التقرير النهائي

قطاع تنمية الاتصالات
لجنة الدراسات 2

المسألة 6/2

تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتغير المناخ

فترة الدراسة السادسة
2017-2014

للاتصال بنا

الموقع الإلكتروني: www.itu.int/ITU-D/study-groups

المكتبة الإلكترونية للاتحاد: www.itu.int/pub/D-STG/

البريد الإلكتروني: devsg@itu.int

الهاتف: +41 22 730 5999

المسألة 6/2: تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتغير المناخ

التقرير النهائي

مقدمة

توفر **لجان دراسات قطاع تنمية الاتصالات** (**ITU-D**) منصة محايدة تقوم على المساهمات المقدمة ويجتمع فيها الخبراء من الحكومات والصناعة والهيئات الأكاديمية لإنتاج أدوات عملية ومبادئ توجيهية وموارد مفيدة لمعالجة قضايا التنمية. ومن خلال أعمال لجان دراسات قطاع تنمية الاتصالات، يقوم أعضاء القطاع بدراسة وتحليل مسائل موجهة نحو مهمة محددة في مجال الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بهدف التعجيل بإحراز تقدم بشأن الأولويات الإنمائية الوطنية.

تتيح لجان دراسات قطاع تنمية الاتصالات فرصة لجميع أعضاء قطاع تنمية الاتصالات لتقاسم الخبرات وطرح الأفكار وتبادل الآراء والتوصل إلى توافق في الآراء بشأن الاستراتيجيات الملائمة لتناول أولويات الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وتتولّى لجان دراسات قطاع تنمية الاتصالات مسؤولية إعداد التقارير والمبادئ التوجيهية والتوصيات استناداً إلى المدخلات أو المساهمات المقدمة من الأعضاء. ويتم تجميع المعلومات من خلال الاستقصاءات والمساهمات ودراسات الحالة ثم تتاح كي يحصل عليها الأعضاء بسهولة باستخدام أدوات إدارة المحتوى والنشر الشبكي. ويرتبط عمل اللجان بمختلف برامج ومبادرات قطاع تنمية الاتصالات من أجل توفير أوجه التآزر التي يستفيد منها الأعضاء من حيث الموارد والخبرات المتخصصة. ويلزم التعاون مع الأفرقة والمنظمات الأخرى التي تضطلع بأعمال تتعلق بالمواضيع ذات الصلة.

وتتحدد المواضيع التي تدرسها لجان دراسات قطاع تنمية الاتصالات كل أربع سنوات في المؤتمرات العالمية لتنمية الاتصالات (WTDC) التي تضع برامج العمل والمبادئ التوجيهية من أجل تحديد مسائل تنمية الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وأولوياتها في السنوات الأربع التالية.

ويتمثل نطاق عمل **لجنة الدراسات 1 لقطاع تنمية الاتصالات** في دراسة "**البيئة التمكينية لتنمية الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات**"، أما **لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات** فيتمثل نطاق عملها في دراسة "**تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والأمن السيبراني والاتصالات في حالات الطوارئ والتكيف مع تغير المناخ**".

وتولى إدارة **لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات** في فترة الدراسة 2014-2017 رئيس اللجنة السيد أحمد رضا شرفات (جمهورية إيران الإسلامية) ونوابه الذين يمثلون المناطق الست: السيدة أميناتا كابا-كامارا (جمهورية غينيا)، السيد كريستوفر كيمي (جمهورية كينيا)، والسيدة سيلينا ديلغادو (نيكاراغوا)، والسيد ناصر المرزوقي (الإمارات العربية المتحدة)، والسيد نادر أحمد جيلاني (جمهورية السودان)، والسيدة كي وانغ (جمهورية الصين الشعبية)، والسيد أناندا راج كانال (جمهورية نيبال)، والسيد يوجيني بوندارينكو (الاتحاد الروسي)، والسيد هينادز أسيبوفيتش (جمهورية بيلاروس)، والسيد بيتكو كانتشيف (جمهورية بلغاريا).

التقارير النهائية

وأُعد التقرير النهائي استجابةً **للمسألة 6/2**: **"تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتغير المناخ"** تحت ريادة المقرِّر المعني بالمسألة: السيد فيليب كيلي (شركة Alcatel-Lucent الدولية، فرنسا)، مع ثلاثة نواب معينين كنواب للمقرِّر: السيد ناصر المرزوقي (الإمارات العربية المتحدة)، السيد ناوكي فوك (شركة KDDI، اليابان)، والسيد جوزيف برونو يوما أوتشودي (جمهورية الكونغو الديمقراطية). وقد ساعدهم أيضاً مسؤولو الاتصال لقطاع تنمية الاتصالات وأمانة لجان دراسات القطاع.

ISBN

978-92-61-23116-3 (النسخة الورقية)

978-92-61-23126-2 (النسخة الإلكترونية)

978-92-61-23136-1 (نسخة EPUB)

978-92-61-23146-0 (نسخة MOBY)

شارك في إعداد هذا التقرير العديد من الخبراء من إدارات وشركات مختلفة. ولا ينطوي ذكر شركات أو منتجات معينة على أي تأييد أو توصية من جانب الاتحاد الدولي الاتصالات.

يرجى مراعاة الجوانب البيئية قبل طباعة هذا التقرير.

© الاتحاد الدولي للاتصالات 2017

جميع الحقوق محفوظة. لايجوز نسخ أي جزء من هذا المنشور بدون تصريح كتابي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

مقدمة ii

التقارير النهائية iii

ملخص تنفيذي ix

1 الفصل 1 - تغير المناخ 1
1.1 معلومات أساسية 1
1.1.1 ارتفاع درجة الحرارة 1
2.1.1 الأحداث المناخية المتطرفة 2
3.1.1 ارتفاع مستوى سطح البحر 3
4.1.1 ارتفاع ثاني أكسيد الكربون 5
5.1.1 ذوبان الجليد 7
2.1 المبادرات الدولية بشأن تغير المناخ 9
1.2.1 مؤتمرات الأمم المتحدة المتعلقة بتغير المناخ 9
2.2.1 الاتحاد الدولي للاتصالات وتغير المناخ 9
3.2.1 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وتغير المناخ 12
4.2.1 المبادرات الأخرى 12

2 الفصل 2 - رصد تغير المناخ 16
1.2 الأنظمة الأرضية 16
2.2 الأنظمة الساتلية 18
3.2 الأنظمة البحرية 20
4.2 أنظمة الأرصاد الجوية المحمولة جواً 23

3 الفصل 3 - التخفيف من آثار تغير المناخ 25
1.3 التأثيرات الإيجابية والسلبية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات 25
2.3 تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المراعية للبيئة 25
1.2.3 الآثار البيئية العالمية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات 25
2.2.3 مؤشرات الأداء الرئيسية لمنظمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات 26
3.2.3 خفض استهلاك الطاقة في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات 26
3.3 تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري 29
1.3.3 القطاعات الصناعية المعنية 30
2.3.3 تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل تحسين الاستدامة 31
3.3.3 حالة المدن الذكية 31

4 الفصل 4 - التكيف مع تغير المناخ 34
1.4 تكيف معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات 34

1.1.4 تجربة مؤسسة KDDI في اليابان 35
2.1.4 تجربة شركة أورانج (Orange) في إفريقيا 37
2.4 التكيف في القطاع الصناعي 39
3.4 التكيف في القطاع الزراعي 39

Abbreviations and acronyms 46

Annexes 49

Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change 49

Annex 2: List of contributions received for Question 6/2 during study period 2014-2017 69

قائمة بالجداول والأشكال

الجداول

الجدول 1: مثال لجهة مصنعة تتعقب الأداء البيئي لعملياتها 27
الجدول 2: مثال لجهة مصنعة تتعقب كيفية مساعدتها للمشغلين على مواكبة النمو في حركة البيانات المتنقلة على نحو مستدام 28
الجدول 3: بعض مؤشرات تغير المناخ واستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتكيف مع آثار تغير المناخ 40

الأشكال

الشكل 1: اختلاف درجة الحرارة العالمية منذ 1880 1
الشكل 2: متوسط مستوى سطح البحر في الفترة من 1993 إلى 2015 4
الشكل 3: التطور العالمي لمتوسط مستوى سطح البحر من القرن الثامن عشر إلى القرن الحادي والعشرين 5
الشكل 4: متوسط شهري حديث لثاني أكسيد الكربون في مرصد Mauna Loa 7
الشكل 5: تركيزات جليد البحر في القطب الشمالي في سبتمبر 1979 و2003 8
الشكل 6: النظام التلقائي لمراقبة السطح 17
الشكل 7: تشغيل عوامات Argo 22
الشكل 8: تطوّر المنافع المقدرة من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على القطاعات الاقتصادية 30
الشكل 9: الانخفاض المحتمل في كل قطاع اقتصادي 30
الشكل 10: اثنتا عشرة حالة استعمال خاصة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات 31
الشكل 11: مخطط لتشكيلة النظام 37
الشكل 12: محطة طاقة شمسية في موقع شبكة متنقلة في السنغال 39

ملخص تنفيذي

يقدم هذا التقرير ملخصاً للعديد من الأنشطة الجارية في الاتحاد الدولي للاتصالات وخارجه، بما في ذلك معلومات عن التجارب القُطرية، بالنسبة للبلدان النامية المشاركة وغير المشاركة في اجتماعات المسألة 6 التابعة للجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات بشأن "تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتغير المناخ". وتشتمل المعلومات الواردة في هذا التقرير على معلومات مباشرة من القطاعين الآخرين للاتحاد، ولا سيما لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات المعنية "بالبيئة وتغير المناخ واقتصاد التدوير".

وكخلفية لهذا التقرير، يلاحظ أن ارتفاع درجة حرارة العالم منذ عام 1870 هو حقيقة ثابتة ومعترف بها الآن من قبل العديد من الدول الأعضاء المشاركة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وهناك توافق متزايد في الآراء على أن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن النشاط البشري تسهم إلى حد كبير في هذا التحذير الذي لا يمكن إنكاره، ووضع آخر اجتماع لمؤتمرات الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ هدفاً يتمثل في الحد من الاحترار العالمي على المدى الطويل بحيث لا يزيد عن درجتين مئويتين مقارنة بعصر ما قبل الثورة الصناعية.

وفي **الفصل 1** و**الفصل 2**، يقدم هذا التقرير للبلدان النامية تجميعاً يلخص أحدث الملاحظات بشأن تغير المناخ، والأساليب المختلفة لمراقبة تغير المناخ، وأحدث تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المستعملة في مثل هذه الدراسات. ويرد وصف مختصر للمراقبة بأنظمة الأرصاد الجوية الأرضية والساتلية والبحرية والجوية. ويُذكّر بالمبادرات الدولية بشأن تغير المناخ التابعة لوكالات الأمم المتحدة والمؤسسات الأخرى، ويحال إلى توصياتها وتقاريرها المتعلقة بالسبل والوسائل التي تُستعمل بموجبها تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لمراقبة تغير المناخ والحد من الانبعاثات الكلية لغازات الاحتباس الحراري.

ويتناول **الفصل 3** من هذا التقرير بشأن "التخفيف من آثار تغير المناخ" السياسات والجهود التكنولوجية التي تبذلها منظمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتي تسهم عن طريق الحد من انبعاثاتها الذاتية من غازات الاحتباس الحراري. ويُذكّر التقرير بعد ذلك بالحد المحتمل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الذي يمكن أن ينجم عن تمكين القطاعات الاقتصادية التالية وقطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات: التنقل والخدمات اللوجستية، والصناعات التحويلية، والأغذية، والمباني، والطاقة، والعمل ودوائر الأعمال، والصحة والتعلم. وفي هذا الصدد، يولى اهتمام خاص بالمناطق الحضرية التي تعيش فيها نسبة متزايدة من سكان العالم، ويرد ملخص لفوائد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المبتكرة المطبقة على "المدن الذكية" وأمثلة عليها بالإحالة إلى عدد من أفضل الممارسات.

ويقدم **الفصل 4** بشأن "التكيف مع تغير المناخ" ملخصاً لآثار تغير المناخ الرئيسية على قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتدابير التكيف الموصى بها، ومثال على ذلك من تجربة بلدين. ويستعرض التقرير بعد ذلك التكيف مع تغير المناخ في القطاعات الصناعية والزراعية الأخرى. ويربط بين مجموعة متنوعة من مؤشرات تغير المناخ والأسباب والآثار المقابلة لها، وبين المساهمة في التكيف مع تغير المناخ التي تقدمها تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

وفي **الملحق 1** بهذا التقرير، تُعرض التجارب القُطرية لمراقبة تغير المناخ والتخفيف من آثاره، استناداً إلى نتائج استقصاء أُنجز في عام 2016. ويتضمن **الملحق 2** قائمة بالمساهمات المستلمة بشأن المسألة 6/2 خلال فترة الدراسة.

1 الفصل 1 - تغير المناخ

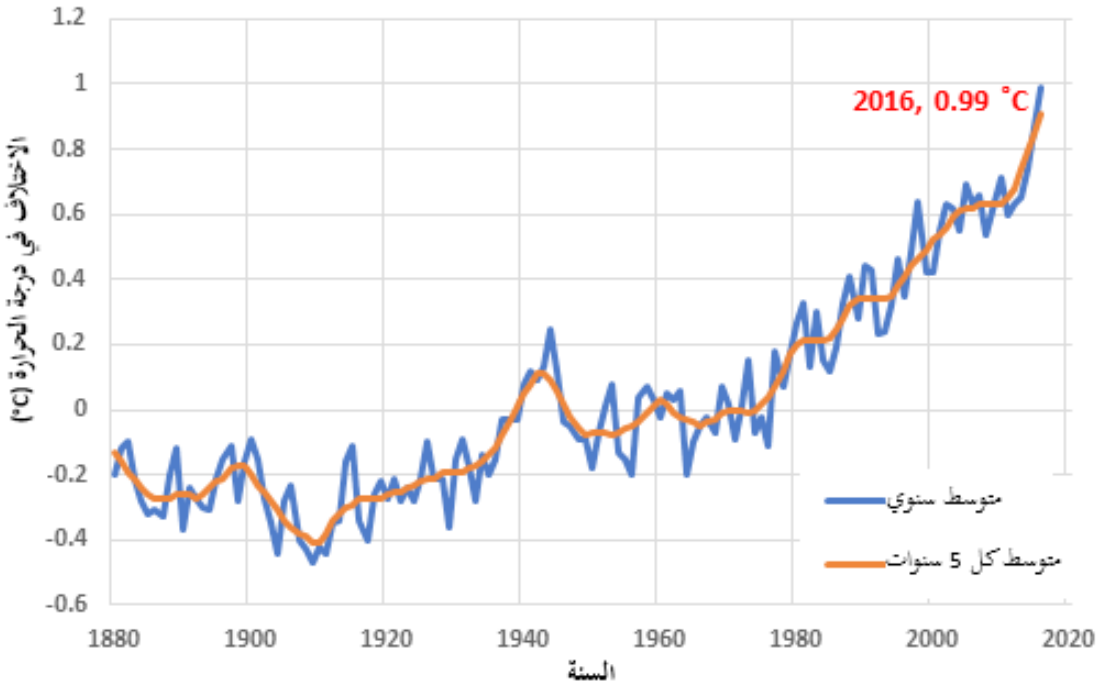
1.1 معلومات أساسية

1.1.1 ارتفاع درجة الحرارة

درجة الحرارة العالمية هي المؤشر الأول للاحترار العالمي. وسجلت الزيادة في درجة الحرارة على سطح الأرض منذ عام 1870 ما يبلغ 0,8 ± 0,2 C°. وتختلف هذه الزيادة اختلافاً كبيراً بين نصفي الكرة الأرضية، حيث تبرز أكثر في الشمال وعلى الارتفاعات الأعلى. كما تلاحظ اختلاف فيما بين القارات. وتشهد هذه الزيادة اتجاهاً متصاعداً بشكل دائم منذ عام 1870.

ويبين **الشكل 1** أن درجة الحرارة المتوسطة العالمية سجلت ارتفاعاً بشكل ثابت منذ عام 1880، حيث وصلت إلى مستويات قياسية في العقد الأول من القرن الحالي. وطبقاً لمعهد غودارد لدراسات الفضاء (GISS) التابع لوكالة NASA[1]، تظهر البيانات العالمية لدرجة الحرارة المتوسطة لسطح الأرض والمحيطات معاً التي جمعت على أساس خطي، احتراراً بقيمة 0,99 درجة مئوية في الفترة من 1880 إلى 2016.

