاع مستويات سطح البحر، والفيضانات، وغمر السواحل، وتغير أنماط الأمطار وتوزعها، مما يؤثر على الوحدات الأحيائية وأنماط المحاصيل، والاقتصادات في كل مكان. ووفقاً للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، تشمل المؤشرات الأخرى ما يلي:

- ارتفاع درجة حرارة المحيطات وتحمض مياه البحر؛
- زيادات في ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، بلغت حالياً أعلى مستوياتها على الإطلاق؛
- التغيرات في جليد القطب الشمالي والجليد البحري في القطب الشمالي مع تكسر الأنهار الجليدية الرئيسية؛
- حرائق على مناطق جغرافية واسعة؛
- تدمير التنوع البيولوجي.

ووفقاً لتقارير المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عن حالة المناخ العالمي، كانت الفترة من 2015 إلى 2019 هي أكثر فترة خمس سنوات مسجلة دفئاً، والفترة 2010-2019 أكثر العقود دفئاً على الإطلاق ومنذ الثمانينيات، كان كل عقد متتال أكثر دفئاً من أي عقد سبقه منذ عام 1850.[58]

ومنذ ما قبل الحقبة الصناعية، بين عامي 1880 و1900، حصل ارتفاع في درجة الحرارة بمقدار درجتين مئويتين، وهذا يشكل زيادة هائلة في الحرارة المتراكمة في الغلاف الجوي. ويفيد ملخص المناخ العالمي لعام 2019[59] الذي نشرته الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، أن درجة حرارة المحيطات والأرض مجتمعة ارتفعت في المتوسط، بما مجموعه 0,07 درجة مئوية (0,13 درجة فهرنهايت) لكل عقد منذ عام 1880؛ وتضاعف هذا الارتفاع في درجة الحرارة تقريباً (0,18 درجة مئوية/0,32 درجة فهرنهايت) منذ عام 1981. ويتوقع هذا التقرير أن العالم سيكون بحلول عام 2020، بغض النظر عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، أكثر دفئاً بمقدار 0,5 درجة مئوية (0,9 درجة فهرنهايت) مقارنة بمتوسط درجة الحرارة خلال الفترة 1986-2005. ولكن يُتوقع أن تكون هذه ظاهرة مؤقتة بسبب العطالة الحرارية للمحيطات التي تمتص كميات هائلة من الحرارة من الغلاف الجوي، وبحلول العقد المقبل، سيبدأ الشعور بهذا الخلل في توازن الحرارة الحبيسة، وإذا تُركت دون رادع فإنها ستمهد الطريق لدرجات حرارة عالمية أعلى بكثير بحلول نهاية القرن. ويوضح **الشكل 5** كيف تتغير درجات الحرارة بمرور الوقت، مقارنة بمتوسط خط الأساس في الفترة من 1951 إلى 1980، كما سجلته خمسة كيانات مختلفة. وتُظهر السجلات ارتفاعاً سريعاً في درجات الحرارة في العقود القليلة الماضية، وأن العقد الماضي كان الأكثر دفئاً.

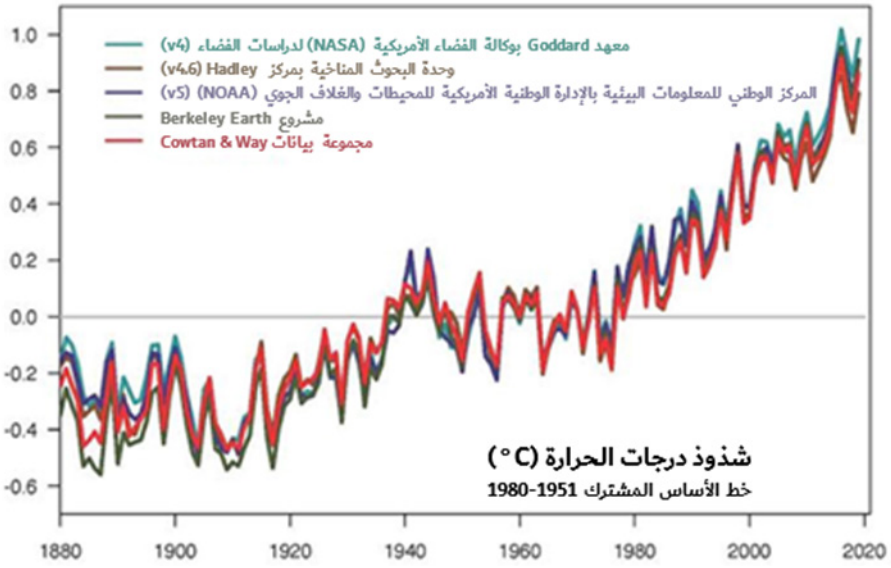
---

[57] أكدت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، بناءً على تحليل في الوقت الفعلي لقراءات درجة الحرارة العالمية سنوياً والمقارنة مع البيانات التاريخية، الارتفاع المستمر في درجات الحرارة العالمية. وأجري تحليل إحصائي مماثل في البحث الذي أجرته المراكز الوطنية للمعلومات البيئية بالإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA). ووفقاً لخدمة مراقبة الغلاف الجوي في برنامج كوبرنيكوس (Copernicus)، يُلاحَظ التوزع غير المتكافئ للاحترار العالمي من خلال الاحترار السريع في غرب سيبيريا والحرائق في القطب الشمالي، بينما تظهر في ألاسكا درجات حرارة أبرد من ذي قبل.

[58] المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). تقرير من وكالات متعددة يسلط الضوء على تزايد علامات وآثار تغير المناخ في الغلاف الجوي والبر والمحيطات. *نشرة صحفية*. نيويورك/جنيف، 10 مارس 2020.

[59] المراكز الوطنية للمعلومات البيئية بالإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، حالة المناخ: تقرير المناخ العالمي لعام 2019. المنشور عبر الإنترنت في يناير 2020.

الشكل 5: شذوذ درجات الحرارة العالمية (من عام 1880 إلى عام 2019)



المصدر: وكالة الفضاء الأمريكية (NASA)[60]

1.1.4 أمثلة على تأثيرات تغير المناخ في العالم

كان يناير 2020 هو الأكثر دفئاً في شهر يناير على الإطلاق، بفصول شتاء أكثر اعتدالاً في أجزاء كثيرة من نصف الكرة الشمالي، وذوبان الجليد في القارة القطبية الجنوبية وارتفاع مستويات سطح البحر، وقد تسببت الحرائق واسعة النطاق في أستراليا ومنطقة الأمريكتين في ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون. وفي أستراليا، كان صيف 2018-2019 الأحر على الإطلاق، حيث بلغت درجة الحرارة ذروة 41,9 درجة مئوية في 18 ديسمبر، وفي عام 2019، عانت أستراليا من سبعة من أشد الأيام قيظاً على الإطلاق. وواجهت البرازيل ارتفاعات متطرفة مماثلة في درجات الحرارة وما صاحبها من حرائق الغابات الكارثية. وشهدت العديد من البلدان في أوروبا درجات حرارة عالية، وابتليت بحرائق الغابات سيبيريا وألاسكا والقطب الشمالي وأمريكا الجنوبية وإندونيسيا والبلدان المجاورة.

2.1.4 الأحداث المؤدية إلى تغير المناخ

إن بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) بشأن حالة المناخ العالمي في عام 2019، الصادر في مارس 2020، قدم معلومات لواضعي السياسات بشأن الحاجة إلى إجراءات مناخية[61] وجمع هذا المنشور البيانات (باستخدام التكنولوجيات الطليعية مثل رصد الأرض، والبيانات الضخمة، وغير ذلك من تكنولوجيات المعلومات والاتصالات) من مختلف الوكالات التي تعمل من أجل الإجراءات المناخية، وركز على التداعيات المحتملة لتغير المناخ على العالم، وهي تشمل الآثار السلبية على الصحة والاقتصاد، والتشرد، وتدني الأمن الغذائي. ووفقاً للأمين العام للأمم المتحدة، أنطونيو غوتيريش، لم يحقق العالم بعد هدف اتفاق باريس المتمثل في خفض درجات الحرارة العالمية بمقدار 1,5 درجة مئوية أو درجتين مئويتين، فيما أشار الأمين العام للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) إلى أن السنوات الخمس المقبلة ستسجل ارتفاعات جديدة في درجات الحرارة العالمية.

وقام تقرير إسناد الطقس العالمي بتقييم المساهمة الكمية لتغير المناخ في حرائق الغابات الأخيرة في أستراليا وخلص إلى أن الاحترار العالمي يزيد من حوادث حرائق الغابات بنسبة 30 في المائة.[62]

---

60 وكالة الفضاء الأمريكية (NASA). تحليلات وكالة الفضاء الأمريكية والإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) تكشف أن عام 2019 كان ثاني أحر عام في السجلات. الإصدار 20-003، 15 يناير 2020.

61 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). بيان عن حالة المناخ العالمي عام 2019 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية رقم 1248، 2020.

62 إسناد الطقس العالمي (WWA). إسناد مخاطر حرائق الغابات الأسترالية إلى تغير المناخ البشري المنشأ. 10 يناير 2020.

3.1.4 الوكالات المشاركة في التخفيف من تغير المناخ

الأمم المتحدة وتغير المناخ

يدعو برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)[63] إلى وضع جدول أعمال بيئي عالمي مع تعزيز تنفيذ الجوانب البيئية للتنمية المستدامة ضمن منظومة الأمم المتحدة.

الاتحاد الدولي للاتصالات وتغير المناخ

يساعد الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)[64] الدول الأعضاء في وضع السياسات الوطنية وبناء القدرات اللازمة لتعزيز أهداف التنمية المستدامة مع الاستخدام السليم لتطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وخدماتها وشبكاتها.

ويصدر الاتحاد المعلومات ذات الصلة من خلال الأدوات والبيانات والمواد التدريبية من أجل تبادل المعارف ووضع السياسات والإجراءات المركزة للتخفيف من آثار تغير المناخ.

وهو يدعم مبادرة الاستدامة الإلكترونية العالمية (GeSI) إلى جانب الأمم المتحدة في شراكة عالمية من أصحاب المصلحة الرئيسيين في قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتعزيز تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل التنمية المستدامة. ويساعد الاتحاد الأعضاء في التنبؤ بوطأة الكوارث البيئية والاستعداد لها والتخطيط للإغاثة في حالات الكوارث بالاستفادة من رصد الأرض والبيانات الضخمة واتصالات الطوارئ.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)

للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) شبكة واسعة من الشركاء.[65] وتركز المنظمة العالمية للأرصاد الجوية على توثيق الأحداث المناخية، بمدخلات من رصد الأرض، وخدمات القياس والهيدرولوجيا الوطنية، ووكالات الأمم المتحدة، والمجتمعات العلمية بشأن تأثير الطقس على الأنشطة البشرية المختلفة، مثل النظم الإيكولوجية البحرية والبرية، وصحة الإنسان، والزراعة والأمن الغذائي، والتنمية المجتمعية الاقتصادية والارتحال والنزوح البشري. وتراقب المنظمة العالمية للأرصاد الجوية تغير المناخ على المستوى العالمي وتزود الدول الأعضاء في المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بمعلومات دقيقة وموثوقة وقائمة على الأدلة لاتخاذ قرارات مستنيرة بشأن التخفيف من آثار تغير المناخ وتقييم المخاطر وإدارة الكوارث وزيادة الجهود سعياً لكفاءة استهلاك الطاقة ومساعدة البلدان على التحول نحو اقتصاد محايد من حيث الكربون.