الشكل 1: اختلاف درجة الحرارة العالمية منذ 1880



وطبقاً للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)[2]، كان عام 2015 عاماً تاريخياً إذ شهد تحطيم الأرقام القياسية لدرجات الحرارة، وموجات حر شديد، وغزارة استثنائية للأمطار، وجفافاً خلف آثاراً مدمرة، وحركة غير اعتيادية للأعاصير المدارية. وقد استمرّ هذا التوجه إلى تحطيم الأرقام القياسية في عام 2016. وحطمت درجة الحرارة المتوسطة العالمية لسطح الأرض في 2015 جميع الأرقام القياسية السابقة بهامش كبير صادم، 0,76±0,1 $^{\circ}$ درجة مئوية فوق

[1] NASA/GISS، تغير المناخ العالمي - إشارات حيوية للكوكب؛ http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/.

[2] WMO Press Release, World Meteorological Day: Hotter, Drier, Wetter. Face the Future, 21 March 2016; http://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-record-heat-and-weather-extremes.

متوسط الفترة 1961-1990. وللمرة الأولى زادت درجات الحرارة في 2015 بمقدار 1 درجة مئوية تقريباً عن فترة ما قبل العصر الصناعي، وذلك طبقاً لتحليل موحد للمنظمة WMO. وجدير بالذكر أن عام 2014 سجل درجات حرارة عالية في غياب ظاهرة النينيو (El Niño) الأصلية. فهذه الظاهرة، التي تجعل المناخ دافئاً، تحدث عندما تتفاعل درجات حرارة سطح البحر الأعلى من الدرجات الطبيعية شرق المنطقة المدارية للمحيط الهادئ مع أنظمة الضغط الجوي. فقد سجل عام 1998 - العام الأعلى حرارةً قبل القرن الحادي والعشرين - درجات حرارة مرتفعة بالاقتران بحادثة لظاهرة النينيو شديدة القوة.

وفي ظل هذه الظروف، توصي المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بأنه سيكون من الضروري أكثر من ذي قبل وجود خدمات موثوقة للأرصاد الجوية والمناخ من أجل تعزيز مقاومة السكان ومساعدة البلدان والمجتمعات على التكيف مع المناخ سريع التغير، الذي أصبح يحظى بترحيب أقل في كثير من المناطق.

2.1.1 الأحداث المناخية المتطرفة

يحذر التقرير الخامس للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) من ازدياد الأحداث المناخية المتطرفة سوءاً، حيث ينص على أن المخاطر المرتبطة بتغير المناخ، والتي تكون في صورة أحداث مناخية متطرفة مثل الموجات الحارة والهطول الكثيف للأمطار وفيضانات المناطق الساحلية في طريقها إلى مدى متوسط وسوف تصل إلى مدى مرتفع مع زيادة في الاحترار بمقدار 1°C. وبالتالي، فإن الوتيرة ليست هي التي تزداد سوءاً، بل الشدة التي تتسم بها الأعاصير، والتي تجمع بين ظاهرتين: احترار البحار - وهو ما يولد المزيد من بخار الماء وبالتالي تتولد الأعاصير مع تولد هذا البخار فوق البحر - وارتفاع مستوى سطح البحر والذي يتوقع خبراء الفريق IPCC أن يكون بين 26 و82 cm بحلول عام 2100. ويأخذنا تغير المناخ الذي يحدث حالياً إلى أحداث جوية أكثر حدة من ذي قبل.

وفي نهاية المطاف، فقد زادت أعداد الأعاصير والأعاصير الحلزونية والعواصف الأكثر شدة. وقد كان ذلك أيضاً خلاصة دراستين نشرتا في 2005، الأولى في الطبيعة[3] وأظهرت أن إجمالي الطاقة التي بثتها الأعاصير في شمال المحيط الأطلسي وغرب المحيط الهادئ زاد بنسبة 70% خلال 30 عاماً؛ والثانية في العلوم[4] حيث أكدت أن عدد الفئتين 4 أو 5 من الأعاصير قد زاد بنسبة 57% في الفترة بين 1970 و2004.

وأحداث الارتفاع الكبير في درجات الحرارة هذه زاد تكرارها، كما هو موضح في عدة مطبوعات مثل طبعة أبريل 2011 لمجلة *Science*.[5] ويتضمن بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عن حالة المناخ في عام 2015[6] تفاصيل عن عدة أحداث مناخية متطرفة سُجلت في شتى أنحاء العالم. وإضافة إلى ذلك، نشرت الجمعية الأمريكية للأرصاد الجوية تقريراً بعنوان "شرح الأحداث المتطرفة لعام 2014 من وجهة نظر مناخية"[7] يبيّن أن تغير المناخ الذي تسبب فيه الإنسان قد أثر بقدر كبير على تواتر الأحداث أو على حدتها.

---

3 Emanuel, Kerry, Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature* 436, 686-688 (4 August 2005); http://www.nature.com/nature/journal/v436/n7051/full/nature03906.html.

4 Webster, P. J., et al., Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment, Science Translational Medicine 309 (5742), 1844-1846 (15 September 2005); http://science.sciencemag.org/content/sci/309/5742/1844.full.pdf.

5 David Barriopedro, Erich M. Fischer, Jürg Luterbacher, Ricardo M. Trigo, Ricardo García-Herrera, The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe, Science, 220-224 (08 Apr 2011).

6 http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1167_en.pdf.

7 Herring, S. C., M. P. Hoerling, J. P. Kossin, T. C. Peterson, and P. A. Stott, Eds., Explaining Extreme Events of 2014 from a Climate Perspective, *Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 96, No. 12, December 2015; https://www.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/ explaining-extreme-events-from-a-climate-perspective/.

3.1.1 ارتفاع مستوى سطح البحر

ولفهم تغير المناخ بصورة أفضل، يجب على المرء أن يبحث عن قرب في ديناميات المحيطات. فالمحيطات تخزن كميات هائلة من الحرارة حيث تقوم بإعادة توزيعها حول الكوكب: تقوم الشمس بتسخين مياه البحار في المناطق الاستوائية ثم ينقلها التيار إلى السواحل معتدلة الحرارة حيث تبرد من خلال نقل حرارتها إلى الغلاف الجوي. الآن أصبحت المياه أكثر برودة وأعلى كثافة، حيث تنزل إلى أعماق كبيرة وترحل عائدة إلى المناطق الاستوائية وهكذا، في دورة مستمرة عبر آلاف السنين.

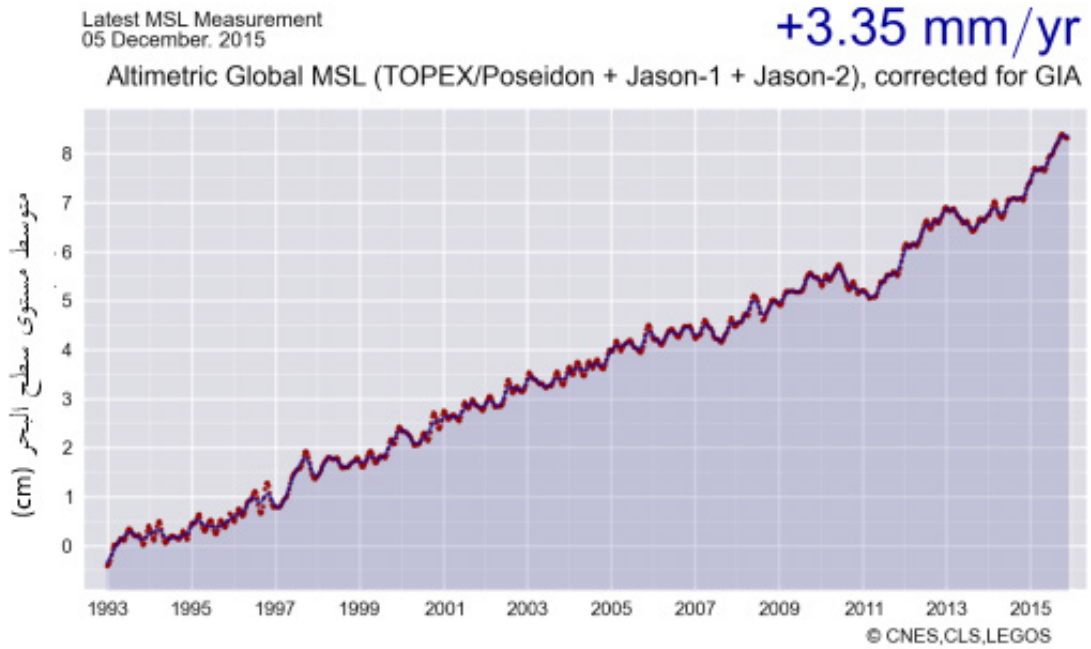
والمستوى المتوسط للمحيطات مؤشر يتضمن تأثيرات العديد من مكونات النظام المناخي (المحيطات والجليد القاري والمياه القارية). وحتى 1992،كان يتم قياس مستوى سطح البحر بعدادات مستوى سطح البحر التي كانت توضع عبر السواحل القارية وعدد من سواحل الجزر. وقد ارتفع مستوى سطح المحيطات، كمتوسط عالمي شامل بمعدل 0,7 mm في العام في الفترة ما بين 1870 و1930 وبمعدل 1,7 mm في العام تقريباً في الفترة من 1930. ومنذ عام 1992، تمت القياسات عبر السواتل، وأظهرت ارتفاعاً متوسطاً لمستوى سطح البحر في حدود 3,4 mm في العام. وتضاف إلى هذا الارتفاع المتوسط ذبذبات تعدد السنوات المرتبطة بالتغير الطبيعي في النظام المناخي. ومنذ أوائل عام 1990، فإن مساهمات المناخ في هذا الارتفاع كانت عبارة عن الثلث من جراء اتساع المحيطات نتيجة للاحترار والثلثين من جراء ذوبان الجليد القاري، منقسمةً بالتساوي بين الغطاء الجليدي القطبي لغرينلاند وأنتاركتيكا من جهة والأنهار الجليدية القارية من جهة أخرى.

وكما ذكر من قبل، لم تتوفر البيانات الساتلية إلا منذ عام 1993. ويقابل هذا التاريخ أول بيانات ساتلية تم الحصول عليها من السواتل Topex التي حلت محلها السواتل Jason 1 وJason 2 وJason 3، والبيانات المتحصلة من هذه السواتل موثوقة ودقيقة إلى حد كبير.

ويعرض **الشكل 2** ارتفاعاً متوسطاً في مستوى سطح البحر مقداره 3,35 mm في العام.[8]

[8] CNES, CTOH and OMP, Évolution du niveau moyen des mers vu par les altimètres, Satellite Altimetry Data; .http://www.aviso.altimetry.fr/fr/donnees/produits/produits-indicateurs-oceaniques/niveau-moyen-des-mers.html

الشكل 2: متوسط مستوى سطح البحر في الفترة من 1993 إلى 2015

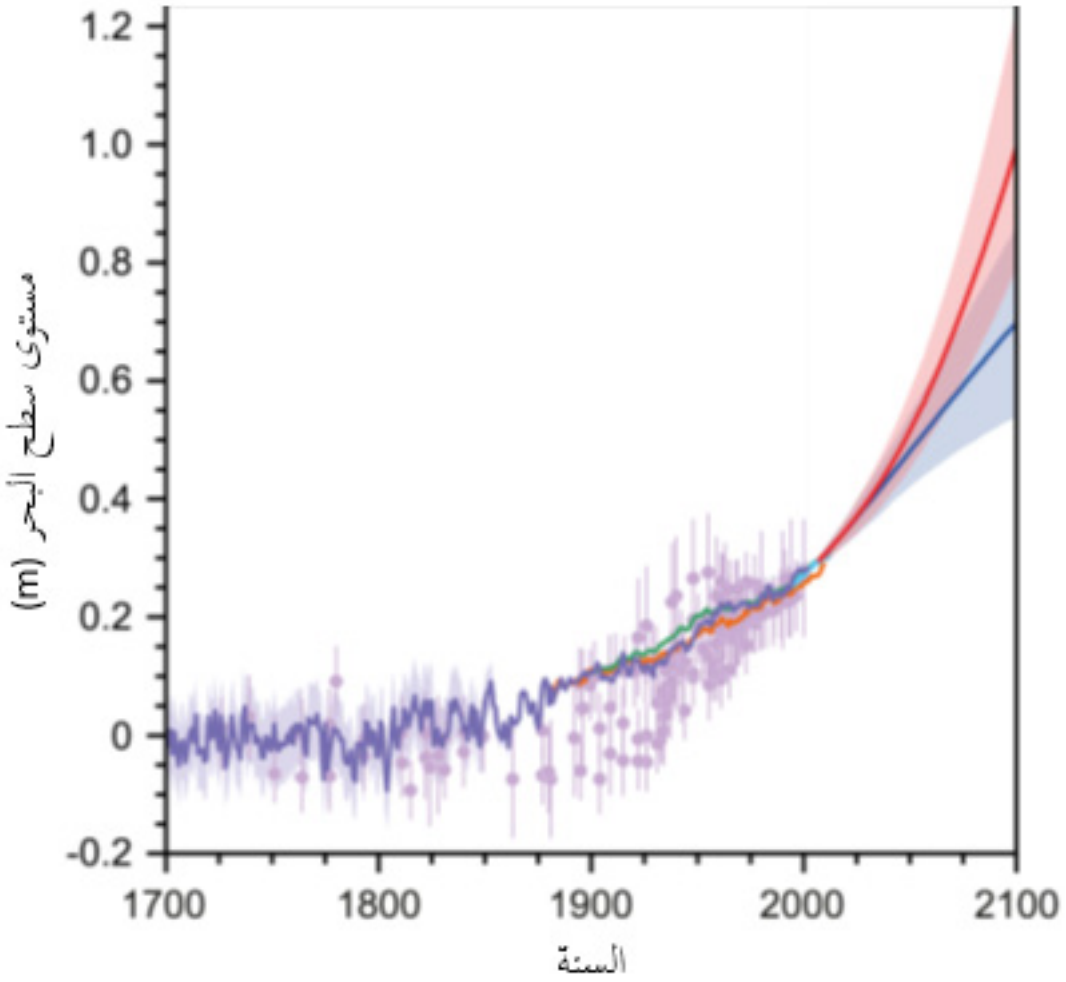


ويعرض **الشكل 3** ظاهرة الارتفاع في متوسط مستوى سطح البحر على الصعيد العالمي منذ عام 1700. ويتضمن التقرير الأخير الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) (تقرير التقييم الخامس (AR5)) تقييماً للنطاق المحتمل لارتفاع مستوى سطح البحر في القرن الحادي والعشرين. وقد نُسخ الشكل 27.13 من الفصل 13 لهذا التقرير[9] في **الشكل 3** أدناه[10]. وهذا الشكل هو بمثابة تجميع لبيانات عن المستويات القديمة لسطح البحر (اللون الأرجواني)، وبيانات عن قياسات المد (اللون الأزرق والأحمر والأخضر)، وبيانات مستمدة من أجهزة تحديد الارتفاع (اللون الأزرق الفاتح)، وتقديرات مركزية ونطاقات محتملة من أجل إجراء توقعات بشأن متوسط ارتفاع مستوى سطح البحر بشكل عام استناداً إلى مجموعة نماذج لمسالك نسبة التركيز التمثيلية لسيناريو تزيد فيه النسبة عما يعادل 700 ppm من ثاني أكسيد الكربون ولكن تقل عن 1500 ppm (اللون الأزرق) وسيناريو أسوأ حالة (اللون الأحمر)، وذلك بمقارنتها جميعها مع القيم قبل الثورة الصناعية. وتؤكد هذه البيانات أن معدل الارتفاع انتقل من معدلات تغير منخفضة (بحدود أعشار المليمتر الواحد سنوياً) إلى معدلات تناهز المليمترين سنوياً في المتوسط خلال القرن العشرين، ومن المرجح أن تتواصل هذه الزيادة المتسارعة خلال القرن الحادي والعشرين.

[9] Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S., Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013: Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA; https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chap-ter13_FINAL.pdf.