اتفاق باريس

يهدف اتفاق باريس،[66] وهو اتفاق ضمن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)، إلى "إبقاء الاحترار العالمي في حدود أقل بكثير من درجتين مئويتين، ويفضل إبقاؤه في حد لا يتجاوز 1,5 درجة مئوية، مقارنةً بمستويات ما قبل الحقبة الصناعية ". وحتى عام 2020، وقعت جميع الدول الأعضاء في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ على هذا الاتفاق، فأصبح 190 بلداً طرفاً فيه.

مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP25)[67]

تدعم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC). وتقدِّم اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ للحكومات كل عام البيانات العلمية المحدَّثة بما فيها حالة المناخ وغازات الاحتباس الحراري. وسيتابع مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ تنفيذ اتفاق باريس لإبقاء ارتفاع متوسط درجات الحرارة العالمية أقل من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية والسعي إلى حصر ارتفاع درجة الحرارة في حد لا يتجاوز 1,5 درجة مئوية.

---

63 برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP). https://www.unenvironment.org.
64 الاتحاد الدولي للاتصالات. أنشطة الاتحاد. عمل الاتحاد الدولي للاتصالات في مجال موضوع البيئة وتغير المناخ والمحلفات الإلكترونية.
65 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). https://public.wmo.int.
66 الأمم المتحدة. تغير المناخ. اتفاق باريس.
67 الأمم المتحدة. تغير المناخ. مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP25) – ديسمبر 2019.

2.4 تكنولوجيات وأنظمة وتطبيقات جديدة لمراقبة المناخ وتقليل تأثيره

في التصدي لتغير المناخ، ستحتاج البلدان، من بين أمور أخرى، إلى استخدام أقوى أدوات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) لمعالجة القضايا المتعلقة بالمجتمع والبيئة، ولدعم الإجراءات وتقديم الحلول للتخفيف من المشاكل على أرض الواقع. ووفقاً لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، يمر العالم بلحظة محورية في التاريخ البيئي حيث يمكن لهذه التكنولوجيات أن تغير مسار المستقبل المستدام وتدعمه.[68]

وتتمتع التكنولوجيات الطليعية مثل الذكاء الاصطناعي (AI) والبيانات الضخمة والحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء (IoT) بالقدرة على جعل المجتمع شاملاً للجميع وآمناً ومتجاوزاً للعثرات ومستداماً. وسيمكّن استخدام الذكاء الاصطناعي للتعلم وحل المشاكل من تحسين تكامل البيانات وتحليلها وتفسيرها. ويمكن لقرارات ومخرجات الذكاء الاصطناعي أن تحسن التنبؤ بالأحداث المتطرفة مثل الأعاصير والطقس على المستوى المحلي وتفاصيله باستخدام نماذج واسعة النطاق. ويمكنها أن تساعد أيضاً في إعادة بناء الظروف المناخية السابقة باستخدام البيانات الجيولوجية، على سبيل المثال، أو سجلات الطقس السابق المخزنة في ميادين الجليد القطبية.

وتستخدم البيانات الضخمة كميات كبيرة ومعقدة من البيانات تصعب أو تستحيل معالجتها باستخدام الأساليب التقليدية. ويمكن استخدام البيانات الضخمة لتكوين رؤى تؤدي إلى تحسين قرارات وتحركات الأعمال الاستراتيجية.

أما الحوسبة السحابية فهي أسلوب لتشغيل برمجيات التطبيقات وتخزين البيانات ذات الصلة في نظام حاسوب مركزي يتيح للعملاء أو المستخدمين الآخرين النفاذ إليها عبر الإنترنت. ويتضمن ذلك البرمجيات كخدمة (SaaS) التي يُتشارك فيها بخدمات الحوسبة والموارد، مثل المخدمات والتخزين وقواعد البيانات والشبكات والتحليلات والذكاء بدلاً من امتلاك مخدمات محلية أو أجهزة شخصية للتعامل معها.

وتشير إنترنت الأشياء إلى "بنية تحتية عالمية لمجتمع المعلومات، تمكّن الخدمات المتطورة عن طريق التوصيل البيني للأشياء (المادية والافتراضية) استناداً إلى تكنولوجيات المعلومات والاتصالات القابلة للتشغيل البيني القائمة والمتطورة"، ووفقاً للتوصية ITU T-Y.2060/Y.4000[69] تشمل إنترنت الأشياء (IoT) الاتصالات المباشرة من آلة إلى آلة (M2M) ومن الآلة إلى الناس (M2P)، والعلوم التطبيقية المتعلقة بالذكاء المحيط والبيئات الذكية[70].

ولعل اتجاهات التكنولوجيا الأخرى تساعد أيضاً في الإجراءات المناخية[71]:

- يدمج *الواقع المعزز والافتراضي* (AR/VR) العالمين المادي والافتراضي، ومن خلال تكديس عناصر الواقع الافتراضي في سيناريوهات الحياة الواقعية، يمكن للواقع المعزز والواقع الافتراضي على سبيل المثال تمكين الأشخاص من الحصول على تجربة افتراضية في القضايا البيئية والمتعلقة بالمناخ.
- *حوسبة الحافة* تشبه الحوسبة السحابية ولكنها تقرّب الحوسبة وتخزين البيانات إلى مصدر البيانات الأصلي لتحسين أوقات الاستجابة وتقليل حجم الحركة عبر الشبكة الأوسع.
- يمكن أن تساعد *سلسلة الكتل* و*قواعد البيانات الموزعة* في معالجة أزمة المناخ من خلال تحسين المساءلة والشفافية والكفاءة في تقييم مشاريع الكربون المنخفض، على سبيل المثال وتداول تعويض الكربون في أسواق الكربون، وتداول الطاقة من نظير إلى نظير في أسواق الطاقة النظيفة اللامركزية، وتمويل المناخ من حيث الممارسات التجارية القديمة والجديدة.[72]
- *تعلم الآلة*، هو أحد تخصصات الذكاء الاصطناعي، وينطوي على تنفيذ برمجيات حاسوب يمكنها التعلم بشكل مستقل.

---

68 David Jensen. (UNEP)، تسخير قوة البيانات الضخمة والتكنولوجيات الطليعية للإجراءات المناخية، *ورشة عمل قطاع تنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الطليعية في الإجراءات المناخية*، جنيف، 15 أكتوبر 2019.

69 التوصية ITU-T Y.4000/Y.2060 (06/2012). نظرة عامة على إنترنت الأشياء.

70 الاتحاد الدولي للاتصالات، التكنولوجيات الطليعية لحماية البيئة والتصدي لتغير المناخ، أبريل 2020.

71 تمثل التعاريف الواردة هنا تجميعاً من العديد من المصادر الخبيرة والقواميس والموسوعات عبر الإنترنت، مثل تقرير (سلسلة) لبنات تحسين كوكب الأرض من المنتدى الاقتصادي العالمي، والموسوعة البريطانية (Britannica)، وقاموس Cambridge، وموسوعة Wikipedia وورش عمل الاتحاد الدولي للاتصالات.

72 برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP). كيف يمكن لتكنولوجيا سلسلة كتل أن تعزز الإجراءات بشأن المناخ. *مقالات في مجلة أخبار برنامج الأمم المتحدة للبيئة*. 1 يونيو 2017.

- *المنصات ووسائل التواصل الاجتماعي* التي يمكن أن تعزز المحادثات بشأن التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه وزيادة الوعي.
- يمكن تضمين *البرمجيات ذات المصدر المفتوح* (متاحة للمستخدمين كي يغيروها ويعدلوها ويوزعوها) والبرمجيات التجارية في الأجهزة ومسيِّرات إنترنت الأشياء وعُقد الحافة وأجهزة القياس والمراقبة على سبيل المثال.
- *تطبيقات الهاتف المتنقل* التي تتيح معلومات عن مخاطر تغير المناخ ويمكن أن تحل محل العديد من الأنشطة البشرية التي تلحق أضراراً كبيرة بالنظم البيئية.
- يمكن لاستخدام *السواتل* إلى جانب الطائرات بدون طيار و*أجهزة الاستشعار* أن يجمع معلومات عن كوكبنا.

وعلى النحو الموضح في **الشكل 6**، يمكن أن يؤدي الجمع بين التكنولوجيات الناشئة إلى تغيير الطريقة التي نراقب بها الأرض وتعزيز الصمود المناخي.

الشكل 6: اتجاهات التكنولوجيا

المصدر: David Jensen (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2019)[73].

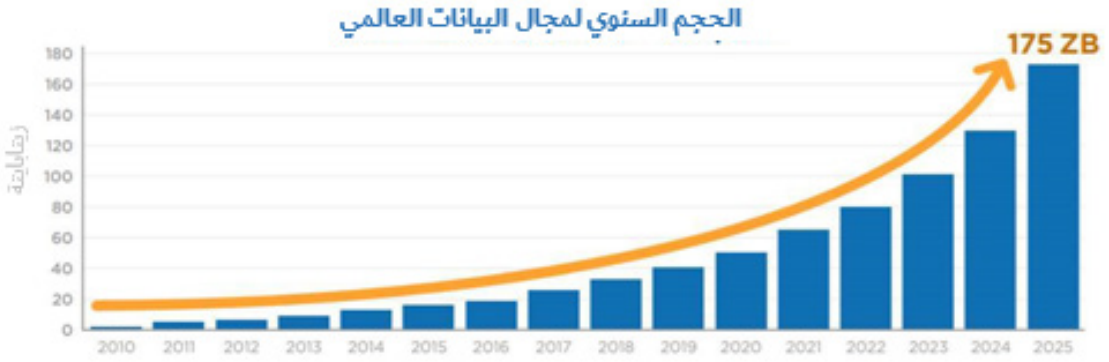
وتهدف الأقسام التالية إلى تحسين شرح البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي وإظهار مدى أهميتها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة 11 و12 و13 التي وضعها برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

1.2.4 البيانات الضخمة

شاع الآن استخدام التكنولوجيا الرقمية والبيانات الضخمة على الرغم من أن العديد من أصحاب المصلحة لا يزالون يفكرون في كيفية تنفيذها في السياسات ونماذج الأعمال والمنتجات الجديدة للحصول على قيمتها. والبيانات هي حجر الأساس للاقتصاد الرقمي. يعد تغير المناخ والقياس البيئي التحدي الأكبر للبيانات الضخمة. وبشكل عام، تشير البيانات الضخمة إلى مجموعات البيانات الضخمة للغاية التي تكشف حسابياً عن الأنماط والاتجاهات والارتباطات، خاصة فيما يتعلق بالسلوك البشري والتفاعلات البشرية. ويوضح **الشكل 7** تصاعد حجم البيانات الرقمية من عام 2010 إلى عام 2025، حين ستصل إلى 175 زيتابايتة (ZB).

[73] Jillian Campbell وDavid Jensen (UNEP). وعد ومخاطر النظام الإيكولوجي الرقمي للكوكب. 11 سبتمبر 2019.

الشكل 7: الحجم السنوي لمجال البيانات العالمي



المصدر: مؤسسة البيانات الدولية (IDC)[74].

الزيتابايتة الواحدة تساوي [12] 10 غيغا بايتة (GB). ومن شأن 175 زيتابايتة في قرص فيديو رقمي (DVD) أن تلف حول الأرض 222 مرة وأما كم البيانات الناتج عن التاريخ البشري فيشغل حوالي 0,005 ZB!

واستُنفد الإصدار الرابع من بروتوكول الإنترنت (IPv4) بحلول عام 2011، بعد أن قدم 296 967 294 4 عنوان بروتوكول إنترنت مختلفاً. ويمكن للإصدار السادس (IPv6) تقديم 456 211 768 431 607 374 463 463 938 920 366 282 340 عنوان بروتوكول إنترنت، أي عنواناً واحداً تقريباً لكل خلية في جسم الإنسان![75]

وتتميز البيانات الضخمة، المستقاة مثلاً من الشبكات الاجتماعية والأنظمة وأجهزة الاستشعار، بالحجم الكبير والسرعة والتنوع والصدق. وهي أيضاً ناتج ثانوي عضوي من لإنترنت الأشياء نظراً لقدرة الآلات على إنشاء ومعالجة وتحليل كميات كبيرة من البيانات بسرعات عالية.[76] وتشمل مصادر البيانات الضخمة تطبيقات مثل أجهزة الاستشعار بالتلوث والطقس، والصحة والسواتل وتدابير الأمن الغذائي والموقع الجغرافي ومصادر الحركة. ويوضح **الشكل 8** بعض الحقائق والأرقام.

[74] مؤسسة البيانات الدولية (IDC). الورقة البيضاء الصادرة عن مؤسسة البيانات الدولية عصر البيانات 2025: رقمنة العالم من الحافة إلى المركز، تم التحديث في مايو 2020.

[75] David Jensen. فرع إدارة الأزمات، برنامج الأمم المتحدة للبيئة. تسخير قوة البيانات الضخمة والتكنولوجيات الطليعية للإجراءات المناخية. *ورشة عمل قطاع تنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الطليعية في الإجراءات المناخية، جنيف، 15 أكتوبر 2019.*

[76] الاتحاد الدولي للاتصالات، قطاع تقييس الاتصالات وتغير المناخ. التكنولوجيات الطليعية، 2020.

الشكل 8: مصادر البيانات الضخمة

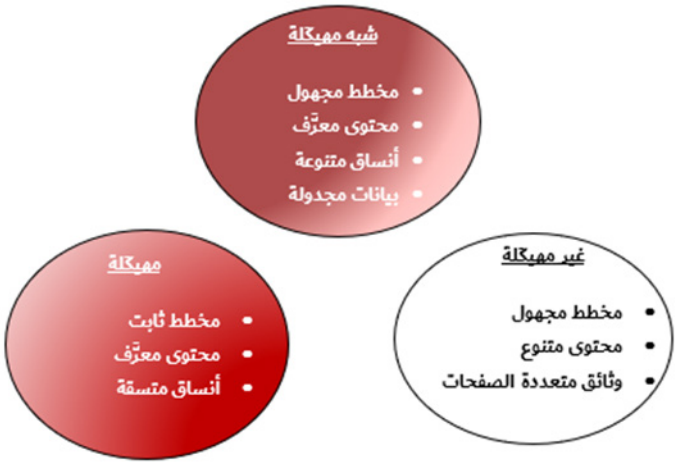
المصدر: David Jensen (برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، [77]2019.

يوضح **الشكل 9** أنواع البيانات داخل نموذج البيانات الضخمة:

- مهيكَلة: معلومات عميقة التنظيم يمكن تخزينها والنفاذ إليها فوراً وبسلاسة من قاعدة بيانات بواسطة محركات البحث، من قبيل احتواء جدول بيانات الطقس التاريخي اليومي لمدينة على درجات الحرارة وهطولات الأمطار وبيانات الرياح.
- شبه مهيكَلة: ملفات بيانات نصية بنمط يمكن تمييزه وتحتوي على معلومات حيوية أو وسوم لفصل البيانات في تراتبيات مختلفة، من قبيل لغة إلحاق النصوص القابلة للتوسيع (XML).
- غير مهيكَلة: البيانات التي ليس لها شكل محدد وعادة ما تخزَّن كأنواع مختلفة من الملفات، مثل البريد الإلكتروني والوثائق النصية وأرشيفات PDF والصور والفيديو.

[77] David Jensen. فرع إدارة الأزمات، برنامج الأمم المتحدة للبيئة. المرجع السابق.

الشكل 9: أنواع البيانات الضخمة



يتمثل التحدي في كيفية جعل البيانات قابلة للاستخدام، في شكل رسوم بيانية وجداول وإحصاءات مثلاً، من مجموعة من العديد من مصادر البيانات.

2.2.4 الذكاء الاصطناعي

يؤدي الذكاء الاصطناعي (AI) بالفعل دوراً كبيراً في حياة الناس. وكثيراً ما يستخدم مصطلح الذكاء الاصطناعي في إعداد مشاريع النظام التي تبين العمليات الفكرية البشرية، مثل القدرة على التفكير أو اكتشاف المعنى أو التعميم أو التعلم من التجارب السابقة. وتشمل الفروع في هذا المجال تعلم الآلة (ML) والشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) والتنقيب في البيانات، ويستخدم العديد منها في التنبؤ والتعرف على الأنماط.

وبفضل الأدوات اللازمة لهيكلة كميات هائلة من البيانات وتحليلها، وتوافر موارد الحوسبة، ووحدات معالجة الرسومات (GPU) منخفضة التكلفة، والحوسبة السحابية، فإن للذكاء الاصطناعي القدرة الكامنة على مواجهة تحديات الإجراءات المناخية وتحقيق فرص تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المراعية للبيئة.

وسيساعد الذكاء الاصطناعي في حل العديد من معضلات الحياة الواقعية مثل التخفيف من المخاطر المتعلقة بتغير المناخ وإدارتها، والأمن الغذائي، وكفاءة استهلاك الطاقة، والهندسة الجيولوجية الشمسية، وتحسين مراقبة إزالة الغابات، والنقل الأكثر مراعاة للبيئة، والتنبؤات المناخية الأفضل.

وتعتمد فعالية الذكاء الاصطناعي التي تتطلب كميات كبيرة من قدرة الحوسبة والطاقة، على التكامل الفعال مع التكنولوجيات الأخرى وإزالة الكربون من نظام الطاقة. وسيأتي ذلك في مقام أهم حيث تشير الدراسات إلى أن عمليات تعلم الآلة وحدها يمكن أن ينبعث منها أكثر من 626 000 رطل من ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل تقريباً خمسة أضعاف الانبعاثات على مدى عمر سيارة عادية.[78]

3.2.4 تعلم الآلة[79]

تقدَّم في هذا القسم بإيجاز المفاهيم الأساسية لمجموعة واسعة من تقنيات تعلم الآلة (ML)، بما في ذلك أمثلة للاستخدام في قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتسريع التقدم نحو تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة.

وكثيراً ما يشير "تعلم" الآلة إلى الحصول على نماذج عامة من مجموعة من الأمثلة، وفصل المعلومات ذات الصلة أو المعايير النمطية عن مجموعات البيانات. والجمع بين تعلم الآلة وحالات الاستخدام المنفصلة لأجهزة الاستشعار من شبكة إنترنت الأشياء يؤدي إلى تحسين دقة النماذج، على سبيل المثال، بتقليل عدم اليقين في التنبؤات المناخية.

---

[78] الاتحاد الدولي للاتصالات، قطاع تقييس الاتصالات وتغير المناخ. المرجع السابق.

[79] David Rolnick وآخرون. قطاع تقييس الاتصالات وتغير المناخ. التكنولوجيات الطليعية، 2020. معالجة تغير المناخ بتعلم الآلة. يونيو 2019؛ موسوعة Wikipedia: تعلم الآلة والتعلم المعزّز.

وفيما يلي نماذج التعلم الرئيسية الثلاثة:

- نموذج التعلم الخاضع للإشراف: يتعلم بمساعدة الإجابة الصحيحة (مسائل التراجع والتصنيف).
- نموذج التعلم غير الخاضع للإشراف: يتعلم الهيكل، ولا توجد إجابة صحيحة (مسائل التجميع والارتباط).
- نموذج التعلم المعزَّز: يتعلم الإجراءات التي تؤدي إلى بعض المكافآت (مسائل التحكم المثلى، الروبوتات ونظرية الألعاب).

ويعتمد أداء خوارزمية تعلم الآلة على التوفر الوفير للبيانات المهيكلة وغير المهيكلة، وإلى جانب ذلك فإن البيانات عالية الجودة، والتوصيلية، والقدرة الحسابية، والتحليل الإحصائي والخبرات ضرورية أيضاً.

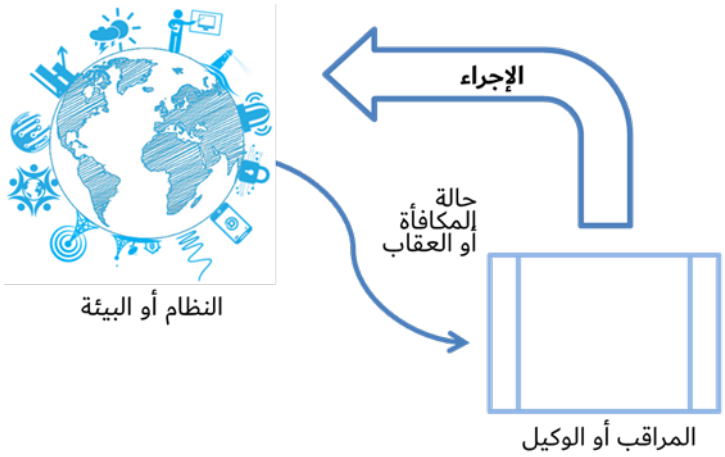
وتُستخدم أساليب غابة القرار العشوائي لحل العديد من مسائل التصنيف والتراجع، فعلى سبيل المثال، يمكن للأطر التشغيلية القائمة على هذه الأساليب فيما يتعلق بالهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة (القضاء التام على الجوع) والهدف 12 من أهداف التنمية المستدامة (الاستهلاك والإنتاج المسؤولان)، تنفيذ رسم خرائط الأراضي الزراعية.