[10] *المرجع نفسه*، الشكل 27.13.

الشكل 3: التطور العالمي لمتوسط مستوى سطح البحر من القرن الثامن عشر إلى القرن الحادي والعشرين



إن ارتفاع مستوى سطح البحر نتيجة مباشرة لتغير المناخ وقد زادت حرارة المحيطات خلال العقود القليلة الماضية. وحالياً، يوجد 80% من الحرارة المتراكمة خلال 50 عاماً في النظام المناخي نتيجة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية مخزنة في المحيطات.[11]

4.1.1 ارتفاع ثاني أكسيد الكربون

ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الموجود في الجو في الحالة الغازية هو المسؤول عن ظاهرة الاحتباس الحراري التي تُحدث ارتفاعاً في درجة الحرارة.

ومنذ بداية العصر الصناعي في أواخر القرن الثامن عشر، زاد بشدة محتوى ثاني أكسيد الكربون في الجو، حيث تجاوز عتبة المقدار 0,03% وارتفع حالياً حيث وصل إلى 0,04%.

[11] Ocean and climate scientific notes, http://www.ocean-climate.org.

وترجع هذه الزيادة إلى الأنشطة البشرية مثل إزالة الغابات والتي حدت من تأثيرات التمثيل الضوئي ومن ثم "إعادة تدوير" ثاني أكسيد الكربون وتحويله إلى ثنائي الأكسجين (O_2)، أو احتراق الوقود الأحفوري الذي يطلق في الجو، في صورة ثاني أكسيد الكربون، الكربون الذي كان "مخزناً" في باطن الأرض. ولا تستطيع ظاهرة التمثيل الضوئي في النباتات أن تعوض هذا الحمل الزائد الضخم من ثاني أكسيد الكربون، مما أسفر عن زيادة كبيرة في مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو وظاهرة احتباس حراري أشد.

إلى أي مدى يعتبر الإنسان مسؤولاً عن هذا الاحترار الذي لا شك فيه؟ تؤكد وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) أن الارتفاع في درجات الحرارة يعود إلى حد كبير إلى الزيادة في تركيزات غازات الاحتباس الحراري - تحديداً ثاني أكسيد الكربون - في الجو، والتي تنجم عن الأنشطة البشرية (توليد الطاقة، النقل، الصناعة، وما إلى ذلك). وبحسب وكالة NASA، ففي حين كان تركيز ثاني أكسيد الكربون 285 جزءاً في المليون (ppm) في 1880، فقد زاد بحلول عام 1960 إلى 315 ppm. وقد تجاوز حالياً حاجز المقدار 400 ppm ومستمر في الزيادة بنحو 2 ppm كل عام، وفي نهاية 2015، تبلغ هذه القيمة حالياً 402 ppm. ويتفق الكثير من العلماء على أن الحد الأقصى المقبول لثاني أكسيد الكربون في الجو هو 350 ppm.

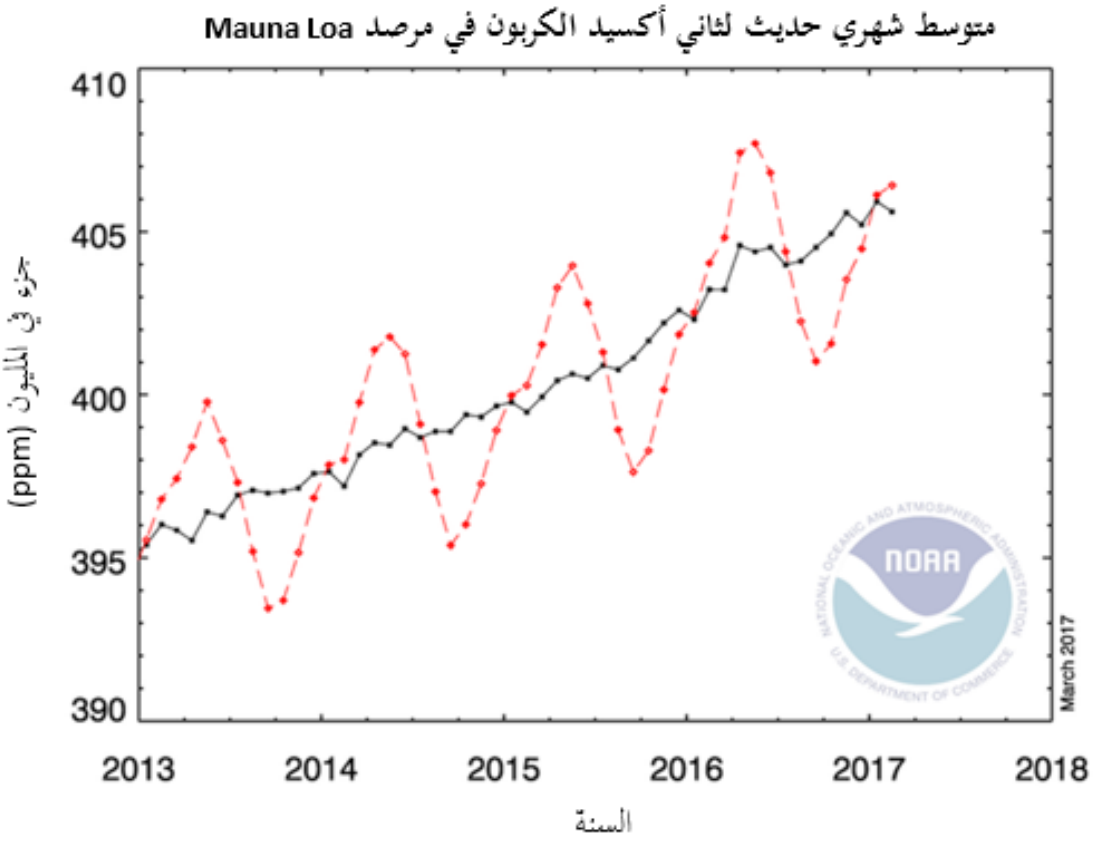
وفي 2013، زاد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو بنسبة 142% عما كان عليه قبل العصر الصناعي (1750)، في حين بلغت الأرقام المقابلة بالنسبة للميثان وأكسيد النيتروز 253% و121% على التوالي.

والفارق في تركيز ثاني أكسيد الكربون بين ما قبل العصر الصناعي والوقت الراهن 120 ppm. بيد أن السيناريو الأكثر تشاؤماً المأخوذ من أحدث تقرير للفريق IPCC بالنسبة لتركيز ثاني أكسيد الكربون هو أن يكون في حدود 900 ppm بحلول عام 2100. وبحسب خبراء المناخ، سيسفر ذلك عن زيادة في درجة حرارة سطح الأرض بمقدار $C^{o}4,8$ خلال الفترة من 2081-2100 مقابل المتوسط للفترة بين 1986-2005، وارتفاع في مستويات سطح البحر بمقدار متر واحد تقريباً مع انتشار الأحداث المناخية المتطرفة (مثل الجفاف والأمطار شديدة الغزارة والأعاصير الأكثر شدة)، إلى جانب زيادة انعدام الأمن الغذائي بصورة أشد.

وإضافةً إلى ذلك، أعلنت إذاعة البي بي سي (BBC) [12] أن العلماء يقولون إن مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في 2015 زادت بقيمة أكبر من أي سنة من السنوات الست والخمسين الماضية. فقد أفادت القياسات المأخوذة من مرصد Mauna Loa في هاواي بزيادة بأكثر من ثلاثة أجزاء في المليون (ppm) في 2015. وتعود هذه الزيادة إلى اقتران الأنشطة البشرية بظاهرة النينيو. وتظهر الأرقام التالية تطور ثاني أكسيد الكربون. ففي فبراير 2017، قيست قيمة مقدارها 406,42 ppm لتركيز ثاني أكسيد الكربون في مرصد Mauna Loa في هاواي.

[12] McGrath, Matt, CO_2 data is 'wake-up call' for Paris climate deal, *Science & Environment webpage (10 March 2016)*; http://www.bbc.com/news/science-environment-35778464.

الشكل 4: متوسط شهري حديث لثاني أكسيد الكربون في مرصد Mauna Loa



في **الشكل 4**،[13] يمثل **الخط الأحمر** المتقطع ذو الرموز التي على شكل معين قيم المتوسط الشهري، المتمركزة عند منتصف كل شهر. في حين يمثل **الخط الأسود** ذو الرموز التي على شكل مربع نفس القيم، بعد التصحيح من أجل الفترة الموسمية المتوسطة. وتحدد القيم الأخيرة كمتوسط متحرك لعدد سبع فترات موسمية متجاورة مركزها الشهر الذي يتم تصحيحه باستثناء السنوات الثلاث ونصف الأولى والأخيرة في القياس، حيث تم توسيط الفترة الموسمية عبر السنوات السبع الأولى والأخيرة، على التوالي.

5.1.1 ذوبان الجليد

جليد البحار، الذي هو عبارة عن مياه البحر المتجمدة، يطفو فوق سطح البحر. وطبقاً لنظرية أرشميدس، فإن هذا الجليد يزيح كمية من مياه البحار يساوي وزنها وزن هذا الجليد. وعندما يذوب، فإن المياه الناتجة تشكل نفس الحجم تماماً من مياه البحر المساوي للحجم الذي كان يشغله الجليد، دون أي تغير لاحق في مستوى سطح البحر. وبالتالي لا يوجد لذوبان جليد البحار أي دور في زيادة مستوى سطح البحر.

[13] الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي، وزارة التجارة الأمريكية؛ http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/.

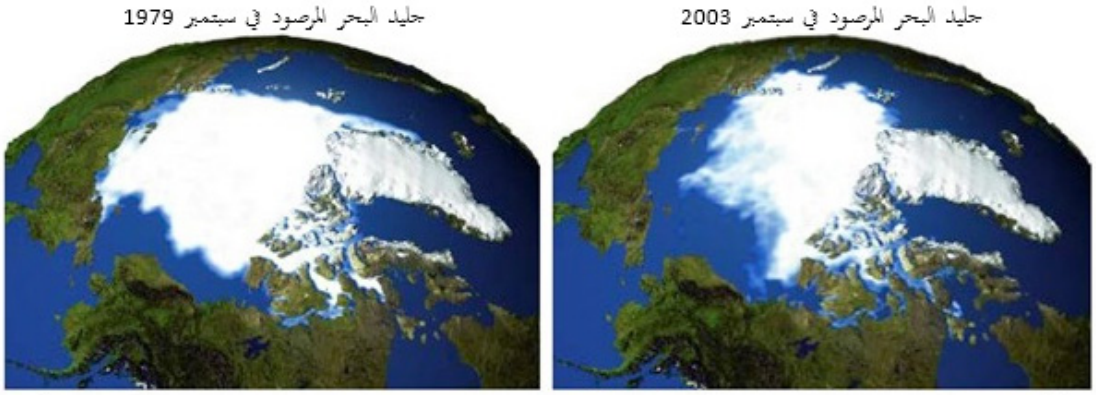
ومع ذلك، فعلى النقيض من ذلك، فإن ذوبان جليد المياه العذبة، أي الغلاف الجليدي والأنهار الجليدية، يسهم في زيادة مستوى سطح البحر. وتحتوي أنتاركتيكا على 30 مليون km^3 من الجليد، تمثل 2% من كتلة المياه في العالم، غير أنها تمثل نسبة 75% من المياه العذبة و90% من الجليد. فإذا ما ذاب جليد أنتاركتيكا بالكامل، فسيسفر عن ذلك ارتفاع في مستوى سطح البحر بمقدار 60 m، يضاف إليه ارتفاع آخر بمقدار 7 m في حالة ذوبان جليد غرينلاند، مع زيادة أو نقصان لأمتار قليلة لعدم اليقين.

وطبقاً لتقييم حديث لأثر مناخ القطب الشمالي؛ يعرض في **الشكل 5** مدى الانكماش الجليدي في الفترة بين سبتمبر 1979 وسبتمبر 2003، ويتبع المخطط الصور الساتلية التي تصف هذا الانكماش.[14]

وطبقاً للفريق IPCC، لجليد البحر تأثير مناخي يعتمد بشكل أساسي على ارتفاع مقدار انعكاس أشعة الشمس فوقه، أي النسبة المئوية التي يعكسها من الضوء الذي يستقبله، مقارنةً بهذا المقدار لطبقة رقيقة من الجليد ولمحيط بدون جليد. وفي حين أن الجليد السميك المغطى بالثلج له معامل انعكاس لأشعة الشمس مقداره 90%، فإن هذا المعامل بالنسبة للطبقة الرقيقة من الجليد يبلغ 50% وبالنسبة للمحيطات الخالية من الجليد يكون في حدود 6%. ومع ارتفاع هذا المعامل بالنسبة لجليد البحر، فإنه يعكس الضوء وبالتالي يحد من تأثير الاحترار. وبتكوين طبقة "واقية" فإنه يحد أيضاً من تبادل الحرارة بين الهواء والمحيط. وعند ذوبانه، تزيد عمليات التبادل هذه ويقل معامل الانعكاس مما يؤدي إلى زيادة محلية في درجات الحرارة. ولانكماش جليد البحر تأثير عكسي موجب على الاحترار العالمي، بمعنى أنه يضخمه.

وهذا هو السبب إلى حد كبير وراء ارتفاع درجة الحرارة في القطب الشمالي أسرع بمقدار 2,5 ضعف عن أي مكان في العالم. وبحلول عام 2100، يتوقع الفريق IPCC، طبقاً لسيناريو دقيق جداً، زيادة في الاحترار العالمي بمقدار $2,8^{\circ}C$ وفي القطب الشمالي بمقدار $7^{\circ}C$. وطبقاً للنموذج المستعمل، قد يختفي جليد بحر القطب الشمالي في الصيف تماماً في الفترة بين 2040 و2060.

الشكل 5: تركيزات جليد البحر في القطب الشمالي في سبتمبر 1979 و2003



تشكلت هاتان الصورتان من بيانات ساتلية، تقارن تركيزات جليد البحر في سبتمبر 1979 و2003. وشهر سبتمبر هو الشهر الذي يكون فيه جليد البحر في أدنى مستوياته، وسجلت سنة 1979 السنة الأولى التي توفر فيها هذا النوع من البيانات بشكل مجدٍ. وتم تسجيل أقل تركيز في جليد البحر في سبتمبر 2002.

[14] تقييم أثر مناخ القطب الشمالي في 2004، أثر احترار القطب الشمالي: تقييم أثر مناخ القطب الشمالي، *ACIA*، *تقرير الاستعراض الشامل لتقييم أثر مناخ القطب الشمالي*، جريدة جامعة كامبريدج، الصفحة 25.

2.1 المبادرات الدولية بشأن تغير المناخ

1.2.1 مؤتمرات الأمم المتحدة المتعلقة بتغير المناخ

1.1.2.1مؤتمر الأطراف

يجمع مؤتمر الأطراف (COP) كل عام البلدان الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وقد عقد الاجتماع الحادي والعشرين لهذا المؤتمر (يطلق عليه مؤتمر الأطراف الحادي والعشرين (COP21)) في باريس في ديسمبر 2015، وكان الاجتماعان الأكثر تمثيلاً لمؤتمرات الأطراف هما اللذين عقدا في كيوتو 1997، وفي كوبنهاغن 2009. فقد حدد المؤتمر COP21 الهدف المتمثل في الحد من الاحترار العالمي طويل الأجل إلى 2°C مقارنةً بفترة ما قبل العصر الصناعي، وقد مثل هذا الأمر علامةً فارقة.

وقد اتفق المؤتمر COP21 [15] على الإبقاء على درجة الحرارة العالمية "أقل كثيراً" من 2,0 درجة مئوية فوق فترة ما قبل العصر الصناعي و"السعي إلى الحد" منها لتكون أقل من ذلك، أي 1,5 درجة مئوية. والتزم المؤتمر COP21 بالحد من كمية غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة البشرية إلى نفس المستويات التي يمكن للأشجار والتربة والمحيطات امتصاصها طبيعياً، وذلك بدءاً من تاريخ ما بين 2050 إلى 2100.

وشمل الاتفاق استعراض مساهمة كل بلد في الحد من الانبعاثات كل خمس سنوات بحيث ترقى إلى مستوى التحدي.

وتشمل الإجراءات تقليص انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بأسرع وقت ممكن تحقيقاً للتوازن بين مصادر هذه الغازات ومصارفها في النصف الثاني من هذا القرن.