ويعد التجميع الزماني والمكاني لخدمات التنبؤ بوقوف السيارات استراتيجية تساعد على تحقيق الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة (مدن ومجتمعات محلية مستدامة)، إذ أصبح توفر مواقف السيارات إشكالياً في المناطق الحضرية. وظهرت في عدة مدن في العالم أنظمة تعمل على تبسيط البحث عن أماكن وقوف السيارات المجانية محسنةً كفاءة حركة المرور على الطرق، خاصة عند دمجها مع بيانات إنترنت الأشياء (IoT).

ويعد التعلم المعزَّز (RL) مجالاً يسترعي اهتماماً متزايداً في مجتمع أبحاث الروبوتات لأنظمة التصنيع الذكية والأتمتة المرنة، مثل تكنولوجيات التفكيك المستقل المفيدة لإدارة المخلفات الإلكترونية. وللتعلم المعزَّز صلات بالهدف 9 من أهداف التنمية المستدامة (الصناعة والابتكار والهياكل الأساسية) والهدف 12 من أهداف التنمية المستدامة (الاستهلاك والإنتاج المسؤولان).

والتعلم المعزَّز هو نظام حسابي يتعلم كيفية الوصول إلى الهدف. وتتمثل الأساليب في تعلم جودة الإجراءات (Q) وعملية اتخاذ قرار Markov (MDP). وفي **الشكل 10**، يقوم المراقب أو الوكيل بتنفيذ إجراء يؤثر على النظام أو البيئة. وبالتالي، يحصل على مكافأة بناءً على الإجراء المنفَّذ وكيف أثر على البيئة/النظام. وطوال التدريب، يحاول الوكيل/المراقب تحصيل المكافآت القصوى.

الشكل 10: حلقة التعلم المعزَّز



المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات

4.2.4 الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)[80]

الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) هي نموذج حسابي مستوحى من أعمال الدماغ البيولوجية. والشبكة العصبية الاصطناعية هي إطار تعلم عميق (DL) أو شبكة عصبية متعددة الطبقات تستخرج تدريجياً ميزات

[80] David وآخرون. المرجع السابق.

المستوى الأعلى من المدخلات الأولية. ويسمح إطار التعلم العميق بتطبيق عمليات التعلم مع طبقات متعددة من التجريد من خلال الاستفادة من الموارد الحسابية عالية السرعة. وقد أدى التعلم العميق إلى تحسن كبير في النتائج التي يقدمها تعلم الآلة.

وتتعلم الشبكات العصبية من خلال معالجة الأمثلة التي تحتوي على مجموعات المدخلات والنتائج المعروفة. والاختلاف في حالة الشبكة قبل وبعد معالجة المثال (المكون من ارتباطات مرجَّحة الاحتمالات) هو عملية التعلم. وبعد عدد كافٍ من الأمثلة، تصبح الشبكة قادرة على التنبؤ بالنتائج من المدخلات، باستخدام الارتباطات المبنية من مجموعة الأمثلة.

ويمكن لأنواع معينة من الشبكات العصبية، تسمى شبكات الخصومة العامة، إنشاء محتوى جديد استناداً إلى النماذج الاحتمالية في ضوء المجموعة الصحيحة من بيانات التدريب، من قبيل كيف سيبدو المظهر الخارجي لمنزل معين عند تأثره بالفيضانات. ويمكن للشبكات العصبية أيضاً أن تحل عمليات الغلاف الجوي المعقدة والضيقة النطاق، من قبيل تقليل حالات عدم اليقين المتأصلة في النماذج المناخية الحالية، بما في ذلك تشكل السحب بالحمل الحراري لتقدير هطول الأمطار في الوقت الفعلي المفيد في إدارة الجفاف.

5.2.4 التنقيب في البيانات[81]

إن أساليب التنقيب في البيانات لتعلم الآلة والتحليل الرياضي تستخرج المعرفة لاشتقاق الأنماط والاتجاهات من مجموعات البيانات الضخمة لتحديد المعلومات ذات الصلة وتحويلها إلى هيكل مفهوم لمزيد من الاستخدام. ولا يسهل اكتشاف هذه الأنماط عن طريق استكشاف البيانات التقليدي لأن العلاقات معقدة للغاية أو كثرة البيانات، على سبيل المثال، ومن المعتاد إجراء التنقيب في البيانات عبر تيرابايتات من المعلومات. وتمكن الاستفادة من التنقيب في البيانات مفيداً لتحقيق الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة (العمل المناخي) والهدف 2 من أهداف التنمية المستدامة (القضاء التام على الجوع) عند استخدامه لمعالجة الأمن الغذائي والإنتاج.

3.4 دراسات حالة قُطرية بشأن التكنولوجيات الجديدة لمراقبة تغير المناخ

1.3.4 أنشطة التخفيف من تأثير تغير المناخ (الهند)

نفذت الهند أنشطة للتخفيف من تأثير تغير المناخ من خلال نشر تكنولوجيات المعلومات والاتصالات الجديدة.[82] فاستخدم مشروع e-Arik (الزراعة الإلكترونية) حلول تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتخفيف من تغير المناخ في منطقة أروناتشال براديش من خلال تعزيز الممارسات الزراعية المراعية للمناخ. وساهم هذا المشروع كثيراً في الأمن الغذائي والنمو الاقتصادي ومستويات المعيشة في المنطقة.

وأدت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات دوراً في الحد من تأثير إعصار "Fani" باستخدام تحليل صور السواتل والتنبؤ المتقدم بالطقس للتنبؤ بمسار الإعصار وامتداد الدقيق للفيضانات في الأراضي المنخفضة وعمقها ومدتها، على سبيل المثال، مما قلل من الخسائر في الأرواح من خلال إيواء مليون شخص قبل أن يضرب الإعصار.

2.3.4 شبكات الاستشعار بالمعلومات البيئية ودراسات حالة أخرى في مدينة شيوجيري (اليابان)

في اليابان، يتعرض السكان لخطر الفيضانات والأعاصير واسعة النطاق الناجمة عن تغير المناخ والزلازل والجائحات الفيروسية. وما برحت مدينة شيوجيري، التي يبلغ عدد سكانها حوالي 000 70 نسمة، تنفّذ مفهوم المجتمع الذكي من خلال إنشاء شبكات استشعار بالمعلومات البيئية (انظر **الشكل 11**) وأنظمة تستخدم الطائرات بدون طيار والذكاء الاصطناعي. ويساهم تمكين المجتمعات المحلية في استدامة الصناعة المحلية من خلال تطوير أجهزة استشعار إنترنت الأشياء وبرمجيات التطبيقات ذات الصلة. بالإضافة إلى ذلك، فإن نظام توليد القدرة من الكتلة الحيوية للطاقة المتجددة المراعية للبيئة، الذي له وظائف ذكية والمحايد من حيث الكربون، يوصَّل بشبكة الطاقة المجتمعية لإمداد المنازل وشبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات جميعها تقريباً في المدينة. وستساهم هذه المنشأة في الصناعات الحرجية المحلية وصناعات الأخشاب وفي امتصاص الكربون من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.[83]

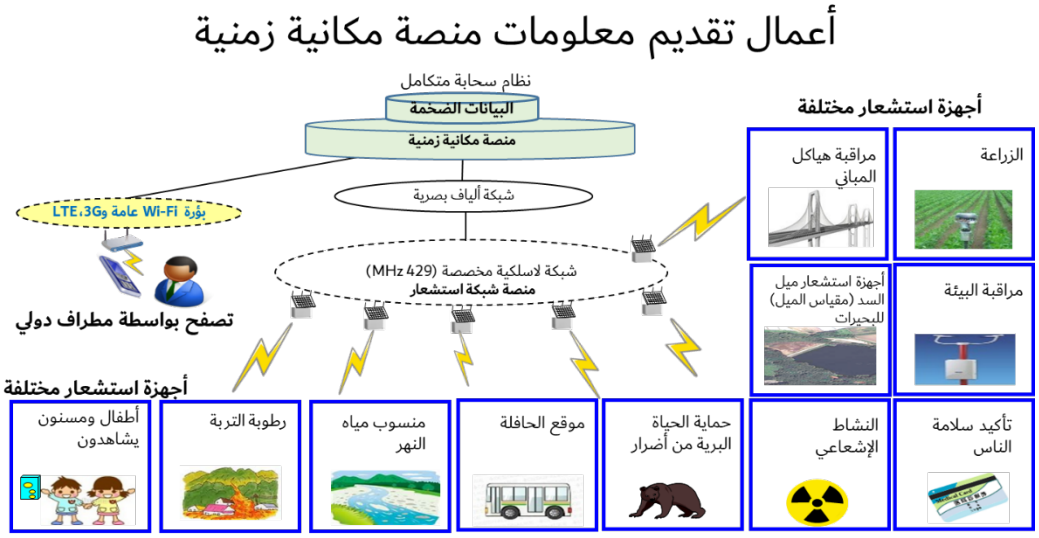
---

[81] SIGKDD، منهاج التنقيب في البيانات: مقترح، 2020، وموسوعة Wikipedia: التنقيب في البيانات.

[82] وثيقة لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/132 من الهند.

[83] وثيقة لجنة الدراسات 2 قطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/28 + الملحق من اليابان.

الشكل 11: منصة شيوجيري لجمع بيانات المعلومات البيئية وشبكة استشعار إنترنت الأشياء الخاصة بها



شبكة لاسلكية مدمجة لجمع معلومات أجهزة الاستشعار بكفاءة وبتكلفة زهيدة

المصدر: اليابان.

خلفية

في عام 2000، بدأت بلدية شيوجيري في بناء شبكة ألياف بصرية مستقلة بطول 130 km، وهو توصل الآن جميع المرافق العامة في المدينة. والشبكة موصولة بينياً مع مقدمي خدمة الطبقة العليا. وبالإضافة إلى ذلك، أنشئت شبكة منطقة لاسلكية منخفضة القدرة تنشر الطيف الترددي 429 MHz بتشكيلة شبكة مخصصة وتعمل مع 640 محطة مكرر لاسلكية موزعة وأجهزة استشعار إنترنت الأشياء ذاتية الاستدامة. ونتيجة لذلك، أصبحت مدينة شيوجيري بأكملها منطقة اتصالات لاسلكية مستدامة وبأسعار ميسورة تشغّلها الحكومة المحلية.

وعززت بلدية شيوجيري تطوير الأجهزة ذات الصلة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وبرمجيات التطبيقات من جانب الشركات المحلية والأوساط الأكاديمية (الجامعة والكلية والمدرسة الثانوية التقنية) واستثمرت في شبكة من أجهزة استشعار إنترنت الأشياء لجمع البيانات البيئية المحلية وتبادلها تلقائياً، بالإضافة إلى محطة القدرة من الكتلة الحيوية لتوريد قدرة منخفضة التكلفة ومراعية للبيئة ومحايدة من حيث الكربون إلى 67 000 نسمة من سكان المنطقة.

دراسة حالة

أ تُستخدم بيانات مثل درجة الحرارة والرطوبة والإشعاع الشمسي لتقليل كمية المواد الكيميائية الزراعية لمكافحة الآفات، مما أدى إلى خفض التكاليف وتقليل الأثر البيئي لمبيدات الآفات.

ب اعتمد الأسلوب التقليدي للتنبؤ بالانهيارات الطينية أو الانهيارات الأرضية هطول الأمطار ومدته على معارف الخبراء. وتُرسَل الآن التحذيرات تلقائياً عندما تكشف أجهزة استشعار إنترنت الأشياء مستويات رطوبة التربة.

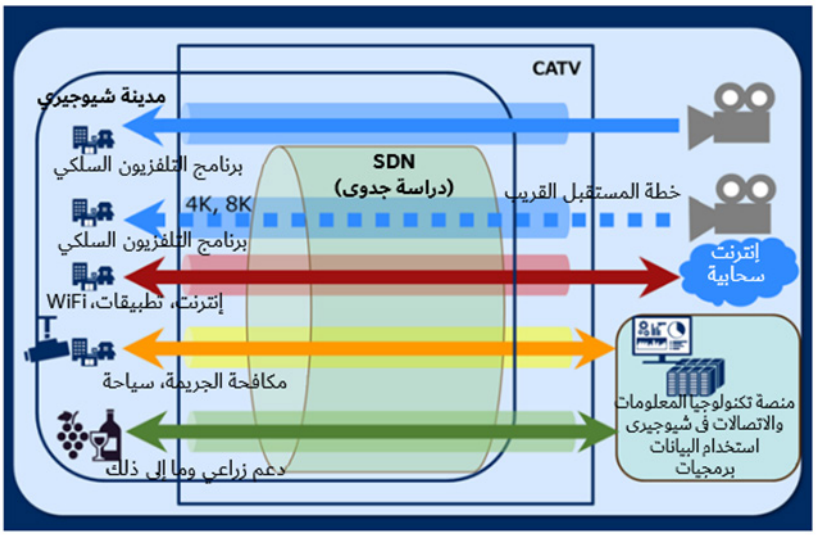
ج وصعب التنبؤ بالصقيع الشديد في الماضي. ولكن بتنفيذ شبكات استشعار إنترنت الأشياء التي تقيس وتحسب درجة الحرارة والرطوبة، تصدر تحذيرات من الصقيع لتمكين المزارعين من حماية المحاصيل من أضرار الصقيع.[84]

د أثبتت دراسة جدوى أن تقديم خدمات مرتبطة بشكل وثيق بالسكان والمجتمعات المحلية يسهل الحفاظ على البنية التحتية المهمة لاتصالات المعلومات في المناطق الريفية. وتكنولوجيا الشبكة المعرَّفة بالبرمجيات (SDN) تجعل الخدمات مرئية، حيث يمكن لمقدمي الخدمة تحسين فهمهم لكيفية استخدام الخدمات فيمكنهم تقديم قدر أنسب من المحتوى وجودة خدمة. وتؤمِّن تكنولوجيا تقسيم الشبكة المعرفة

[84] وثيقة لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات 2/208، من شركة NEC (اليابان).

بالبرمجيات التحكم في حجم الحركة وجودة الخدمة في الوقت الفعلي باستخدام بنية تحتية مشتركة للشبكة (انظر **الشكل 12**)، مما يؤدي إلى انخفاض تكاليف البنية التحتية والتشغيل.

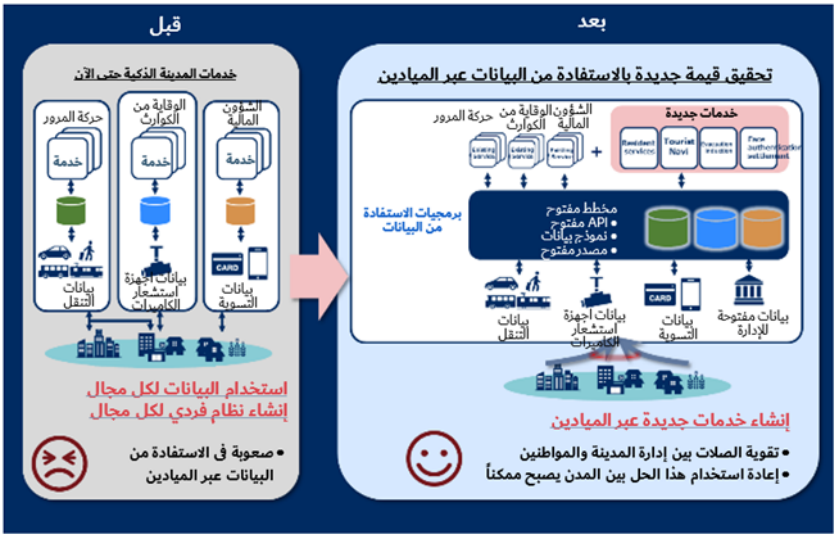
الشكل 12: دراسة حالة البنية التحتية لاتصالات معلومات التلفزيون الكبلي (CATV) بواسطة الشبكة المعرَّفة بالبرمجيات (SDN)



المصدر: شركة NEC، اليابان.

هـ جمعت بلدية شيوجيري البيانات لتنشيط المجتمع وتحسين السلامة عبر مجالات متعددة بما في ذلك الوقاية من الكوارث والسياحة والنقل والطاقة والبيئة. واستُخدمت برمجيات الاستفادة من البيانات أيضاً لتناقل البيانات وتحليلها ومعالجتها وتصورها (انظر **الشكل 13**).

الشكل 13: دراسة حالة برمجيات الاستفادة من البيانات



المصدر: شركة NEC، اليابان

و شجعت بلدية شيوجيري بناء محطة قدرة من الكتلة الحيوية تساهم في استدامة صناعة الغابات الإقليمية. وتتيح شبكة القدرة الكهربائية الإقليمية توليد وإمداد القدرة بشكل مستدام لتلبية الطلب الإقليمي من شبكة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وفرادى الأسر. وستُستخدم تكنولوجيات المعلومات والاتصالات لتكييف شبكة القدرة الكهربائية مع التحرير المستقبلي لقطاع القدرة مما سيحسن توزيع الكهرباء بكفاءة في المنطقة ويحافظ على استقرار الأسعار في سوق تنافسية (انظر **الشكل 14**).[85]

[85] وثيقة لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/28 + الملحق، من اليابان.

الشكل 14: شبكة القدرة الكهربائية الإقليمية المتولدة بالكتلة الحيوية لإمداد شبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وإعادة تدوير المواد البيئية

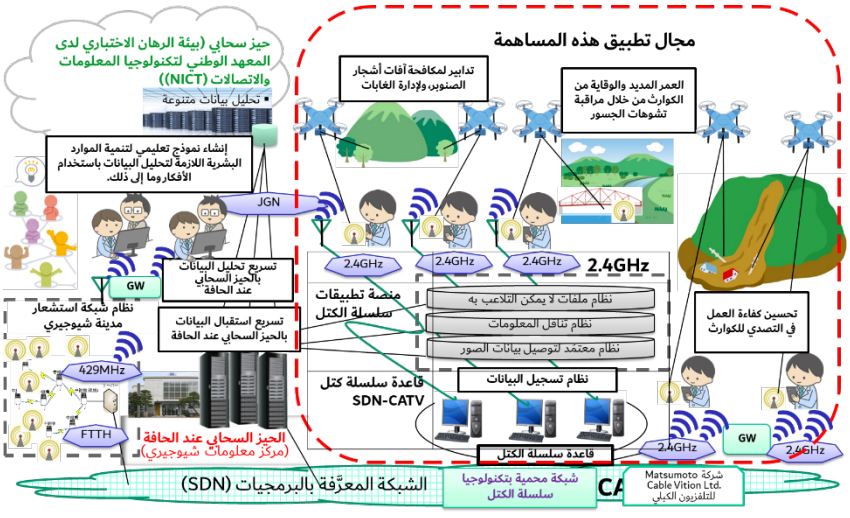
المصدر: اليابان.

ز تتضرر غابات مدينة شيوجيري بسبب آفة الصنوبر (نيماتودا خشب الصنوبر، انظر **الشكل 15**) التي يمكن أن تؤثر على استدامة صناعة الغابات في هذا المنطقة. ولمنع تفاقم الضرر، استُخدمت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لقياس حالة الغابات ووضع تدابير مضادة لمنع استشراء الآفة إلى مناطق أخرى (انظر **الشكل 16**)[86].

الشكل 15: غابة ذات أشجار صنوبر ميتة

المصدر: جامعة شينشو، اليابان.

الشكل 16: نظام كاميرات الطائرات بدون طيار



المصدر: جامعة شينشو، اليابان.

[86] وثيقة لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/173 من جامعة شينشو (اليابان).

الفصل 5 - التدابير المضادة لتغير المناخ

1.5 المبادئ التوجيهية لأفضل الممارسات بشأن مراقبة تغير المناخ والتخفيف من تأثيره

على الرغم من أن بعض التكنولوجيات الطليعية تتصدى لتغير المناخ باستخدام أدوات صنع القرار القائمة على البيانات، لا تزال هناك بعض التحديات، ومنها على سبيل المثال:

- الافتقار إلى إمكانية التشغيل البيني للبيانات؛
- الحاجة إلى تحسين النفاذ إلى البنية التحتية والبرمجيات والمهارات؛
- الحاجة إلى مزيد من الشبكات للنفاذ إلى البيانات الضخمة وتفسيرها وتناقلها؛
- الحاجة إلى تحسين استبانة البيانات؛
- محدودية إمكانية اكتشاف مجموعات البيانات؛
- نقص الدعم المالي لصيانة أو تجديد نظم رصد المناخ ولتحسين شبكات رصد المناخ؛
- الحاجة إلى تنوع أكبر في الأنظمة والقضايا الأخرى غير التقنية.