وقد تم تخصيص 100 مليار دولار أمريكي سنوياً من أموال المناخ للبلدان النامية بحلول 2020، مع تعهد بمزيد من الأموال في المستقبل، بحلول 2025، مع تحديد هدف جديد أعلى لفترة ما بعد 2025.

وأعاد المؤتمر COP21 التأكيد على الواجبات الملزمة للبلدان المتقدمة في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) والمتمثلة في دعم جهود البلدان النامية، مع تشجيع المساهمات الطوعية من البلدان النامية، وذلك للمرة الأولى. وقد وافقت الحكومات على تعزيز قدرة المجتمعات على التعامل مع آثار تغير المناخ وتقديم الدعم الدولي المستمر والمعزز للتكيف مع البلدان النامية.

2.1.2.1اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) - الصندوق التكميلي

يوفر الصندوق التكميلي للاتفاقية (UNFCCC) للبلدان النامية الأنشطة التقنية التي تساعدها على تحقيق أهدافها والتزاماتها في إطار الاتفاقية، مثل إنشاء سجلات جرد وطنية عالية الجودة أو نشر تكنولوجيات نظيفة أو وضع استراتيجيات وطنية للتكيف.

2.2.1 الاتحاد الدولي للاتصالات وتغير المناخ

1.2.2.1قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات

يوفر استخدام السواتل لرصد الأرض قياسات منتظمة ومتجانسة لدعم التحليل العلمي. ويتولى قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد مسؤولية تحديد ما يلزم من طيف الترددات الراديوية لرصد المناخ والتنبؤ بالكوارث والكشف

[15] اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، مشروع 12 ديسمبر 2015؛ https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf.

عنها وعمليات الإغاثة، بما في ذلك من خلال وضع ترتيبات تعاونية مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) في مجال تطبيقات الاستشعار عن بُعد.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية دوراً هاماً في مراقبة تغير المناخ من خلال القرارين (Rev.WRC-15) 646 و(Rev.WRC-15) 647 بشأن استخدام الاتصالات الراديوية لمراقبة البيئة وحماية الجمهور والإغاثة في حالات الكوارث. ويدير قطاع الاتصالات الراديوية التنسيق المفصل وإجراءات التسجيل للأنظمة الفضائية والمحطات الأرضية التي تستخدم لجمع بيانات المناخ والمراقبة البيئية.

وتتعامل لجنة الدراسات 7 لقطاع الاتصالات الراديوية (SG 7)، ولا سيما فرقة العمل (WP 7C) 7C، مع أجهزة قائمة على الاتصالات الراديوية تدعى أجهزة الاستشعار (المنفعلة أو النشطة) وهي الأدوات الرئيسية لمراقبة المعلمات الجيوفيزيائية العالمية للأرض وغلافها الجوي.

ويدعو القرار (Rev.WRC-12) 673 بشأن تطبيقات الاتصالات الراديوية لرصد الأرض إلى إجراء دراسات بقطاع الاتصالات الراديوية بشأن السبل الممكنة لتحسين الاعتراف بالدور الأساسي والأهمية العالمية لتطبيقات الاتصالات الراديوية لرصد الأرض والمعارف والدراية لدى الإدارات بصدد استخدام هذه التطبيقات ومنافعها. ونتج عن هذه الدراسات التقرير ITU-R RS.2178: *الدور الأساسي للطيف الراديوي وأهمية استعماله على الصعيد العالمي لرصد الأرض والتطبيقات ذات الصلة*. وجرى التأكيد على أن المعلومات بصدد المناخ أو تغير المناخ أو الطقس أو هطول الأمطار أو التلوث أو الكوارث هي من القضايا التي تستأثر باهتمام يومي وتكتسي أهمية حاسمة لدى المجتمع العالمي. وتوفر لنا أنشطة رصد الأرض هذه المعلومات المطلوبة للتنبؤات اليومية بشأن الطقس، ولدراسات تغير المناخ، والحماية البيئية، وللتنمية الاقتصادية (النقل والطاقة والزراعة والتشييد)، ومن أجل سلامة الأرواح والممتلكات.

إن أنظمة الاتصالات الراديوية وتطبيقاتها العاملة في خدمات استكشاف الأرض الساتلية ومساعدات الأرصاد الجوية وخدمات الأرصاد الجوية الساتلية توفر معظم البيانات لنظام الرصد العالمي (GOS) والنظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. ويرد وصف هذه الأنظمة في عدد من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية. وتُخص بالذكر التوصية ITU-R RS.1883[16] التي وضعتها فرقة العمل 7C بشأن استخدام الاستشعار عن بُعد في دراسة تغير المناخ وآثاره. وأصدرت لجنة الدراسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية (خدمات العلوم)، بالتعاون مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية في 2002 كتيباً بشأن استعمال الطيف الراديوي للأرصاد الجوية: رصد الطقس والمياه والمناخ والتنبؤ بها يقدم معلومات عن التطوير والاستعمال السليم لأنظمة الاتصالات الراديوية والتكنولوجيا الراديوية لرصد البيئة والتحكم في المناخ والتنبؤ بالطقس وتوقع الكوارث الطبيعية والكوارث من صنع الإنسان وكشفها والتخفيف من آثارها. وتقوم لجنة الدراسات حالياً مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بإعداد مراجعة لهذا الكتيب من المخطط الانتهاء منها في 2017.

وقد نشر مكتب الاتصالات الراديوية للاتحاد في 2012 تقريراً بعنوان *التكنولوجيات الراديوية لدعم فهم آثار تغير المناخ وتقييمها والتخفيف من حدتها*. ويشدد ذلك التقرير بصفة خاصة على الأهمية الحاسمة للرصد الساتلي، والذي يعتبر وسيلة لا غنى عنها لفهم تطور المناخ بفضل تكرار قياساته وتجانسها.

وإضافةً إلى ذلك، فإن جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2015 (RA-15) اعتمدت القرار ITU-R 60: خفض استهلاك الطاقة لحماية البيئة والتخفيف من حدة تغير المناخ من خلال استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات/تكنولوجيات الاتصالات الراديوية وأنظمتها. ويهدف هذا القرار إلى تعزيز التعاون بين قطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) وغيرهما من الهيئات، حسبما يكون

[16] التوصية ITU-R RS.1883، *استخدام الاستشعار عن بُعد في دراسة تغير المناخ وآثاره*، فبراير 2011؛ https://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/.

ملائماً، بغية التعاون في تحديد وتشجيع تنفيذ كل التدابير الملائمة لتخفيض استهلاك الطاقة في أجهزة الاتصالات الراديوية واستعمال الاتصالات الراديوية/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مراقبة تغير المناخ والتخفيف من آثاره وذلك سعياً إلى المساهمة في خفض استهلاك الطاقة على صعيد العالم. وتمت دعوة الدول الأعضاء وأعضاء القطاع والمنتسبين إلى المساهمة بفعالية في عمل قطاع الاتصالات الراديوية في مجال الاتصالات الراديوية وتغير المناخ، مع المراعاة الواجبة لمبادرات الاتحاد الدولي للاتصالات ذات الصلة ومواصلة دعم عمل قطاع الاتصالات الراديوية في مجال الاستشعار عن بُعد (النشط والمنفعل) لرصد البيئة

2.2.2.1قطاع تقييس الاتصالات

وضعت لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات العديد من التوصيات، من بينها:

- ITU-T L.1300 (2014/06)، *أفضل الممارسات من أجل مراكز البيانات المراعية للبيئة*.[17]
- ITU-T L.1301 (2015/05)، *المتطلبات الدنيا لمجموعة البيانات والسطوح البينية للاتصالات من أجل إدارة الطاقة في مركز من مراكز البيانات*.[18]
- ITU-T L.1302 (2015/11)، *تقييم كفاء الطاقة على البنية التحتية في مركز البيانات ومركز الاتصالات*.[19]
- ITU-T L.1310 (2014/08)، *مقاييس كفاءة استهلاك الطاقة وطرائق القياس لمعدات الاتصالات*.[20]
- ITU-T L.1320 (2014/03)، *مقاييس وقياسات الكفاءة في استهلاك الطاقة لمعدات التغذية بالطاقة والتبريد بمراكز الاتصالات والبيانات*.[21]
- ITU-T L.1330 (2015/03)، *قياس ومقاييس الكفاءة في استهلاك الطاقة لشبكات الاتصالات*.[22]

واعتباراً من 2016، تقوم لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات بوضع العديد من أفضل الممارسات ومنهجيات قياس كفاءة استهلاك الطاقة تغطي موضوعات مثل "مقاييس كفاءة استهلاك الطاقة لموقع خلية محطة متنقلة وأفضل الممارسات لتوفير الطاقة". كما تقوم حالياً بوضع إضافة إلى التوصية ITU-T L.1500 (2014/06)، *إطار من أجل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتكيف مع آثار تغير المناخ*، يتناول بالنقاش التأثيرات والآثار المحتملة لتغير المناخ. كما تقوم حالياً لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات بإعداد توصية جديدة معينة تتناول استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتكييف الزراعة مع هذه الآثار.

---

[17] التوصية ITU-T L.1300 (2014/06)، *أفضل الممارسات من أجل مراكز البيانات المراعية للبيئة*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1300.

[18] التوصية ITU-T L.1301 (2015/05)، *المتطلبات الدنيا لمجموعة البيانات والسطوح البينية للاتصالات من أجل إدارة الطاقة في مركز من مراكز البيانات*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1301.

[19] التوصية ITU-T L.1302 (2015/11)، *تقييم كفاء الطاقة على البنية التحتية في مركز البيانات ومركز الاتصالات*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1302.

[20] التوصية ITU-T L.1310 (2014/08)، *مقاييس كفاءة استهلاك الطاقة وطرائق القياس لمعدات الاتصالات*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1310.

[21] التوصية ITU-T L.1320 (2014/03)، *مقاييس وقياسات الكفاءة في استهلاك الطاقة لمعدات التغذية بالطاقة والتبريد بمراكز الاتصالات والبيانات*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1320.

[22] التوصية ITU-T L.1330 (2015/03)، *قياس ومقاييس الكفاءة في استهلاك الطاقة لشبكات الاتصالات*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1330.

3.2.1 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وتغير المناخ

1.3.2.1 الإطار العالمي للخدمات المناخية

أكد عدد كبير من المشاركين في المؤتمر العالمي الثالث للمناخ (جنيف، 2009) على الحاجة إلى تزويد صانع القرار والمستعملين الآخرين ببيانات ومعلومات علمية لمساعدتهم في مواجهة المخاطر المرتبطة بالمناخ وتغيره واتخاذ قرارات مستنيرة بشكل كامل، حيث أوصوا بإنشاء إطار عالمي للخدمات المناخية (GFCS) أعد بناءً عليه فريق المهام رفيع المستوى المسؤول عن تنفيذ هذا الإطار تقريراً يضم سلسلة من التوصيات في هذا المجال. وقد أقر المؤتمر العالمي السادس عشر للأرصاد الجوية (جنيف، مايو-يونيو 2011)، في شكل مجموعة من المقررات والقرارات، انطلاق عملية إنشاء الإطار العالمي.

والإطار GFCS عبارة عن مبادرة دولية موجهة من المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) الغرض منها تنسيق الجهود المبذولة على الصعيد العالمي لضمان توفير خدمات مناخية تركز على احتياجات المستعملين وبالتالي تستفيد أقصى استفادة من المعارف المتعلقة بالمناخ.

وباختصار، فإن المزارعين ومربي الماشية ومشغلي السدود وقاطني الأراضي المنخفضة، وغيرهم، سوف ينهلون من المعلومات التي تتيح لهم (قبل شهور وحتى سنوات) الاستعداد للمخاطر المتعلقة بالمناخ وتوقعها، مع الاستفادة من الإمكانات المتاحة في مجالات الأولوية الأربعة (الزراعة والمياه والصحة ومنع الكوارث).

- ويوجد حالياً نحو سبعون بلداً لا تستطيع إعداد وتقديم خدمات مناخية حقيقية - خاصة أقل البلدان نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية والبلدان النامية غير الساحلية وغيرها من البلدان المهددة - ستلمس تعزيز مواردها في هذا المجال.
- وجميع البلدان وجميع سكانها مؤهلون للاستفادة من إنشاء الإطار العالمي، الذي سيفضي إلى توفير خدمات مناخية تتواءم مع احتياجات الجميع.

2.3.2.1 الإطار العالمي للخدمات المناخية في سياق التكيف مع تغير المناخ

سيعود إنشاء الإطار العالمي للخدمات المناخية بالكثير من المنافع على المستويات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، حيث سيؤدي توفير خدمات مناخية هادفة إلى إمكانية تحسين إدارة مخاطر الكوارث المرتبطة بالمناخ. فعلى سبيل المثال، فإن تنبؤات الأرصاد الجوية الزراعية والتنبؤ بالأوبئة والإنذار المبكر بالفيضانات أو الجفاف ستكون دعماً لتدابير التكيف على مستوى المجتمعات المحلية. وسيسمح الإطار العالمي لمنظومة الأمم المتحدة بحسن مساعدة الدول الأعضاء على الوفاء بالتزاماتها تجاه الأهداف الإنمائية للألفية وأهداف التنمية المستدامة ومواجهة التحديات الجديدة التي تواجهها.

4.2.1 المبادرات الأخرى

1.4.2.1 المبادرة التعاونية لبحوث التكيف في إفريقيا وآسيا

تدعم المبادرة التعاونية لبحوث التكيف في إفريقيا وآسيا (CARIAA) مساهمة الأبحاث والسياسات رفيعة المستوى في إفريقيا وآسيا من خلال استهداف ثلاث مناطق هامة في مجال تغير المناخ: المناطق شبه القاحلة، ومناطق دلتا الأنهار وأحواض الأنهار الجليدية-والثلجية. وكل منطقة من هذه المناطق تعد موطناً لعدد كبير من السكان الفقراء الذين يعتمدون في معيشتهم على قطاعات تتأثر كثيراً بالمناخ.

وباستعمال هذه المناطق الهامة كعدسة للأبحاث بشأن التحديات المشتركة عبر بيئات مشتركة، يمكن ظهور فرص ورؤى. وكل اتحاد تدعمه المبادرة CARIAA يجمع خمس مؤسسات تضم مجموعة من الخبراء الإقليميين العلميين في مجال التنمية الاجتماعية - الاقتصادية لدراسة الأبعاد الفيزيائية والاجتماعية والاقتصادية والسياسية لمواطن الضعف وخيارات التكيف. كما يواجه الاتحاد تغير المناخ عبر جداول زمنية مختلفة ومستويات مختلفة - من الأثر على الأسر والقرى وصولاً إلى السياسات الإقليمية والعالمية.

ويشارك في تنفيذ المبادرة CARIAA كل من مركز بحوث التنمية الدولية (IDRC) ووزارة التنمية الدولية بالمملكة المتحدة ومدة سريانها الفترة 2012-2019.

2.4.2.1مبادرة البحوث الدولية بشأن التكيف مع تغير المناخ

مبادرة البحوث الدولية بشأن التكيف مع تغير المناخ (IRIACC) عبارة عن برنامج مدته خمس سنوات (2011-2016) صُمم لمساعدة الشعوب والقطاعات الهشة على التكيف مع تغير المناخ.

وتمكن المبادرة IRIACC من تعزيز المعارف بشأن تغير المناخ والعوامل الضاغطة ذات الصلة واستنباط أدوات وتكنولوجيات ونهج منسقة للتكيف. ويهدف البرنامج إلى وضع سياسات عن طريق تبادل نتائج الأبحاث بين السلطات المعنية المختلفة من أجل توجيه عملية التخطيط الخاصة بالتكيف.

3.4.2.1تحالف المناخ والهواء النقي

تحالف المناخ والهواء النقي (CCAC) لخفض الملوثات المناخية قصيرة الأجل هو إطار دولي طوعي لاتخاذ إجراءات ملموسة ومستدامة لتسريع جهود خفض الملوثات المناخية قصيرة الأجل (SLCP) مع التركيز المبدئي على الميثان والكربون الأسود والكثير من المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية (HFC)، بأساليب تحمي البيئة وصحة الجمهور وتنهض بالأمن الغذائي وأمن الطاقة وتعالج تغير المناخ قريب الأجل.

4.4.2.1منتدى الاقتصادات الرئيسية المعني بالطاقة والمناخ

منتدى الاقتصادات الرئيسية المعني بالطاقة والمناخ (MEF) عبارة مبادرة أُطلقت في مارس 2009 لجمع البلدان السبعة عشر الأكبر في العالم من حيث الانبعاثات لدفع القضايا الرئيسية قيد البحث في المفاوضات الدولية بشأن تغير المناخ.

ويوفر المنتدى MEF أيضاً منبراً هاماً لمزيد من التعاون الدولي بشأن استنباط وعرض ونشر تكنولوجيات تحويلية للطاقة النظيفة.

5.4.2.1مبادرة الميثان العالمية

مبادرة الميثان العالمية (GMI) هي مبادرة طوعية تعمل كإطار دولي لتشجيع استعادة الميثان بصورة فعّالة من حيث التكلفة واستعماله كمصدر نظيف للطاقة.

والمبادرة GMI التي أُطلقت في 2004، هي الجهد الدولي الوحيد الذي يستهدف تحديداً خفض غاز الميثان واستعادته واستعماله من خلال التركيز على خمسة مصادر رئيسية لانبعاثات الميثان: الزراعة ومناجم الفحم والنفايات الصلبة البلدية وأنظمة النفط والغاز، ومياه الصرف. وتعمل المبادرة بالتناغم مع الاتفاقات الدولية الأخرى، بما في ذلك اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، من أجل خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وخلافاً لغازات الاحتباس الحراري الأخرى، يعد الميثان المكون الأساسي لغاز طبيعي يمكن تحويله إلى طاقة قابلة للاستخدام. وخفض

الميثان يعمل بالتالي بطريقة فعّالة تكاليفياً لخفض غازات الاحتباس الحراري وزيادة أمن الطاقة وتعزيز النمو الاقتصادي وتحسين جودة الهواء وتحسين سلامة العمال.

والمبادرة GMI هي مبادرة مشتركة بين القطاعين العام والخاص تدفع بخفض الميثان واستعادته واستعماله كمصدر نظيف للطاقة بصورة فعّالة تكاليفياً في خمسة قطاعات: الزراعة ومناجم الفحم والنفايات الصلبة البلدية وأنظمة النفط والغاز ومياه الصرف. وتؤدي المشروعات إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على المدى القريب وتوفر عدداً من المنافع المشتركة البيئية والاقتصادية الهامة مثل:

- تحفيز النمو الاقتصادي المحلي؛
- استحداث مصادر للطاقة البديلة ميسورة التكلفة؛
- تحسين نوعية الهواء والماء محلياً مع ما يرتبط بهذا الأمر من فوائد للصحة العامة؛
- زيادة سلامة العمال الصناعيين.

وتهدف المبادرة إلى الحد من المعوقات المعلوماتية والمؤسساتية وغيرها من المعوقات السوقية أمام تطور المشروع من خلال استنباط أدوات وموارد والتدريب وبناء القدرات وعروض التكنولوجيا والدعم المباشر للمشروع.

وهناك تركيز خاص على جمع كل الأطراف الفاعلة الضرورية لتطور المشروع، بما في ذلك الحكومات والمؤسسات المالية ومطورو المشروعات وموردو التكنولوجيا وغيرهم.

6.4.2.1الصندوق الدولي للتنمية الزراعية

يتمثل الهدف الرئيسي للصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) في مساعدة المجتمعات الزراعية الفقيرة من صغار الملاك الريفيين على مواجهة تأثيرات تغير المناخ والكوارث ذات الصلة بالطقس. ويحقق البرنامج هذا الهدف بدعم استحداث وتبادل المعارف والنهج والممارسات ذات الصلة بالتكيف مع تغير المناخ. ويتوقع أن يساعد الدعم المقدم من الوكالة الكندية للتنمية الدولية (CIDA) المزارعين على خفض خسائرهم في المحاصيل المنتجة وزيادة الوصول إلى موارد المياه واستعمال موارد المياه بكفاءة أكبر وبناء القدرات على مستوى الأفراد والمجتمع للتكيف مع تغير المناخ.

7.4.2.1مرفق شراكة كربون الغابات - صندوق التأهب

صندوق التأهب لمرفق شراكة كربون الغابات (FCPF) هو شراكة عالمية يديرها البنك الدولي لمساعدة البلدان النامية في جهودها لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن إزالة الغابات وتدهورها. ويشجع الصندوق أيضاً على حفظ الغابات والإدارة المستدامة لها وزيادة مخزونات كربون الغابات (كمية الكربون المخزنة في الأنظمة الإيكولوجية للغابات) في البلدان النامية في المناطق المدارية وشبه المدارية.

8.4.2.1أنظمة الإنذار المبكر بالمخاطر المناخية

إن تقوية أنظمة الإنذار المبكر هو عنصر أساسي للصمود في وجه المخاطر المناخية. وللاستجابة بصورة ملموسة للطلب القوي على تحديد سلم للأولويات فيما يخص الإجراءات الواجب اتخاذها للتكيف مع تغير المناخ، ولا سيما من أقل البلدان نمواً ومن الدول الجزرية الصغيرة النامية، أطلقت فرنسا مبادرة باسم "أنظمة الإنذار المبكر بالمخاطر المناخية (CREWS)" باتت جزءاً لا يتجزأ من برنامج العمل الذي وُضع إثر الاجتماع الحادي والعشرين لمؤتمر الأطراف في اتفاقية تغير المناخ (COP21). وقد تنامى الدعم الدولي الذي تحظى به هذه المبادرة خلال الأشهر التي تلت الاجتماع المذكور.

وقد عقدت اللجنة التوجيهية التابعة للمبادرة اجتماعها الأول بجنيف في 12 سبتمبر 2016. وعُينت فرنسا خلال هذا الاجتماع رئيسة للمبادرة لمدة سنة. وتمت أيضاً الموافقة على كيفية إدارة المبادرة وعلى هيكلها، بالاستناد إلى الصندوق الاستئماني للبنك الدولي وإلى أمانة "متواضعة" داخل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). وتشمل المنظمات الشريكة اليوم مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، والمرفق العالمي للحد من الكوارث والإنعاش التابع للبنك الدولي. وتمت الموافقة على خطة الاستثمار الأولية للمبادرة للفترة 2016-2020. وحُددت ستة مشاريع ذات أولوية، خُصص لها حتى الآن مبلغ إجمالي قدره 16,46 مليون دولار أمريكي: بوركينا فاصو، ومالي، والنيجر، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، وبابوا غينيا الجديدة، ومنطقة المحيط الهادئ (فيجي، وكيريباتي، وبابوا غينيا الجديدة، وتوفالو، وفانواتو، وجزر سليمان، وجزر مارشال).

ويرمي الصندوق الائتماني للمبادرة (CREWS) إلى جمع رأسمال بقيمة 100 مليون دولار أمريكي بحلول عام 2020. واتُخذت القرارات المالية الأولى الخاصة بكل بلد في الاجتماع الثاني للجنة التوجيهية الذي سيُعقد على هامش الاجتماع الثاني والعشرين لمؤتمر الأطراف. وقد تم تأمين مبلغ 12 مليون دولار أمريكي لبوركينا فاصو وجمهورية الكونغو الديمقراطية والدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) في المحيط الهادئ.

2 الفصل 2 - رصد تغير المناخ

1.2 الأنظمة الأرضية

أنشأت المنظمات العلمية على مدى العقود الماضية شبكات من محطات مراقبة الطقس حول العالم. وتوفر هذه المحطات بيانات أيضاً لمراقبة المناخ. وجمعت العديد من المنظمات سجلات مستمرة عن الطقس على مدى عقود عديدة، ولم تعمل محطات أخرى إلا لسنوات قليلة قبل توقفها عن العمل. وعادة ما تتألف من بيانات يومية عن أقصى وأدنى درجات حرارة وكمية تساقط الثلوج ومجاميع كميات الأمطار خلال 24 ساعة وقد تشمل بيانات مائية أو جوية أخرى مثل التبخر أو درجات حرارة التربة.

وتشتمل محطات الطقس النموذجية على الأدوات التالية:

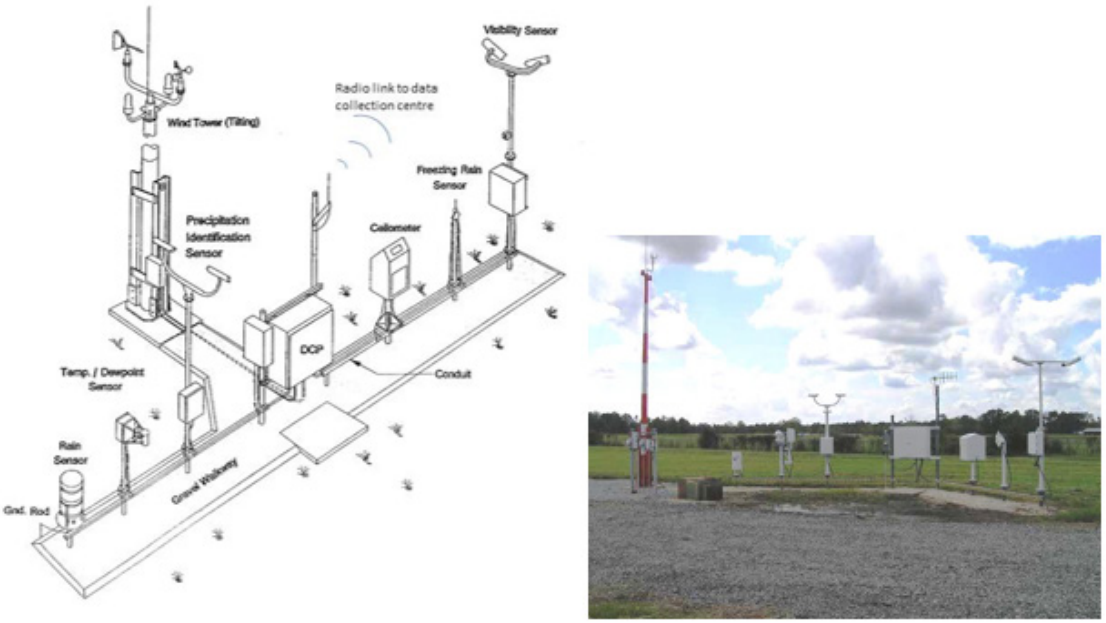
- ترمومتر لقياس درجة حرارة الهواء وسطح البحر؛
- بارومتر لقياس الضغط الجوي؛
- هيغرومتر لقياس الرطوبة؛
- أنيمومتر قياس شدة الريح؛
- بيرانومتر لقياس الإشعاع الشمسي؛
- مقياس المطر لقياس هطول الأمطار السائلة على مدى فترة معينة من الزمن.

وبالإضافة إلى ذلك، يمكن استعمال أدوات إضافية في بعض المطارات كما هو موضح في **الشكل 6**، بما في ذلك:

- الطقس الحالي/استشعار الأمطار لتحديد كمية هطول الأمطار؛
- ديسدرومتر لقياس توزيع حجم الهطول؛
- ترانسمسومتر لقياس الرؤية؛
- سيلومتر لقياس سقف السحب.

كما يمكن أن تقيس المحطات الأكثر تطوراً مؤشر الأشعة فوق البنفسجية، ورطوبة ورق الشجر، ورطوبة التربة، ودرجة حرارة التربة، ودرجة حرارة الماء في البرك أو البحيرات، أو الجداول المائية، أو الأنهار، وبيانات أخرى من حين لآخر.

الشكل 6: النظام التلقائي لمراقبة السطح



والنظام العالمي لمراقبة المناخ (GCOS) هو نظام طويل الأجل يوجهه المستعمل وقادر على توفير الملاحظات الشاملة اللازمة لمراقبة النظام المناخي، والكشف عن التغيرات المناخية ومسبباتها، وتقييم آثار تقلب المناخ وتغيره، ودعم البحوث نحو تحسين فهم النظام المناخي وإعداد نماذجه والتنبؤ به. ويتناول النظام العالمي لمراقبة المناخ النظام المناخي بأكمله بما في ذلك الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، ومكونات الغلاف الجوي والمحيطات والهيدرولوجيا الأرضية والغلاف الجليدي. وترعى هذا النظام المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة والمجلس الدولي للعلوم.

ويشكل تحديد موقع محطة المراقبة مسألة صعبة للغاية، ولا يزال يتعين إجراء الكثير من البحث في هذا المجال. والمبدأ العام هو أن المحطة ينبغي أن توفر قياسات ممثلة وتظل ممثلة للمنطقة المحيطة بها، والتي يعتمد حجمها على تطبيق الأرصاد الجوية. ويتعين أن تعمل بعض محطات المراقبة بمفردها لفترات طويلة في مواقع يصعب الوصول إليها. ويمكن أن تكون تكاليف البناء مرتفعة وقد تكون هناك حاجة إلى تكاليف إضافية لصيانتها. وقد يتعين أن تعمل بإمدادات من الطاقة غير الموثوقة للغاية أو من مواقع لا تتوافر فيها إمدادات دائمة من الطاقة. وينبغي النظر في مدى توافر مرافق الاتصالات. وينبغي أيضاً وضع التدابير الأمنية (ضد الصواعق والفيضانات والسرقة والتخريب، وما إلى ذلك) في الاعتبار، ويجب أن تكون المحطات قادرة، بطبيعة الحال، على تحمل الظروف الجوية القاسية. وتكلفة توفير أنظمة قادرة على العمل في ظل جميع الظروف المتوقعة في محطة أوتوماتيكية باهظة؛ ومن الضروري، قبل تحديد أو تصميم محطة المراقبة، الحصول على فهم شامل لبيئة العمل المتوقعة لمحطة المراقبة. وفي مرحلة مبكرة من التخطيط، ينبغي أن يكون هناك تحليل مفصل للأهمية النسبية لمتطلبات الأرصاد الجوية والمتطلبات التقنية بحيث يمكن اختيار المواقع والموافقة عليها على أنها مناسبة قبل ضخ استثمارات كبيرة في التركيب.

وبالنظر إلى أن محطة المراقبة تستند إلى تطبيق التكنولوجيا، يكون من الواضح أن هناك حاجة إلى استعراض شامل لبرامج التدريب القائمة ومهارات العاملين التقنيين المطلوبين. وينبغي تنظيم أي برنامج تدريبي جديد وفقاً لخطة موجهة لتلبية احتياجات المستخدمين. وينبغي أن تغطي بصفة خاصة عمليات الصيانة والمعايرة التي وضعتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، وينبغي تكييفها وفقاً للنظام. وقد لا يكون من الممكن دائماً طلب أداء وظائف جديدة من الموظفين الحاليين، حتى إذا كان لديهم العديد من سنوات الخبرة في العمل المتعلق بالمحطات التقليدية، وقد يتسبب

ذلك في مشاكل خطيرة إذا لم تكن لديهم المعرفة الأساسية بأجهزة الاستشعار الكهربائية، والتقنيات الرقمية وتقنيات المعالجات الصغرية أو الحواسيب. وقد يكون من الضروري توظيف عاملين جدد لديهم مثل هذه المعرفة. وينبغي توافر العاملين ذوي الكفاءة في المجالات المختلفة لمحطات المراقبة قبل وقت كاف من تركيب شبكة محطات المراقبة.

ومن الضروري أن توفر الشركات المصنعة لمعدات محطات المراقبة وثائق تشغيلية وتقنية شاملة جداً، جنباً إلى جنب مع دورات تدريبية تقنية وتشغيلية. وعموماً، هناك حاجة إلى مجموعتين من الوثائق من الشركة المصنعة: دليل المستعمل للتدريب العملي واستعمال النظام، وأدلة تقنية بمزيد من الوثائق المعقدة التي تصف بمزيد من التفصيل التقني الخصائص التشغيلية للنظام، وصولاً إلى مستوى الوحدات الفرعية وحتى المكونات الإلكترونية وبما في ذلك تعليمات الصيانة والإصلاح. ويمكن اعتبار هذه الأدلة بوصفها الوثائق الأساسية للبرامج التدريبية التي تقدمها الشركة المصنعة، وينبغي أن تكون معدة بحيث يمكن استعمالها كمراجع بعد عدم توافر متخصصي الشركة المصنعة لتقديم المساعدة. وبالنسبة إلى بعض البلدان، قد يكون من المستحسن تنظيم دورات تدريبية مشتركة في مركز تدريب يخدم البلدان المجاورة. ومن شأن مثل مركز التدريب هذا أن يعمل على أفضل وجه إذا كان يرتبط بمركز صك معين وإذا اتفقت البلدان التي يخدمها المركز على استعمال معدات قياسية مماثلة.