ولكن توجد أيضاً فرص كبيرة بفضل التطبيقات التي تعتمد على البيانات، ومنها على سبيل المثال:

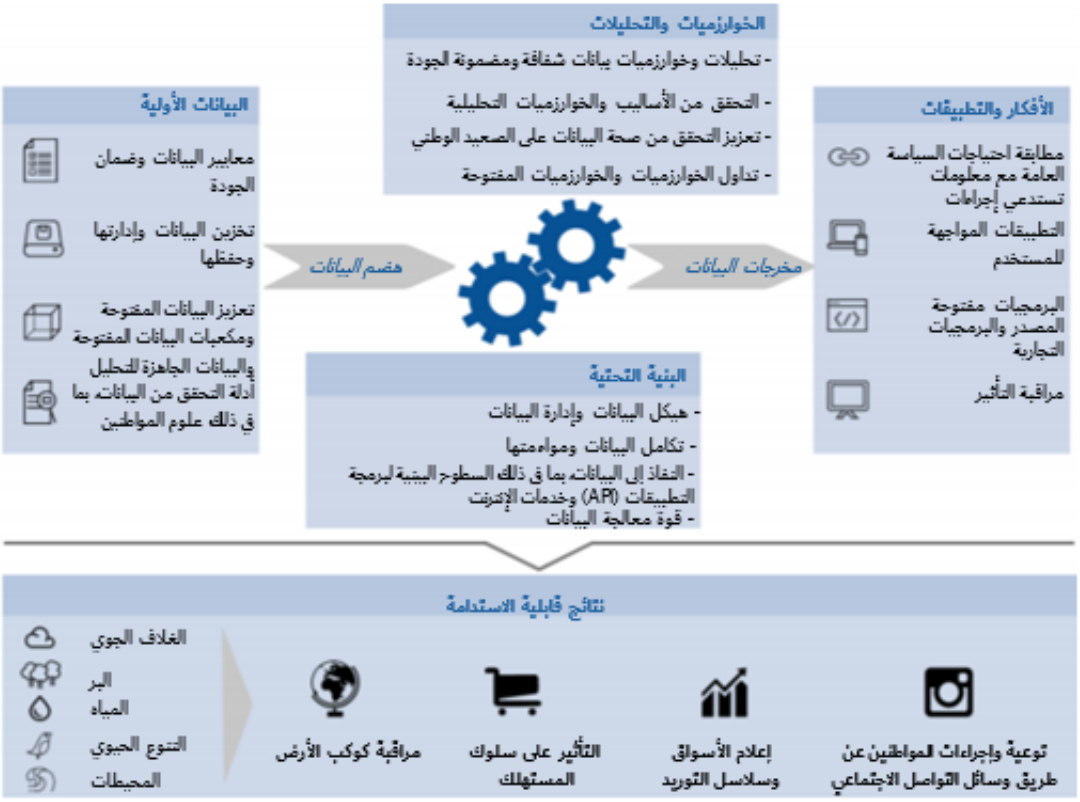
- أدوات محسنة لصنع القرار؛
- زيادة النفاذ إلى المعلومات المتعلقة بالمخاطر والبيانات السكانية لتحسين فهم طبيعة المخاطر ومحركاتها؛
- توفر التحليلات التنبؤية لتقليل المخاطر ومعالجة الآثار وتعزيز الصمود؛
- تَحسن استبانة البيانات ونظم الإنذار المبكر؛
- أدوات أسهل في الاستخدام لاستكشاف البيانات وتحليلها من أجل فهم تأثير تغير المناخ والأثر المحتمل للاستراتيجيات طويلة الأجل؛
- تحويل المزيد من البيانات إلى معلومات قابلة للاستخدام بيد صناع القرار والمستخدمين؛
- سد أكبر لفجوة البيانات والمعلومات.[87]

وسيؤدي التركيز على التكنولوجيا والتعاون بين الجهات الفاعلة في القطاعين العام والخاص إلى نظام إيكولوجي رقمي للبيئة والمناخ يتضمن المشاركة في إنشاء نماذج إدارة جديدة للاستفادة من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مراقبة أهداف التنمية المستدامة وتحقيقها، وسد الفجوة بين البيانات، وبين اتخاذ القرار والمساءلة. ويوضح **الشكل 17** العلاقات في هذا النظام الإيكولوجي الرقمي.[88]

[87] Maria Espinosa، مركز مراقبة النزوح الداخلي (IDMC) النزوح الداخلي - دور البيانات الضخمة في مراقبة المناخ والتخفيف من آثار تغير المناخ، *ورشة عمل قطاع تنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الطليعية في الإجراءات المناخية*، 15 أكتوبر 2019.

[88] David Jensen. فرع إدارة الأزمات، برنامج الأمم المتحدة للبيئة. المرجع السابق.

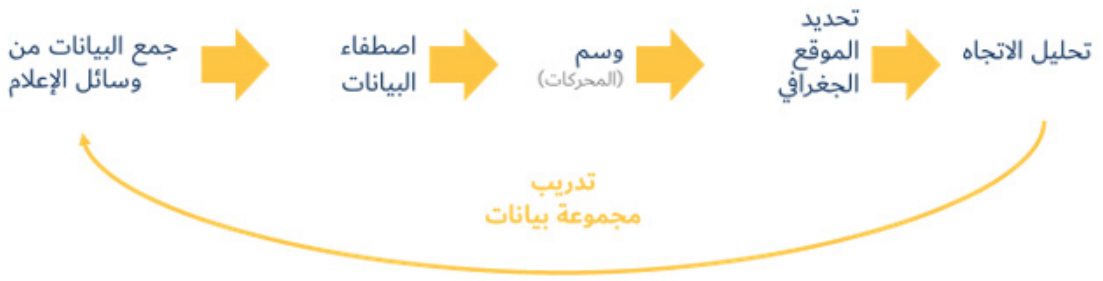
الشكل 17: نظام إيكولوجي رقمي



المصدر:David Jensen (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2019)[89]

يوضح **الشكل 18** كيف يمكن استخدام ذلك لإنشاء إطار يستخدم مجموعات البيانات لتدريب الخوارزميات أو نماذج تعلم الآلة للتنبؤ بالاتجاهات أو النتائج.

الشكل 18: إطار لتدريب مجموعة بيانات



المصدر: M. Espinosa (IDMC)، ورشة عمل الاتحاد بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الطليعية في الإجراءات المناخية، 2019

والاتحاد الدولي للاتصالات ضروري لتنمية تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في جميع أنحاء العالم، وتقييس توزيع الطيف، واللوائح التقنية، وتسجيل الأنظمة الراديوية الساتلية والأرضية، والمراقبة الراديوية الدولية، والإبلاغ عن التداخل.

وستسهل المبادئ التوجيهية الإضافية لأفضل الممارسات استخدام التكنولوجيات، لا سيما في البلدان النامية، ومثال ذلك رصد الأرض لتغير المناخ، وإدخال تكنولوجيا منخفضة التكلفة مثل الطائرات بدون طيار، والسواتل الصغيرة، وتوفر البيانات.

[89] Jillian Campbell وDavid Jensen (UNEP). المرجع السابق.

2.5 تكنولوجيا لمراقبة تغير المناخ والتخفيف من تأثيره

إن قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات سيعزز، باستخدام التكنولوجيات الجديدة والطليعية، الحلول والابتكار، من إدارة المدن إلى الإجراءات المناخية الرامية لتحقيق الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة (الهدف 13).

وتقوم أدوات الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة بالتقاط وتخزين وتحليل مجموعات البيانات الضخمة والمعقدة، وهو ما يتطلب بيانات عالية الجودة (ذات صلة ومتاحة آنياً)، يمكن استخدامها لتصميم السياسات الفعالة ومراقبتها وتقييمها. وسيحتاج تحويل تسونامي البيانات الضخمة إلى رؤى سهلة الاستخدام يمكن أن تدعم اتخاذ القرار والمساءلة بشأن الإجراءات المناخية في النظام الإيكولوجي الرقمي إلى ما يلي:

- وضع معايير عالمية.
- الكشف عن بيانات الانبعاثات؛
- تناقل البيانات والترخيص بذلك؛
- تحسين قابلية التشغيل البيني؛
- تحسين جودة البيانات والخوارزميات
- الحد من التشرذم الكبير أو التعاون الاستراتيجي المحدود؛
- زيادة عدد أصحاب المصلحة.[90]

وبانتقال العالم إلى ما بعد جائحة فيروس كورونا (COVID-19)، يمكن للحكومات أن تشجع على زيادة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتحقيق الأهداف المتعلقة بالبيئة وتغير المناخ ولوضع السياسات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تتضمن نماذج الأعمال الجديدة حوافز للشراكات بين القطاعين العام والخاص وللإدارة ولصون الخصوصيات وأمن البيانات والجغرافيا السياسية ولأطر أخلاقية جديدة.

وقد نظم قطاع تنمية الاتصالات مؤخراً ندوة عامة عبر الإنترنت[91] تعميقاً لفهم كيفية الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مكافحة تغير المناخ وإعادة بناء اقتصادات أكثر مراعاة للبيئة بعد جائحة فيروس كورونا (COVID-19).

3.5 دور رصد الأرض في مراقبة تغير المناخ والتخفيف من تأثيره

يستخدم رصد الأرض تكنولوجيا الترددات الراديوية، ومثال ذلك استخدام أنظمة ساتلية لسطع الأشياء أو الأسطح المراد دراستها والتقاط الإشارة المنعكسة لتحليل الخصائص أو الظواهر المختلفة. ويوضح **الشكل 19**[92] المعمارية العامة لنظام ساتلي للأرصاد الجوية.

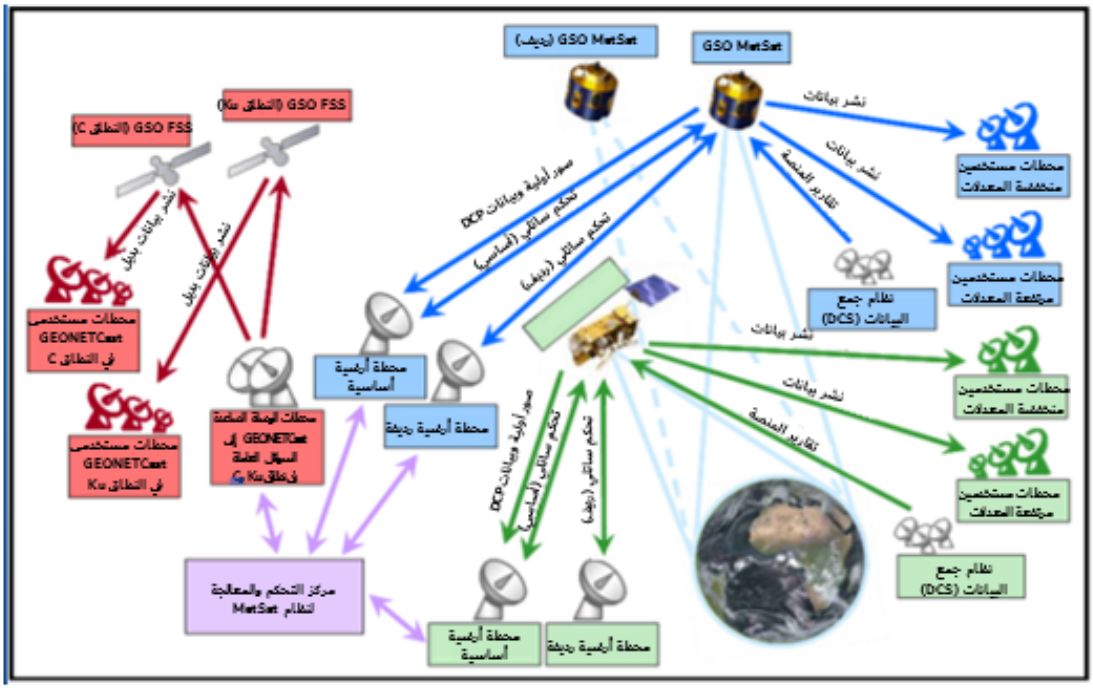
---

[90] David Jensen. فرع إدارة الأزمات، برنامج الأمم المتحدة للبيئة. المرجع السابق.

[91] الاتحاد الدولي للاتصالات، ندوة عامة عبر الإنترنت لقطاع تنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل العمل المناخي وإعادة بناء اقتصادات أكثر مراعاة للبيئة بعد جائحة فيروس كورونا (COVID-19)، 15 يوليو 2020.

[92] Vadim Nozdrin (مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات)، دور رصد الأرض في الإجراءات المناخية، *ورشة عمل قطاع تنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الطليعية من أجل العمل المناخي*، 15 أكتوبر 2019.

الشكل 19: نظام ساتلي للأرصاد الجوية



المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات

ويمتلك النظام الساتلي استبانة مكانية عالية وحساسية فريدة لعدد من المعلمات البرية والبحرية والجوية المتقلبة. ووفقاً لفريق تنسيق سواتل الأرصاد الجوية،[93] يوجد حوالي 170 ساتلًا للأرصاد الجوية مستقراً وغير مستقر بالنسبة إلى الأرض.

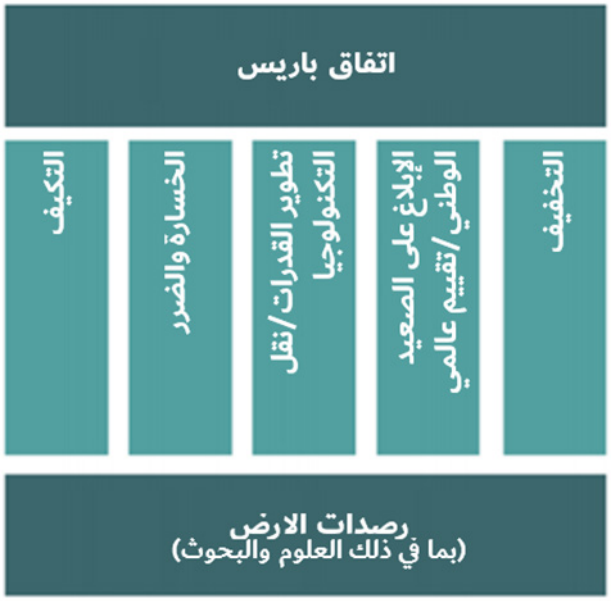
ويستفاد من رصد الأرض لمراقبة تغير المناخ لأن بيانات السواتل:

- تقدم قياسات مرجعية بشأن المتغيرات الرئيسية تساهم في دقة النماذج والتوقعات المناخية، التي تسترشد بها قرارات السياسة العامة؛
- يساهم في الحصول على بيانات عن تركيزات غازات الاحتباس الحراري (GHG) وانبعاثاتها لحساب الكربون فيما يتعلق بالردود التخفيفية؛
- يعزز تطوير ومراقبة استجابات التكيف، بما في ذلك تقييم الأثر وقابلية التأثر والمخاطر، عندما يقترن بالمعلومات الاجتماعية الاقتصادية الأخرى على مدى فترات زمنية ممتدة؛
- يساهم في تحقيق 16 هدفاً من أصل 17 هدفاً من أهداف التنمية المستدامة، و40 غاية من أصل 169 غاية من غايات التنمية المستدامة و30 مؤشراً من أصل 232 مؤشراً لأهداف التنمية المستدامة؛
- يدعم اتفاق باريس بشأن تغير المناخ على النحو المبين في **الشكل 20**.[94]

[93] V. Nozdrin، المرجع السابق؛ والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (نيابةً عن CGMS)، نظام الرصد الفضائي العالمي المتكامل للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جرى التحديث في سبتمبر 2020.

[94] Sara Venturini. الفريق المعني برصدات الأرض (GEO)، رصد الأرض لدعم اتفاق باريس. *ورشة عمل قطاع تنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الطليعية من أجل العمل المناخي*، جنيف، 15 أكتوبر 2019.

الشكل 20: رصد الأرض واتفاق باريس



وتتطور تطبيقات رصد الأرض (EO) لتشمل ما يلي:

- مستويات التلوث الجوي؛
- رصد الغابات لقياس مساحاتها ومراقبة تطور الكتلة الحيوية والانبعاثات المرتبطة بها؛
- معلومات الإنذار المبكر
- قياسات امتداد للجليد القطبي وعمقه؛
- التنبؤ بالطقس ومراقبة المناخ وعلوم المحيطات العملياتية؛
- رادار الهطولات لفهم التفاعلات بين بخار الماء والسحب والهطولات

ويضطلع الاتحاد الدولي للاتصالات بعمل مستمر في جميع مكاتبه الثلاثة، حيث يقدم مبادئ توجيهية بشأن تقديم بيانات الاستشعار عن بُعد الساتلية لغرض دراسة تغير المناخ، وملخصاً لحالة المتغيرات المناخية الرئيسية والعوامل القهرية، وحماية طيف الخدمات العلمية. وقد نشر أيضاً كتيباً إرشادياً بالتعاون مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بشأن استخدام الطيف الراديوي للأرصاد الجوية.[95]

[95] الاتحاد الدولي للاتصالات والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، كتيب عن استعمال الطيف الراديوي في الأرصاد الجوية، والمراقبة والتنبؤ فيما يتعلق بالطقس والماء والمناخ، 2017.

الفصل 6 - الاستنتاجات

1.6 مستقبل المخلفات الإلكترونية

إن المخلفات الإلكترونية، هي قطاع المخلفات الأسرع نمواً، وهي تؤثر على البيئة والصحة. ويتمثل التحدي في إنشاء بنى تحتية وأنظمة لإدارة المخلفات الإلكترونية، وزيادة الوعي بتأثير التجارة غير القانونية، وإعادة التدوير غير الرسمية، وفقدان الموارد القيمة، والعواقب البيئية للمخلفات الإلكترونية.

وينبغي أن تركز الإدارة والسياسة المعنية بالمخلفات الإلكترونية على دعم رؤية اقتصاد التدوير التي تؤكد على أهمية إعادة التدوير والتجديد. وفي كثير من الحالات، تتضح مخاطر جمع المخلفات الإلكترونية أكثر عندما ينتهي الأمر بالمخلفات في أيدي القطاعات غير المنظمة وغير الرسمية.

ويجب أن يشمل التصميم دورة نهاية العمر الافتراضي للمنتج، وينبغي أن يشكل تقديم الدعم المالي والحوافز الضريبية جزءاً من السياسة العامة، إلى جانب التركيز على تنمية مهارات القطاع غير الرسمي، والتصريف العلمي، وعلى تحسين إعادة استخدام المنتجات وتجديدها.

والموارد الطبيعية محدودة واستصلاحها من خلال الإدارة العلمية للمخلفات الإلكترونية هو حل لنقص الموارد قابل للتطبيق. وتعد مرونة أصحاب المصلحة أمراً ضرورياً، ومثال ذلك في تصميم المنتجات والأساليب المبتكرة للتخلص من المخلفات الإلكترونية، ولكن من المهم ضمان ما يلي:

- لوائح لعمليات تصنيع المخلفات الإلكترونية لتقليل المواد السامة وإزالتها؛
- تطوير تكنولوجيا للمنتجات المنتهية الصلاحية بالاستعاضة عن المواد واستعادتها؛
- تبادل المعارف والتآزر بين الجهات الفاعلة الرئيسية؛
- دعم متكامل وسياسات وطنية عملية وصارمة، خاصة في الاقتصادات الناشئة؛
- مزيد من التنسيق بين وكالات الأمم المتحدة.
- بناء القدرات والابتكار، مع التركيز على استيلاد العمالة المنتجة؛
- استعادة الموارد الطبيعية القيِّمة مع ضمان الصحة واستدامة الصناعة والنمو الاقتصادي؛
- تحسين جمع وإعادة استخدام المخلفات الإلكترونية؛
- إدارة مخلفات إلكترونية بمزيد من الكفاءة والفعالية على أساس مسؤولية المنتج الموسعة؛
- دعم جميع أصحاب المصلحة لممارسات الاستهلاك المستدام.

2.6 تغير المناخ، الأفق المستقبلي

يوضح هذا التقرير مدى أهمية الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تقديم الخدمات والتطبيقات، وخاصة تلك المخصصة للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري وقد بين تقرير المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) المعنون متحدون في العلوم 2020[96] أن تركيزات غازات الاحتباس الحراري وصلت إلى مستويات غير مسبوقة، وأن الانبعاثات تبلغ مرة أخرى مستويات ما قبل الجائحة. ويُتوقع أن يشهد العالم أحر خمس سنوات مسجلة،[97] وقد نشبت الآلاف من حرائق الغابات في عام 2020، حيث غطت 2,2 مليون فدان، مما أدى إلى تشريد الناس وإدامة الارتفاعات في درجات الحرارة العالمية وسيصعب ذلك من تحقيق الأهداف المتفق عليها للبقاء أقل من درجتين مئويتين أو عند 1,5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية.

[96] المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). موارد. متحدون في العلوم 2020. تجميع إجمالي من منظمات متعددة لأحدث معلومات علم المناخ.

[97] الصندوق العالمي لحماية الطبيعة (WWF). قصص. 2020: عام حاسم لمستقبلنا وللمناخ.

وللنجاح في التخفيف من آثار تغير المناخ، تحتاج السياسة الملائمة اجتماعياً وثقافياً إلى ضمان تكنولوجيا فعّالة من حيث التكلفة ومتاحة بسهولة ومستدامة. فإجراءات التخفيف التي تركز على الحلول الناشئة مكلفة، والعملية الجارية للتكيف مع تغير المناخ معقدة. وينبغي استخدام الأساليب التي تتضمن سياسة عامة وتكنولوجيا قابلة للتكيف في وقت واحد لإيجاد حلول مستدامة.

ويفسح التقدم في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتكنولوجيات الطليعية مجالاً لتقليل الآثار الضارة لتغير المناخ فهو تقدم ينطوي على القدرة على دعم إجراءات وقائية. ويمكن أن يؤدي تطوير أدوات قوية مثل الذكاء الاصطناعي، ورصد الأرض، والبيانات الضخمة إلى إتاحة خيارات وفرص لتمكين الدعم العلمي للعمل المناخي المرن والمستدام.

وتحتاج الدول الأعضاء إلى تنفيذ الاتفاقات البيئية متعددة الأطراف التي ستجمع بين الدول والمجتمع البيئي والهيئات البحثية لمواجهة أكبر تحديات المخلفات الإلكترونية وتغير المناخ والتغلب عليها وضمان تحسين جودة حياة واستدامتها.

Annexes

Annex 1: Bibliography and online resources

Bibliography

Baldé, Cornelis P. et al. (2017). *The Global E-waste Monitor - 2017*. Bonn/Geneva/Vienna: United Nations University, International Telecommunication Union and International Solid Waste Association.

Kong, Sifang et al. (2012). The Status and Progress of Resource Utilization Technology of e-waste pollution in China. Special issue of *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 16, pp. 515–521.

Widmer, Rolf et al. (2005). Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 25, pp. 436-458.

Breuil, Henri et al. (2008). *Rapport TIC et Développement durable*. Paris : Conseil général de l'environnement et du développement durable and Conseil Général des Technologies de l'Information.