2.2 الأنظمة الساتلية

يقدم التقرير ITU-R RS.2178 [23] لمحة عامة واسعة عن تطبيقات الاتصالات الراديوية المختلفة المستخدمة لرصد الأرض وإجراء الأبحاث الفضائية وفي علم الفلك الراديوي، واصفاً أثرها المجتمعي وفوائدها الاقتصادية للمجتمع العالمي، ولا سيما أهميتها في مراقبة تغير المناخ والتنبؤ به والإنذار المبكر، ورصد الكوارث التي يتسبب فيها البشر والكوارث الطبيعية والتخفيف من آثارها.

وتستخدم المركبات الفضائية في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) بصورة روتينية الأجهزة نفسها أو أجهزة متماثلة وظيفياً لتغطية جميع أنحاء العالم. وبالتالي، فإنها توفر مجموعات بيانات تتسق في الواقع على مدى الكرة الأرضية بكاملها. وكثيراً ما تتداخل مجموعات البيانات هذه زمنياً على نحو يسمح ببناء مجموعات بيانات متجاورة تمتد لعقود من الزمن. وفي حين أن قواعد البيانات هذه لا تمتد إلى قرون أو آلاف السنين، فإنها توفر بيانات حاسمة لأولئك الذين يدرسون تغير المناخ.

والسواتل هي أفضل وسيلة لتوفير لقطة تختزل الوضع الحالي لكوكبنا من منظور واحد موحد. وإذ لا يسع مركبة فضائية واحدة مزودة بأجهزة أن تقدم صورة كاملة، لعل الأسطول الحالي من المركبات الفضائية التي تعمل بالتنسيق وتتبادل البيانات فيما بينها يعطينا أفضل تقييم متاح لنا للظروف العالمية. وتخدم هذه البيانات غرضين:

- توفير بيانات موثوقة ومتسقة (نفس أدوات الاستشعار عن بُعد) للاستعمال في وضع نماذج للمناخ؛
- توفير أساس مرجعي لقياس ورصد تغير المناخ وآثاره على كوكب الأرض.

وقد تقدمت علوم المناخ تقدماً مذهلاً بفضل عمليات الرصد الساتلي. فالمقياس الراديوي الذي حمله الساتل إكسبلورر 7 بين العامين 1959 و1961 مكّن القياس المباشر للطاقة الداخلة إلى الأرض والخارجة منها. فهذه البعثة الفضائية وما تبعها من بعثات مكنت العلماء من قياس توازن طاقة الأرض بثقة أكبر كثيراً بالمقارنة مع التقديرات السابقة غير المباشرة وأسفرت عن تحسين النماذج المناخية. وإذ تحسنت المقاييس الراديوية، حققت هذه القياسات الدقة والاستبانة المكانية والتغطية العالمية اللازمة للرصد المباشر للاضطرابات في ميزانية الطاقة العالمية للأرض المرتبطة

[23] التقرير ITU-R RS.2178، *الدور الأساسي والأهمية العالمية لاستعمال الطيف الراديوي في عمليات رصد الأرض وفي التطبيقات ذات الصلة*، أكتوبر 2010؛ http://www.itu.int/pub/R-REP-RS.2178-2010.

بالأحداث قصيرة الأمد مثل الانفجارات البركانية الكبرى أو النينيو - التذبذب الجنوبي للمناخ (ENSO). وتقيس هذه المقاييس الراديوية مباشرةً نقل النظام المناخي للحرارة من خط الاستواء إلى القطب وآثار غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي وتأثير السحب على موازنة طاقة الأرض. فقد عززت عمليات الرصد هذه فهمنا للنظام المناخي وحسنت النماذج المناخية. ومن شأن الاستعمال المنسق للأسطول الدولي من السواتل المتاحة وتبادل بياناتها أن يمكن من تقييم الوضع العالمي بشكل أفضل. وتتيح استمرارية تشغيل المحاسيس الفضائية في جميع الأوقات إنشاء قواعد بيانات بتغطية سلسة لعدة عقود.

ومن بين 50 متغيراً رئيسياً تتيح لنا تحديد الكيفية التي يتطور بها المناخ، هناك 26 فقط يمكن رصدها من الفضاء. وتمثل البيانات الساتلية ثورة حقيقية بالنسبة لفهمنا للنظام المناخي، ويرتبط المثال الأبرز على ذلك بمستويات سطح البحر. كما تتيح لنا السواتل، فضلاً عن ذلك، الفرصة للحصول على مستوى عال جداً من الدقة فيما يتعلق بالخصائص والفوارق الإقليمية.

وطبقاً لملتقى DocSciences،[24] "هناك قائمة غير حصرية للمتغيرات الجيوفيزيائية التي يمكن رصدها من الفضاء تشمل: كثافة تدفق الإشعاع الشمسي (الإجمالية والطيفية)، وميزانية إشعاع الأرض (التدفق الوارد من الشمس والتدفق الصادر من الأشعة الحمراء وغطاء السحب)، ودرجة حرارة الجو وبخار الماء والأوزون ومستويات ثاني أكسيد الكربون ومستويات الميثان والغطاء النباتي والغطاء الحراجي والغطاء الثلجي ومساحة جليد البحر ومساحة الجليد القاري ودرجة حرارة سطح البحر ولون المحيطات (مرتبط بتركيزات العوالق النباتية) والتغيرات في مستوى سطح البحر وما إلى ذلك".

وتوفر السواتل العاملة في مجال بحوث الغلاف الجوي (مثل AURA) والداعمة للأرصاد الجوية التشغيلية (مثل سلسلة MetOp الأوروبية ومجموعة السواتل ذات المدار القطبي للإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)) مجسمات يومية ثلاثية الأبعاد لدرجة حرارة الغلاف الجوي ورطوبته في جميع أنحاء العالم وكذلك البيانات المتعلقة بمكونات الغلاف الجوي الطفيفة، مثل الأوزون. وفي حين تغذي هذه البيانات نماذج التنبؤ بالأحوال الجوية، فإنها تسهم أيضاً في تحديد الحالة الراهنة للغلاف الجوي وتقدم اختباراً قصير الأجل للنماذج المناخية.

وتراقب المركبات الفضائية سمات أرضية أخرى لا علاقة لها بالمساعي المتصلة بالغلاف الجوي. فعلى سبيل المثال، يمكننا ملاحظة ما يلي:

- ترصد سطح الأرض باستمرار منذ عقود بواسطة سلسلة المركبات الفضائية Landsat (منذ عام 1973) ومجموعة المركبات الفضائية SPOT (منذ عام 1986)؛
- ترصد مجموعة المركبات الفضائية Numbus-7 وDMSP من بعدها تركيزات الجليد البحري باستمرار منذ عام 1978؛
- ترصد رياح سطح البحر من وقت إلى آخر منذ عام 1996 بواسطة السواتل ADEOS-1 وADEOS-2 وQUIKSCAT، ومؤخراً بواسطة أداة RapidSCAT على متن المحطة الفضائية الدولية (ISS)؛
- ترصد المجموعة TOPEX/Poseidon وJason ارتفاعات ودرجات حرارة سطح البحر باستمرار منذ عام 1992؛
- ترصد السواتل SMOS وAquarius وSMAP رطوبة التربة وملوحة المحيطات منذ عام 2009.

[24] DocSciences, Space Series Number 1, *Une nuée de variables climatiques*, p.13, Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Versailles, June 2007; http://www.reseau-canope.fr/docsciences/Observer-le-cli-mat.html?artpage=2-3.

وتأتي مركبات فضائية وتقنيات أخرى، مثل الرادار ذي الفتحة التركيبية (SAR) وعمليات الرصد المنفعلة بالموجات الصغرية، لتضيف إلى قدراتنا على وصف كوكبنا، لا سيما في رصد المناطق القطبية حيث يمنع ظلام الشتاء التقاط الصور الضوئية، ورصد المناطق حيث تخفي السحب المستمرة سطح الأرض (على سبيل المثال في منطقة الأمازون وإفريقيا الوسطى والدول الجزرية).

وتصف التوصية ITU-R RS.1883[25] تطبيقات أجهزة الاستشعار عن بُعد المحمولة على متن السواتل لدراسة تغير المناخ.

3.2 الأنظمة البحرية

تؤثر المحيطات، التي تغطي 71 في المائة من سطح الأرض، تأثيراً عميقاً على النظام المناخي للأرض عن طريق اعتدال وتحوير تقلب المناخ وتغيير معدل تغير المناخ على المدى الطويل. وتتيح السعة الحرارية الهائلة للمحيطات وحجمها القدرة على تخزين الحرارة 000 1 مرة أكثر من الجو. كما تعمل المحيطات كمستودع كبير لثاني أكسيد الكربون، وتخزن في الوقت الحالي كربوناً يزيد 50 مرة عن الكربون الذي يخزنه الغلاف الجوي.[26] وخمس وثمانون في المائة من الأمطار والثلوج التي تصل إلى الأرض تأتي مباشرة من المحيطات؛ وعلى العكس من ذلك تتأثر فترات الجفاف الممتدة بالأنماط العالمية في درجات حرارة المحيطات. وتؤثر التفاعلات بين المحيطات والغلاف الجوي، مثل النينيو - ظاهرة التذبذب الجنوبي للمناخ (ENSO)، على أنماط الطقس والعواصف حول العالم. ويعد ارتفاع مستوى سطح البحر وغمر المناطق الساحلية من بين أهم آثار تغير المناخ، وقد يحدث تغير مناخي مفاجئ نتيجة تغير حركة دوران المحيطات.

وبسبب الجمود الحراري العالي، فإن "ذاكرة" المحيطات تبلغ مائة سنة أو أكثر لبعض الظواهر ذات الصلة بالطقس والمناخ، في حين أن ذاكرة الغلاف الجوي العالمي تبلغ حوالي أسبوع أو أقل. وبالتالي، فإن التوقعات الجوية لأكثر من أسبوع أو اثنين تتطلب معلومات عن المحيطات، وخاصة في ظل ظروف العواصف، يمكن تحسين التنبؤات الجوية قصيرة الأجل عن طريق إدراج التفاعل بين المحيطات والغلاف الجوي. وكلما زاد النطاق الزمني، كلما زادت أهمية المحيطات. وبالتالي، فإن توقعات الظروف المناخية في المواسم والعقود القادمة، تعتمد بشكل كبير على بيانات المحيطات.

ومن السمات الرئيسية للمحيطات هي حركته المستمرة التي تعيد توزيع الحرارة والمياه العذبة التي تصل إلى المحيطات من هطول الأمطار والثلوج وذوبان الجليد. وتؤثر المحيطات والغلاف الجوي على المناخ العالمي بطرق مختلفة ولكنها تكاملية عند تبادل الحرارة والمياه العذبة. وعلى سبيل المثال، فإن التبخر، الذي يضيف بخار ماء أقل كثافة من الهواء في الغلاف الجوي، يدفع خلطاً تصاعدياً وإطلاقاً لاحقاً للطاقة في الغلاف الجوي العلوي ويُحدث تأثيراً واسعاً على الطقس والمناخ؛ وعلى العكس من ذلك، فإن هطول الأمطار، الذي يضيف المياه العذبة إلى المحيطات، يجعل طبقة سطح المحيط أقل ملوحة وأقل كثافة، مما يحد من الخلط النزولي في المحيطات. كما أن تبريد الغلاف الجوي السفلي يجعل الهواء أكثر استقراراً، ويحد الخلط التصاعدي، في حين تبريد الجزء العلوي من المحيط يجعل مياه السطح أكثر كثافة، مما يزيد الخلط النزولي. وبما أن التأثيرات النسبية لهذه الظواهر تختلف من منطقة لأخرى، من المهم ملاحظة المحيطات في مواقع عديدة. ففي المناطق الاستوائية، يؤدي ارتفاع درجة حرارة سطح المحيطات المرتبط بالنينيو إلى

---

[25] التوصية ITU-R RS.1883، *استعمال أنظمة الاستشعار عن بُعد في دراسة تغير المناخ وآثاره، فبراير 2011*؛ http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/.

[26] Christopher L. Sabine and Richard A. Feely, The oceanic sink for carbon dioxide, U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); http://www.pmel.noaa.gov/pubs/outstand/sabi2854/sabi2854.shtml

زيادة التبخر والحمل الحراري، مما يغير أنماط هطول الأمطار في المناطق البعيدة؛ وفي مناطق خطوط العرض العالية، فإن تبريد المحيطات الذي يسببه الغلاف الجوي هو المساهم الرئيسي في ظواهر عالمية مثل التيارات التقلبية الجنوبية.

ومن الصعب مراقبة المحيطات كلها، على الصعيد العالمي وعند مختلف عمقها وفقاً لجداول زمنية مناسبة. فالنهج التقليدي المتمثل في إجراء ملاحظات من السفن مكلف ومحدود بطبيعته من حيث المكان والزمان.[27] وقد أحدثت العوامات الطافية الراسية والمستقلة ثورة في قدرات أنظمة الرصد وجعلت النظام العالمي ممكناً. وتجرى ملاحظات استشعار نشطة من الفضاء لمستوى سطح البحر من خلال قياس الارتفاعات وإجهاد الرياح السطحية من خلال الاستشعار الراديوي بالموجات الدقيقة؛ جنباً إلى جنب مع استشعار آخر غير نشط للون المحيطات ودرجة حرارة سطح البحر من خلال تقنيات الأشعة تحت الحمراء والموجات الدقيقة، ولكنها تقتصر إلى حد كبير على متغيرات السطح، بحيث تكون الملاحظات في الموقع مكملاً أساسياً لها.

وتقاس بيانات درجات حرارة المحيطات العالمية تحت السطح أساساً باستعمال العوامات الراسية والطافية. وتعتبر العوامات الراسية مناسبة لقياس السلاسل الزمنية من خلال أعماق عمود الماء وموقع طول/عرض معين واحد. وتقاس معظم بيانات درجة حرارة أعماق المحيطات من جهاز عائم بحرية في المحيطات يُعرف باسم "العوامات الطافية". وهناك أكثر من 3000 عوامة طافية في المحيطات اليوم.[28] وعادة ما توضع العوامات الطافية في المحيطات في مكان معين في المحيط ثم تنزل إلى عمق محدد مسبقاً حيث تسجل سلسلة زمنية من درجات حرارة الماء وهي تتحرك مع التيارات في هذا العمق. ومن عيوب العوامات الطافية هو أن معظمها يغلق أجهزة الاستشعار بين عمق 5 أمتار والسطح لتجنب تعطلها.

وتستعمل رادارات موجات سطح المحيطات عالية التردد (HF) لقياس التيارات والأمواج (حالة البحر) في المياه الساحلية بدقة. وتوفر هذه القياسات العديد من المنافع الاجتماعية التي تشمل المساعدة في تطوير فهم أفضل لقضايا مثل التلوث الساحلي، وإدارة مصايد الأسماك، والبحث والإنقاذ، وتآكل الشواطئ، والملاحة البحرية ونقل الرواسب والكشف عن التسونامي. كما أنها تدعم عمليات الأرصاد الجوية من خلال جمع بيانات عن حالة البحر وأمواج المحيطات المهيمنة وتوفر الوعي بالمجال البحري بإتاحة الاستشعار طويل المدى لسفن السطح لتحسين سلامة وأمن الشحن البحري والموانئ، وضمان سلامة السفر البحري وتقليل وقت الاستجابة في عمليات البحث والإنقاذ البحرية.

وتوفر اللجنة الفنية المشتركة بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمعنية بعلوم المحيطات والأرصاد الجوية البحرية (JCOMM) التي تجمع الخبرات والقدرات التكنولوجية للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، آلية على الصعيد الدولي لتنسيق مراقبة الأرصاد الجوية المحيطية والبحرية وإدارة بياناتها وخدماتها. وتجمع هذه اللجنة الفنية المشتركة الخبرة والتكنولوجيات وقدرات تنمية القدرات للمجتمعات المعنية بالأرصاد الجوية وعلوم المحيطات. وأدارت اللجنة برنامج Argo للمراقبة التعاونية والدولية للمحيطات. وكل جهاز عائم في برنامج Argo مستقل ويطفو بحرية في المحيط ويجمع بيانات بطريقة رأسية، بما في ذلك درجات الحرارة حتى عمق

[27] Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, US; http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter3-supp-material.pdf.