Flipo, Fabrice et al. (2009). *Technologies numériques et crise environnementale : peut-on croire aux TIC vertes ?* Caen : Fondation Télécom.

Gossart, Cédric (2009). De l'exportation des maux écologiques à l'ère du numérique. *Mouvements*, Vol. 60, No. 4, pp. 23-28.

Online resources

DEEE en Afrique : états des lieux. Available at http://data.worldbank.org.

Projet e-waste Africa PNUE/SCB. Available at www.itu.int: base de données des indicateurs.

StEP Initiative: StEP solving the E-waste Problem. Available at www.step-initiative.org.

Solving the E-waste Problem (StEP) Initiative: Annual Report. Available at https://collections.unu.edu › view › UNU:6138.

Widmer, Rolf, et al. (2005) Global Perspectives on e-waste: Available at https://www.scirp.org › reference › References Paper.

Guiyu, le plus grand e-dépotoir de la planète - Le Temps. Available at https://www.letemps.ch › economie › guiyu-plus-grand-edepotoir-planete.

La décharge de déchets ... - Lumni | Enseignement. Available at https://enseignants.lumni.fr › fiche-media › la-decharge-de-dechets-d-equi.

Gestion des déchets dans une approche d'éducation permanente: Etudes & démarches pédagogiques. Available at http://www.lire-et-ecrire.be/Gestion-des-dechets-dans-une

https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01885042/document.

Réduire et gérer les déchets électroniques dans le contexte de développement durable. Available at http://fermun.org/wp-content/uploads/2019/11/ITU2_2_FRANCAIS_TOPROOFREAD.pdf.

https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01856401/file/1.%20Jaglin%20et%20al.-valorisation-dechets-villes-sud-2018.pdf.

Annex 2: List of contributions and liaison statements received on Question 6/2

Contributions on Question 6/2

Web	Received	Source	Title
2/394	2021-02-19	Russian Federation	Environmental responsibility of communication operators, the Russian Federation's national experience
2/382	2021-01-26	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/276	2020-09-22	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/247	2020-09-06	ITU Association of Japan (Japan)	Update of recycling method of lead acid battery since 2016
2/335	2020-02-11	Shinshu University (Japan)	Proposed draft text for Chapter 1, Part 3 on climate change for the Final Report of Question 6/2
2/293	2020-01-09	Senegal	Proposed text for Chapter 2 of the Final Report on Question 6/2: "How to develop an e-waste management strategy"
2/291	2020-01-08	BDT	Outcome from the Policy Awareness Workshop on E-waste held in Hyderabad, India
2/285	2020-01-07	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
2/282	2020-01-04	India	Proposed text for Final Report for Question 6/2, e-waste background
2/281	2020-01-04	India	Resource efficiency towards circular economy strategy
2/274	2020-01-02	Benin	Texte proposée pour le Chapitre 1 du Rapport Final lié aux déchets électroniques/sensibilisation à l'éducation
2/270	2019-12-31	Burundi	Management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) in Burundi: "National and regional initiatives"
2/249	2019-12-05	Cameroon	Proposed text for Chapter 2 of the Final Report on the development of a strategy for managing electrical and electronic waste
RGQ2/197	2019-09-24	India	Proposed text for the Final Report of Q6/2
RGQ2/173	2019-09-19	Shinshu University (Japan)	Development of technology to solve pine blight countermeasure problems using drones
RGQ2/141	2019-08-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/132	2019-07-26	India	Emerging Economies and ICT solutions- role in climate change mitigation
RGQ2/119	2019-07-02	Cameroon	ICTs and the environment: management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Cameroon

(تابع)

Web	Received	Source	Title
RGQ2/109	2019-03-14	Sri Lanka	E-waste management initiatives in Sri Lanka
2/214	2019-03-12	Brazil	Regional needs for e-waste management for developing countries
2/213	2019-03-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and the environment
2/211	2019-03-12	Intel Corporation (United States)	Importance of smart cities, 5G, IoT and AI
2/197	2019-03-05	India	E-waste management in India- circular economy vision
2/145	2019-01-18	Cameroon	Challenges of climate change in the North Cameroon region
2/143	2019-01-16	Burundi	Ecological management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Burundi
RGQ2/87	2018-09-27	BDT	Extracted lessons learned from contributions to ITU-D Study Group 2 Questions (ITU-D Study Group 2 Rapporteur Group Meetings)
RGQ2/84 +Ann.1	2018-09-18	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and the environment
RGQ2/81	2018-09-18	ITU General Secretariat	WSIS Stocktaking and WSIS Prizes 2019: calls for action
RGQ2/76 +Ann.1	2018-09-18	Japan	Tokyo 2020 Medal Project: towards an innovative future for all
RGQ2/72	2018-09-18	India	Role of ICT in cleanliness mission in India thus helping in minimizing harmful effects of e-waste, solid wastes and ground pollutants
RGQ2/52	2018-09-04	Russian Federation	Review of the current legislation of the Russian Federation in the field of WEEE management
RGQ2/51	2018-09-03	African Civil Society for the Information Society (ACSIS)	ACSIS contribution on ICT and the environment
RGQ2/37	2018-08-16	Brazil	Brazilian Federal Law on Solid Waste and WEEE
RGQ2/36	2018-08-16	Brazil	The Brazilian System of Reverse Logistics for WEEE
RGQ2/29 +Ann.1	2018-08-15	Daiwa Computer Co. (Japan)	ICT-applied farming method for producing muskmelon by an IT company
RGQ2/28 +Ann.1	2018-08-15	Japan	Proposal for the sustainable smart society
2/TD/5	2018-05-07	Rapporteur for Question 6/2	Draft work plan for Question 6/2
2/87	2018-04-23	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and the environment

(تابع)

Web	Received	Source	Title
2/65	2018-04-06	Brazil	Topics for the study of Question 6/2 for the next study period
2/48	2018-03-15	Burundi	Establishing regulations on the management of waste electrical and electronic equipment in Burundi

Incoming liaison statements for Question 6/2

Web	Received	Source	Title
2/365	2021-01-12	ITU-T Study Group 2	Liaison statement from ITU-T Study Group 2 to ITU-D SG1, ITU-SG2 Question 5/2 and Question 6/2 on establishment of a new ITU-T Focus Group on Artificial Intelligence for Natural Disaster Management (FG-AI4NDM) and first meeting (Virtual, 15-17 March 2021)
RGQ2/203	2020-02-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG1 and SG2 on information on WTSA-20 preparation
2/258	2019-12-20	ITU-T FG-AI4EE	Liaison statement from ITU-T FG-AI4EE to ITU-D Study Group 1 and 2 on the first meeting of ITU-T Focus Group on Environmental Efficiency for Artificial Intelligence and Other Emerging Technologies
RGQ2/TD/5	2018-09-28	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q6/2 on Question 6/2 work for the 2018-2020 study period (reply to ITU-D SG2, 2/11-E)
2/33	2017-11-28	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D study groups on setting environmental requirements for 5G/IMT-2020
2/28	2017-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q6/2 on previous Q8/2 draft report for the 2014-2017 study period
2/26	2017-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 6/2 and Question 7/2 on Operational Plan for Implementation of WTSA Resolutions 72 and 73 (Rev. Hammamet, 2016), and Resolution 79 (Dubai, 2012)
2/17	2017-11-22	ITU-T Study Group 3	Liaison Statement from ITU-T SG3 to ITU-D SG2 Q6/2 on previous Q8/2 work for the 2014-2017 study period

الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
مكتب تنمية الاتصالات (BDT)
مكتب المدير

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Email: bdtdirector@itu.int
Tel.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

مكتب نائب المدير ودائرة تنسيق العمليات الميدانية للحضور الإقليمي (DDR)

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Email: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5131
Fax: +41 22 730 5484

دائرة الشبكات الرقمية والمجتمع الرقمي (DNS)

Email: bdt-dns@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

دائرة محور المعارف الرقمية (DKH)

Email bdt-dkh@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

دائرة الشراكات من أجل التنمية الرقمية (PDD)

Email: bdt-pdd@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

إفريقيا

إثيوبيا

المكتب الإقليمي للاتحاد

Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3rd floor
P.O. Box 60 005
Addis Ababa - Ethiopia

Email: itu-ro-africa@itu.int
Tel.: +251 11 551 4977
Tel.: +251 11 551 4855
Tel.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

الكاميرون

مكتب المنطقة للاتحاد

Immeuble CAMPOST, 3e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé - Cameroon

Email: itu-yaounde@itu.int
Tel.: + 237 22 22 9292
Tel.: + 237 22 22 9291
Fax: + 237 22 22 9297

السنغال

مكتب المنطقة للاتحاد

8, Route des Almadies
Immeuble Rokhaya, 3e étage
Boîte postale 29471
Dakar - Yoff - Senegal

Email: itu-dakar@itu.int
Tel.: +221 33 859 7010
Tel.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

زيمبابوي

مكتب المنطقة للاتحاد

TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792
Belvedere Harare - Zimbabwe

Email: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 4 77 5939
Tel.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

الأمريكتان

البرازيل

المكتب الإقليمي للاتحاد

SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo Magalhães,
Bloco "E", 10º andar, Ala Sul (Anatel)
CEP 70070-940 Brasilia - DF - Brazil

Email: itubrasilia@itu.int
Tel.: +55 61 2312 2730-1
Tel.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

بربادوس

مكتب المنطقة للاتحاد

United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown - Barbados

Email: itubridgetown@itu.int
Tel.: +1 246 431 0343
Fax: +1 246 437 7403

شيلي

مكتب المنطقة للاتحاد

Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chile

Email: itusantiago@itu.int
Tel.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

هندوراس

مكتب المنطقة للاتحاد

Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cía
Apartado Postal 976
Tegucigalpa - Honduras

Email: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 2235 5470
Fax: +504 2235 5471

الدول العربية

مصر

المكتب الإقليمي للاتحاد

Smart Village, Building B 147,
3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo
Egypt

Email: itu-ro-arabstates@itu.int
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

آسيا – المحيط الهادئ

تايلاند

المكتب الإقليمي للاتحاد

Thailand Post Training Center
5th floor
111 Chaengwattana Road
Laksi - Bangkok 10210 - Thailand

Mailing address:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

Email: ituasiapacificregion@itu.int
Tel.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

إندونيسيا

مكتب المنطقة للاتحاد

Sapta Pesona Building
13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110 - Indonesia

Mailing address:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110, Indonesia

Email: ituasiapacificregion@itu.int
Tel.: +62 21 381 3572
Tel.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 5521

كومنولث الدول المستقلة

الاتحاد الروسي

المكتب الإقليمي للاتحاد

4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Russian Federation

Email: itumoscow@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070

أوروبا

سويسرا

الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
مكتب أوروبا (EUR)

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 - Switzerland

Email: eurregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 5467
Fax: +41 22 730 5484

الاتحـاد الـدولي للاتصـالات
مكتب تنميـة الاتصـالات
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN 978-92-61-34196-1
9 789261 341961

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2021