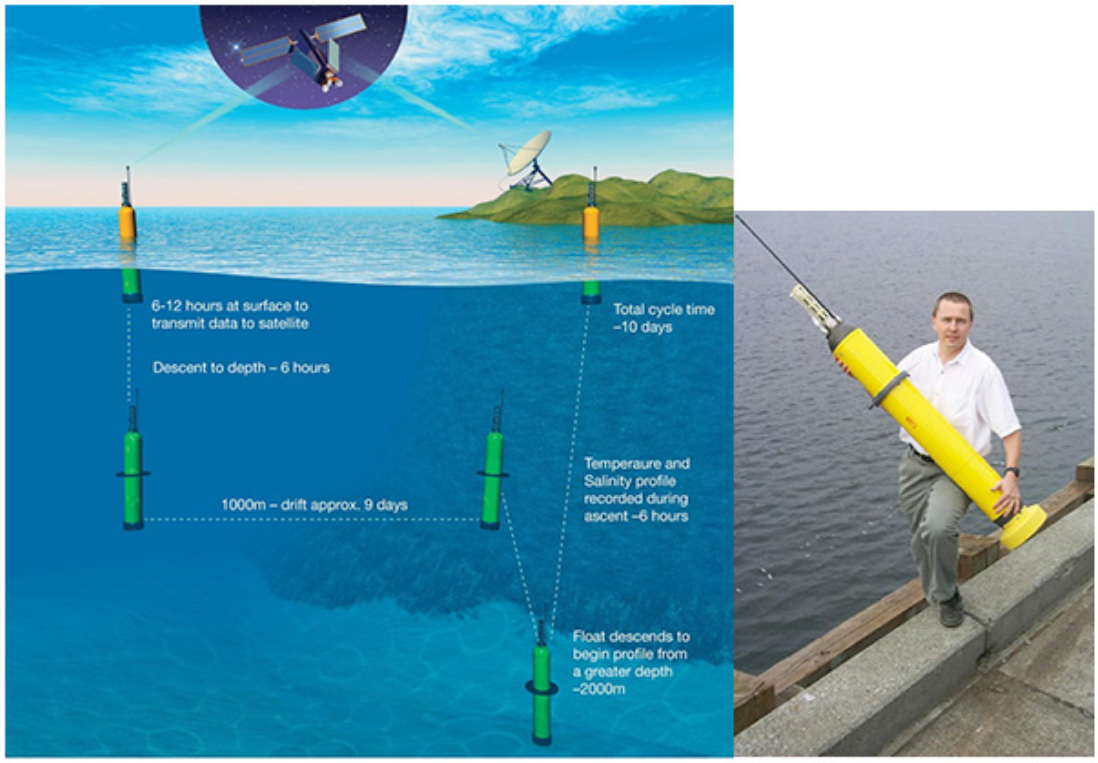
[28] Jet Propulsion Laboratory/NASA, Sea Surface Temperature, https://podaac.jpl.nasa.gov/SeaSurfaceTemperature.

قدره كيلومترين، ويطفو على السطح كل 10 أيام لإرسال البيانات. وتعمل عوامات Argo لأكثر من أربع سنوات بدون صيانة (انظر **الشكل 7**).

وإذا كانت هناك حاجة إلى قياس منطقة معينة أو خط ذي أهمية خاصة تحت الماء، قد تُستعمل الطائرات الشراعية مستقلة و/أو المركبات ذات الدفع الأمامي. وتحمل هذه المركبات أجهزة تسجيل درجات الحرارة إلى جانب أجهزة استشعار للعمق والملوحة، وساعات ونظام عالمي لتحديد الموقع. وتسمح هذه المركبات للعلماء باختيار طرق محددة لإجراء القياسات فيها.

وتتطلب التنبؤات المناخية الموسمية معلومات من مسافات تحت سطح الأرض تمتد لعشرات الأمتار عمقاً. وقد تتطلب التنبؤات المناخية العقدية معلومات من العمق الكامل للمحيطات. ويتيح استعمال الكبلات البحرية فرصة جديدة لعلماء المناخ.

الشكل 7: تشغيل عوامات Argo



وأنشأ الاتحاد الدولي للاتصالات واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية فريق مهام مشترك (JTF) في أواخر عام 2012، وتم تكليفه بوضع استراتيجية وخريطة طريق يمكن أن تؤدي إلى التمكين من توافر وحدات تكرار بحرية مزودة بأجهزة استشعار علمية لمراقبة المناخ والحد من مخاطر الكوارث (التسونامي). كما ستقوم بتحليل إمكانية تحديد وإعادة توزيع الكبلات التي خرجت من الخدمة في هذا الميدان. وأصدر فريق المهام المشترك عدة منشورات توفر مزيداً من المعلومات عن التحديات التقنية والقانونية، فضلاً عن الفرص الاجتماعية:

- الجدوى العلمية والاجتماعية لإدماج أجهزة استشعار البيئة في كبلات الاتصالات البحرية الجديدة: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-ICT-2014-03-PDF-E.pdf.

- استعمال الكبلات البحرية لمراقبة المناخ والتحذير من الكوارث: الاستراتيجية وخريطة الطريق: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000150001PDFE.pdf.
- استعمال الكبلات البحرية لمراقبة المناخ والتحذير من الكوارث: الفرص والتحديات القانونية: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000160001PDFE.pdf.
- استعمال الكبلات البحرية لمراقبة المناخ والتحذير من الكوارث: الهندسة ودراسة الجدوى: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000170001PDFE.pdf.

4.2 أنظمة الأرصاد الجوية المحمولة جواً

تطلق بالونات الطقس الخاصة بالأرصاد الجوية حول العالم مرتين يومياً وترسل باستمرار قياسات الطقس عن بُعد إلى المحطات الأرضية بواسطة شيء يعرف باسم المسبار الراديوي. ومنذ عام 1957، قامت جميع المحطات بتوحيد توقيت عمليات السبر، الساعة 00,00 والساعة 12,00 بالتوقيت العالمي المنسق، على الرغم من أن الكثير من المحطات خارج أمريكا الشمالية وأوروبا خفضت عمليات السبر إلى عملية واحدة يومياً لأسباب تتعلق بالميزانيات. والبلدان التي تطلق المسابير الراديوية العاملة أعضاء في برنامج المراقبة العالمية للطقس التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية؛ لذا، فهي تتبادل بيانات السبر فيما بينهما بحرية.

وهناك هدفان أساسيان من عمليات السبر في الهواء العلوي: تحليل ووصف أنماط الطقس السارية، وتقديم مدخلات لنماذج التنبؤ بالطقس القائمة على الحاسوب القصيرة والمتوسطة المدى. وتشمل الاستخدامات الأخرى لبيانات المسابير الراديوية دراسات المناخ وتقصي تلوث الهواء وعمليات الطيران، والتطبيقات الدفاعية. كما توفر هذه البيانات "مرجعاً" للبيانات الساتلية.

والمسابير عبارة عن وحدات إلكترونية تتألف من ثلاثة أقسام رئيسية: مجموعة من أجهزة استشعار الأرصاد الجوية المعقدة؛ وإلكترونيات لمعالجة الإشارة؛ ومرسل راديوي لنقل القياسات إلى مستقبل في محطة إطلاق المسبار الراديوي. وتجري قياسات الأرصاد الجوية على فواصل تختلف من 1 ثانية إلى 6 ثوان، حسب نوع المسبار الراديوي وجهة تصنيعه[29]. وتم تخصيص نطاقي تردد لمجتمع الأرصاد الجوية لاستعمالهما في نقل بيانات الأرصاد الجوية: 406-400 MHz و675-1 700 MHz. وتوصف التوصية ITU-R RS.1165 [30] خصائص ومعايير أداء خدمة مساعدات الأرصاد الجوية في هذين النطاقين.

والمسبار الساقط هو مسبار راديوي خاص يطلق من مركبة أبحاث جوية ويقيس الرياح والضغط ودرجة الحرارة والرطوبة أثناء هبوطه بباراشوت. والمسبار الصاروخي مشابه للمسبار الساقط باستثناء أنه يستخدم صاروخاً لحمله إلى ارتفاع النشر المطلوب، بينما يطلق المسبار ويسبح إلى الأرض باستعمال باراشوت صغير. وتصل المسبارات الصاروخية إلى ارتفاعات تتراوح بين 20 و110 km. وتوفر الصواريخ مركبات ممتازة لسبر هذا "الغلاف الجوي الأوسط" الذي يقع بين الحد الأعلى لمعظم الطائرات والمسابير ومستويات معظم سواتل المدارات المنخفضة. وهذه هي المنطقة التي توجد فيها أقصى تركيزات للأوزون الاستراتوسفيري[31].

---

[29] Dabberdt, W. F. et al., *Radiosondes*, Encyclopedia of Atmospheric Sciences, 2nd Edition, Academic Press, 4 November 2014.

[30] التوصية ITU-R RS.1165 (2006)، *الخصائص التقنية ومعايير الأداء للأنظمة العاملة في خدمة مساعدات الأرصاد الجوية في النطاقين 403 MHz و680 1 MHz*، مارس 2006؛ http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1165/.

[31] Daniel, R.R., Concepts in Space Science, University Press, May 1, 2002.

وتقوم المسابير الحديثة بقياس وحساب المتغيرات التالي:

- الارتفاع؛
- الضغط؛
- درجة الحرارة؛
- الرطوبة النسبية؛
- الرياح (السرعة والاتجاه)؛
- قراءات الأشعة الكونية على الارتفاعات العالية؛
- الموقع الجغرافي (خط العرض/خط الطول).

3 الفصل 3 - التخفيف من آثار تغير المناخ

1.3 التأثيرات الإيجابية والسلبية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات

تضمنت طبعة عام 2014 من تقرير قطاع تنمية الاتصالات بشأن تكنولوجيا المعلومات وتغير المناخ[32] النتائج التالية المنبثقة عن التقرير SMARTer2020 المعدّ في إطار مبادرة استدامة البيئة العالمية (GeSi)، وهي تثبت أن انبعاثات الكربون من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات يمكن تعويضها إلى حد كبير بفضل الوفورات المحققة نتيجة استخدام هذه التكنولوجيا في القطاعات الصناعية الأخرى:

"عندما نعلم أن قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات يكون قد أطلق في عام 2011 ما يبلغ 0,91 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون، وأن ذلك يتوقع أن يصل في عام 2020 إلى 1,27 مليار طن، فإن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات قادرة على توليد تخفيضات بما يعادل 7 مرات آثار الكربون الخاصة بها (التصنيع والبنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاستخدام)".

نُشرت منذ ذلك الحين في تقرير SMARTer2030 (2015) [33] نتائج جديدة توصلت إليها مبادرة استدامة البيئة العالمية وتُظهر هذه النتائج أن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات قادرة على أن تتيح تخفيض الانبعاثات العالمية لثاني أكسيد الكربون بنسبة 20 في المائة بحلول عام 2030، أي إبقاء مستويات الانبعاثات عند مستويات عام 2015، كما تثبت أن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات يمكنها أن تفصل بالفعل النمو الاقتصادي عن ازدياد الانبعاثات.

2.3 تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المراعية للبيئة

1.2.3 الآثار البيئية العالمية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات

تمت مراجعة توقعات التقرير SMARTer2020 الذي ارتقب وصول الأثر العالمي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى Gt 1,27 في عام 2020، ما يمثل 2,3 في المائة من الانبعاثات العالمية، فخُفضت هذه الأرقام بحيث بات من المتوقع وصول أثر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى Gt1,25 في عام 2030، أو ما يعادل 1,97 في المائة من الانبعاثات العالمية. وينتج تحسن الأثر العالمي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات عن تزايد وعي وإسهام منظمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وزيادة الاستثمارات المخصصة لتخفيض الانبعاثات الناجمة عن شركات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتحسن كفاءة الأجهزة. ويرد في الفقرة 2.2.3 مثال عن مؤشرات الأداء الرئيسية (KPI) لمنظمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الناشطة في هذه المسألة. وتعرض الفقرة 3.2.3 البحوث التي تبين كيفية تحقيق هذا التحسن.

[32] التقرير النهائي لقطاع تنمية الاتصالات - بشأن المسألة 24/2، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتغير المناخ، 01/2014؛ https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.24-2014-PDF-E.pdf.

[33] GeSI.org, *GeSI Smarter 2030 Report*, 2015, Chapter 2.2 Environment – Decreasing emissions and resource consumption whilst allowing for growth; http://smarter2030.gesi.org/downloads/Chapter_Environment.pdf.

2.2.3 مؤشرات الأداء الرئيسية لمنظمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

تصدر اليوم منظمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات سنوياً تقارير عن الاستدامة، تحدد فيها أهداف أداء بيئية لعملياتها في شكل مؤشرات أداء رئيسية، وتقيّم مدى تحقيق هذه الأهداف السنة تلو الأخرى. ويرد في **الجدول 1** مثال نموذجي عن تقييم الأداء البيئي هذا.[34]

وبالنسبة للجهات المصنعة، فإن إمكانية إحداث الفرق الأكبر لا توجد على صعيد عملياتها، وإنما على صعيد عناصر الشبكات التي توفرها لزبائنها. ويعرض **الجدول 2**،[35] المستمد من المصدر نفسه المحدد أعلاه، التقدم النموذجي في استدامة عناصر الشبكات.

3.2.3 خفض استهلاك الطاقة في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

تزداد حركة الإنترنت باطراد نتيجة لزيادة الاستخدام الواسع للهواتف الذكية والأجهزة اللوحية من جهة ونتيجة للزيادة غير المسبوقة في عدد التطبيقات المتاحة على المطاريف التي أصبحت أكثر تنوعاً وقدرة على التنقل إلى حد كبير من جهة أخرى. والتقرير ITU-R M.2370 [36] يظهر، استناداً إلى معلومات من شركة Nokia أنه بحلول عام 2017، ستزيد حركة الاتصالات المتنقلة بمقدار 85 ضعفاً عنها في 2010. وعلاوةً على ذلك، يتوقع أن يزيد عدد مستعملي الويب من 2,3 مليار في 2010 إلى 3,6 مليار في 2017، بينما يتوقع أن تتعامل شبكات الاتصالات العالمية مع أكثر من 5 000 مليار غيغابايت. وسيؤدي الاستعمال الواسع للخدمات والتطبيقات السحابية (مثل خدمات التخزين والبرمجيات عن بُعد) إلى إحداث زيادة كبيرة في حركة بيانات الإنترنت. وكل هذه العوامل تتطلب المزيد من الموارد سواء بالنسبة إلى الشبكات (النفاذ والأساسية والنقل) أو بالنسبة إلى مراكز البيانات. ويجب على الأطراف الفاعلة في عالم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وضع استهلاك طاقة الإنترنت تحت السيطرة في السنوات المقبلة إذا ما تحتم الحفاظ عليها مستدامة اقتصادياً وبيئياً.

وتناقش Revue de l'Electricité et de l'Electronique [37] مسارين حديثين للبحوث يظهران أن بإمكان شبكات الاتصالات أن تبقى مستدامة برغم الزيادة الضخمة في الحركة والتطبيقات المتوقعة في السنوات المقبلة إذا ما طبقت استراتيجيات سليمة لتطوير معماريات الشبكات ومكوناتها

---

[34] People & Planet Report 2015, Nokia: http://company.nokia.com/sites/default/files/download/nokia_people_and_planet_report_2015.pdf.

[35] المرجع نفسه.

[36] التقرير ITU-R M.2370، تقديرات حركة الاتصالات المتنقلة الدولية في السنوات من 2020 إلى 2030، الشكل 12.

[37] Richard, Philippe, Comprendre les défis énergétiques des technologies de l'information et de la communication, La Revue de l'Electricité et de l'Electronique, N°4, 2015.

الجدول 1: مثال لجهة مصنعة تتعقب الأداء البيئي لعملياتها

الهدف المتوخى لعام 2015	التقدم المحرز في عام 2015	الوضع
نرمي إلى الحد من استهلاك الكهرباء في مصانعنا بنسبة 2% لكل وحدة منتَجة، مقارنةً بعام 2014.	انخفض بشكل عام حجم استهلاك الكهرباء في مصانعنا ولكننا لم نتمكن من بلوغ نسبة الانخفاض المستهدفة للوحدة الواحدة المنتَجة.	لم يتحقق ☹
نرمي إلى مواصلة خفض مجموع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن مرافقنا (النطاقان 1 و2) مقارنةً بعام 2014.	تدنى حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن مكاتبنا ومصانعنا بنسبة 12% تقريباً، بما في ذلك شراؤنا لمصادر الطاقة الكهربائية المتجددة.*	تحقق ☺
نرمي إلى الحفاظ على نسبة 50% تقريباً لمصادر الطاقة الكهربائية المتجددة على الصعيد العالمي، وفقاً لمدى توافرها في البلدان التي ننشط فيها.	زادت نسبة الكهرباء الناتجة عن مصادر معتمدة للطاقة المتجددة لتصل إلى 51%.	تحقق ☺
نرمي إلى مواصلة تطوير مجموعة سياراتنا ذات الانبعاثات المتدنية وإلى إبقاء حجم الانبعاثات الناتجة عنها تحت متوسط السوق.	شجعنا موظفينا على اختيار سيارات يقل استهلاكها لثاني أكسيد الكربون للكيلومتر الواحد عن متوسط السوق، واستحدثنا محطات لتعبئة بطاريات السيارات الإلكترونية في بعض مكاتبنا الكبرى. وبدأنا نتعقب استهلاك الوقود والانبعاثات فيما يخص السيارات المخصصة لخدماتنا بوجه عام بهدف تحسين الشفافية وتمكيننا من إعداد سياسات عامة خاصة بسيارات شركتنا. وقد أنتجت السيارات المخصصة لخدماتنا بوجه عام 1,200 طن متري من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.	قيد التحقيق ☺
نرمي إلى خفض حجم النفايات الناتجة عن عملياتنا، وتعزيز إعادة التدوير من خلال تحسين مرافق التجميع والفرز، وتشجيع موظفينا على إعادة تدوير المزيد من المواد.	انخفض إنتاجنا للنفايات بنسبة 31% مقارنةً بعام 2014، ولكننا لم نستخدم النفايات بنفس الكفاءة مقارنةً بعام 2014. وقد تدنت نسبة استخدامنا للنفايات من 95% إلى 92%.	تحقق جزئياً 😐
نرمي إلى تقليل حجم المياه المستخدمة في عملياتنا.	قلّ استخدامنا للمياه بنسبة 28% مقارنةً بعام 2014.	تحقق ☺

* بموجب بروتوكول غازات الاحتباس الحراري: النطاقان 1 و2 الناجمان عن المرافق والقائمان على السوق

الجدول 2: مثال لجهة مصنعة تتعقب كيفية مساعدتها للمشغلين على مواكبة النمو في حركة البيانات المتنقلة على نحو مستدام

الهدف المتوخى لعام 2015	التقدم المحرز في عام 2015	الوضع
نرمي إلى تحسين كفاءة منتجاتنا من حيث استهلاك الطاقة بنسبة 15% في كل منتوج رئيسي يتم إطلاقه.	أطلقنا منتوجاً جديداً يوفر موقع محطة قاعدة تنعدم فيها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ويشمل ما يزيد عن 20 سلعة وخدمة لمحفظتنا المتقدمة الوحيدة لشبكة النفاذ الراديوي (RAN). وتتيح هذه الخاصية خفض استهلاك موقع محطة القاعدة للطاقة بنسبة قد تصل إلى 70%.	قيد التحقيق، وجرى تخطيه جزئياً ☺
نرمي إلى العمل مع زبائننا لمساعدتهم على الحدّ من استهلاك شبكات الاتصالات الخاصة بهم للطاقة، بفضل الحلول الابتكارية التي تطرحها منتجاتنا.	لدينا ما يربو على 50 حالة تمت فيها مساعدة زبائننا على التخفيف من استهلاك الطاقة ومن الانبعاثات على صعيد شبكاتهم. وفي المتوسط، قلّ اليوم استهلاك الشبكات الراديوية التي قمنا بتحديثها في عام 2015 للطاقة بنسبة 45%. وأظهرت تجربة أجريت على شبكة حية قبل الإطلاق أن وحدة iSON لإدارة استهلاك الطاقة بكفاءة قد ساعدت على تخفيض استهلاك الطاقة في الشبكة الراديوية في تكنولوجيا التطور الطويل الأجل بنسبة 40%.	قيد التحقيق ☺
نرمي إلى اعتماد طريقة لقياس كفاءة المنتج في استهلاك الطاقة، وفقاً لمعيار المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI).	يتم اليوم اختبار منتجات محطتنا القاعدية بالاعتماد على معيار المعهد لاختبار استهلاك الطاقة. وأقمنا أيضاً اختبارات على نحو 95% من المنتجات التي لم تعد تصنَّع كثيراً في حين أن زبائننا ما زالوا يستخدمونها.	جرى تخطيه وإنجازه ☺

ويشمل المسار الأول تطبيقاً لتبادل المعارف يسمى المحلل العالمي بأسلوب "ماذا-لو" لاستهلاك طاقة الشبكة (G.W.A.T.T) متاح عبر الإنترنت (www.gwatt.net). وهذه الأداة التفاعلية التي طورتها مختبرات Bell Labs، توفر مشهداً ميكروسكوبياً من طرف إلى طرف ووسيلة بسيطة لتحديد الاستهلاك الحالي من طاقة شبكة الاتصالات وتطوره خلال السنوات المقبلة، إضافةً إلى الأثر الإيجابي (أو السلبي) للاختيارات الخاصة بالمعمارية والتكنولوجيا. وتواصل مختبرات Bell Labs تطوير هذه الأداة بدمج أحدث بيانات التنبؤ بتطور الحركة والتكنولوجيات المتاحة مؤخراً. وبالتالي، فهي تمثل أداة متطورة للتقدير الكمي للكسب الذي يمكن تحقيقه من أي ابتكار جديد وقياسه إزاء علامة مرجعية.

ويتمثل المسار الثاني للبحوث في اتحاد "GreenTouch" الذي أُنشئ في 2010 والذي قدم في نهاية ولايته في 18 يونيو 2015 نتائج تظهر أن بالإمكان تحسين كفاءة استهلاك طاقة الشبكة بمعامل يساوي الألف بحلول عام 2020. والدراسات التي تتجمع في موضوع[38] بعنوان "المقياس المراعي للبيئة" تثبت الجدوى من خلال توليفات من التكنولوجيات ومعماريات الشبكات ومكوناتها الجديدة والخوارزميات والبروتوكولات الخاصة بتحقيق خفض كبير في استهلاك الطاقة في شبكات النفاذ الثابتة والمتنقلة والشبكات الأساسية إزاء العلامة المرجعية لعام 2010. وبتحديد أكبر، تخلص الأبحاث إلى أن النتائج التالية يمكن أن تتحقق بشبكة نظرية تهمل قيود التنفيذ العملي:

- تحسين كفاءة شبكات النفاذ الراديوية المتنقلة بمعامل يساوي 10 000؛
- تحسين كفاءة شبكات النفاذ الثابتة البصرية بمعامل يساوي 254؛
- تحسين كفاءة الشبكات الأساسية بمعامل يساوي 316.

وجدير بالذكر أن الأرقام أعلاه تأخذ في الاعتبار أيضاً تحسين "العمل المعتاد" في كفاءة تكنولوجيات الشبكات (مقاسة بالجول ممتدة عبر كل بتة مرسلة) الناتجة بوجه خاص عن قانون مور. وبالطبع لا تنطوي هذه التحسينات في كفاءة استهلاك الطاقة على خفض متناسب في استهلاك الطاقة في خدمات الاتصالات القائمة. ولتحديد هذا الاستهلاك، يجب أن يراعى أيضاً نمو الحركة وأبعاد الشبكة والحمل الفعلي للشبكة والاستثمارات في التكنولوجيات الجديدة.

وتثبت هذه النتائج أن بالإمكان ليس فقط الإدارة المستدامة للنمو الكبير جداً في استعمال الاتصالات في السنوات المقبلة، ولكن أيضاً ضمان ألا تزيد التأثيرات البيئية لطاقة شبكات الغد عن شبكات اليوم من خلال الاستثمار المتميز في أعمال البحث والتطوير ونشر الشبكات. ومن شأن ذلك أن يجعل من تكنولوجيا المعلومات أحد الميادين النادرة التي يمكن أن تشهد نمواً بالغ الشدة في النشاط بدون زيادة تأثيراتها البيئية، مع الإسهام في نفس الوقت بشكل كبير في خفض هذه التأثيرات في الصناعات الأخرى.[39] وفي كل هذه الأمور، توفر برمجية G.W.A.T.T. تطوراً سريعاً لجدوى الحلول المقترحة.

3.3 تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

يلخّص **الشكل 8**، المستمد من تقرير SMARTer2030، المنافع الإجمالية المقدّرة التي ستجنى من تمكين القطاعات الاقتصادية بفضل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، عارضاً تطوّر هذه المنافع من التقرير الأول SMART2020 المنشور في عام 2008 حتى التقرير الأخير SMARTer2030.

[38] GreenTouch, "GreenMeter White Paper", 2015. https://s3-us-west-2.amazonaws.com/belllabs-microsite-green-touch/uploads/documents/White%20Paper%20on%20Green%20Meter%20Final%20Results%20August%202015%20Revision%20-%20vFINAL.pdf.

[39] http://www.GeSI.org, *GeSI Smarter 2030 Report*, 2015; http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf.

الشكل 8: تطوّر المنافع المقدرة من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على القطاعات الاقتصادية

عامل منافع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في عامي 2020 و2030 ($GtCO_{2e}$)

المصدر: معهد الموارد العالمية (WRI)، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، ومبادرة استدامة البيئة العالمية (GeSI)، وتقرير SMARTer2020، ومؤسسة Accenture analysis and CO2 models.

1.3.3 القطاعات الصناعية المعنية

يعتمد انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 12 جيغا طن عالمياً بحلول عام 2030 على مساهمة ثمانية قطاعات اقتصادية في التخفيف من الانبعاثات العالمية وهي: التنقل واللوجستية، والصناعة، والأغذية، والبناء، والطاقة، والعمل والأعمال التجارية، والصحة، والتعلم. ويُبيّن **الشكل 9**، المستمد أيضاً من التقرير SMARTer2030، الانخفاض المحتمل حدوثه في كل قطاع.

الشكل 9: الانخفاض المحتمل في كل قطاع اقتصادي

الوفورات المحتملة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل قطاع ($GtCO_{2e}$)

إن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لديها الإمكانية لإبقاء مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عالمياً عند مستويات عام 2015، فاصلة بذلك النمو الاقتصادي عن تزايد الانبعاثات.

1 تأخذ حلول التنقل الذكي بعين الاعتبار تحسين كفاءة السياقة وكذلك تدني الحاجة إلى السفر من شتى القطاعات بما فيها الصحة والتعلم والتجارة وغيرها.

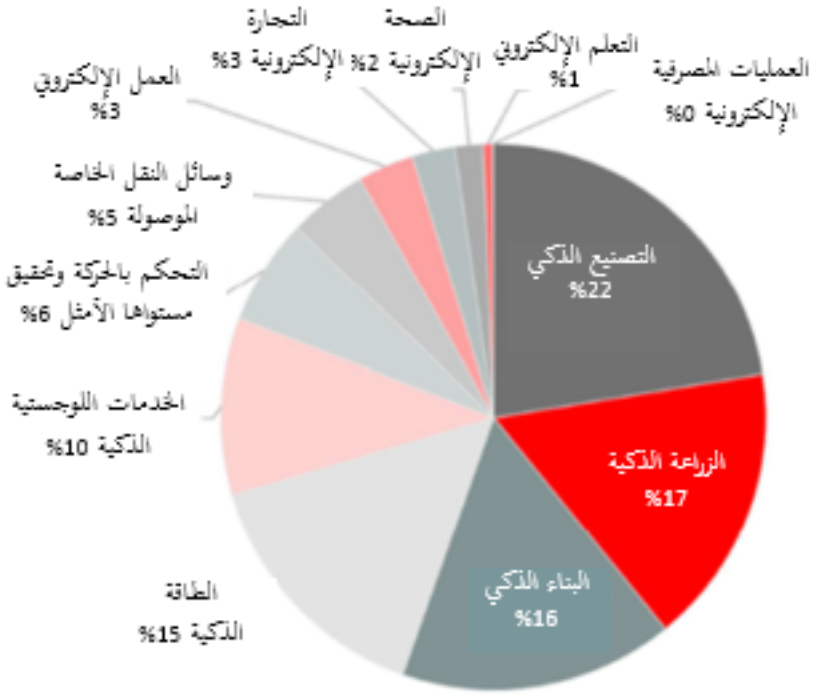
2 يشمل انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 12 جيغا طن بحلول عام 2030 بفضل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ما يساوي 2 جيغا طن من الوفورات المحققة بفضل إدراج إنتاج الطاقة المتجددة في الجدول. وتقوم الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، في إطار أدائها عملها المتعلق بتوقع الانبعاثات المعتادة في عام 2030، بمراعاة الوفورات المحتمل تحقيقها في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بفضل الطاقة المتجددة. وبالتالي، فإن الانخفاض الإضافي المحقق في هذه الانبعاثات بفضل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات يصل، مقارنةً بتوقعات الهيئة فيما يخص الانبعاثات في عام 2030، إلى 10 جيغا طن.

المصدر: معهد الموارد العالمية (WRI)، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، والبنك الدولي، ومبادرة استدامة البيئة العالمية (GeSI)، ومؤسسة Accenture analysis and CO2 models.

2.3.3 تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل تحسين الاستدامة

إن انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 12 جيغا طن بحلول عام 2030، على نحو ما هو متوقع في نتائج تقرير SMARTer2030، ناتج عن تحليل أثر إتاحة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فيما يخص اثنتي عشرة حالة استعمال خاصة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. ويبين **الشكل 10** الإمكانيات التي تنطوي عليها كل حالة من حالات الاستعمال الاثنتي عشرة هذه.

الشكل 10: اثنتا عشرة حالة استعمال خاصة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات



المصدر: معهد الموارد العالمية (WRI)، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، ومبادرة استدامة البيئة العالمية (GeSI)، والتقرير SMARTer2020، ومؤسسة Accenture analysis and CO2 models.

3.3.3 حالة المدن الذكية

ثبت الآن بوضوح أن كوكب الأرض يشهد اضطرابات مناخية يعود سببها بشكل جزئي إلى النشاط البشري. ويشمل هذا النشاط الصناعة والإسكان وأساليب العيش التي تتطلب استهلاكاً عالياً للطاقة وتنتج انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتبدد الموارد الطبيعية. ويلاحظ أيضاً أن نسبة متزايدة من سكان العالم يعيشون حالياً في المناطق الحضرية أو سيعيشون في هذه المناطق في المستقبل. ويعني ذلك أنه يتعين على المدن مواجهة التحديات البيئية والتنظيمية، وكذلك التحديات المجتمعية. وإن تطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مجالات تشمل أجهزة الاستشعار والأشياء والشبكات الموصولة الأخرى، وتخزين البيانات المجمعة بكميات متزايدة ومعالجتها، وكذلك انتشار المطاريف المتنقلة القوية، يعطي لمحة عن نموذج حضري ستكون فيه جميع البنى التحتية والأشخاص وبالتالي جميع الأشياء في الحياة اليومية، موصولة وقادرة على توليد بيانات ومعالجتها.

ويمكن، في سياق المدينة الموصلة (الفائقة التوصيل)، تصوّر خدمات رقمية مبتكرة تقوم على خمس دعائم تكنولوجية هي جمع البيانات التي تم توليدها وإرسالها ومعالجتها وضمان أمنها واستغلالها. وستمكن هذه الخدمات من إدارة المدينة والبنى التحتية التابعة لها (الاتصالات والنقل والتنقل والمياه والتخلص من النفايات والطاقة وغيرها) على النحو الأمثل. وقد يستدعي ذلك تنظيم الموارد بشكل دينامي. وتعدّ شبكات الكهرباء الذكية ("الشبكات الذكية")

للحفاظ على توازن بين المصادر المختلفة لإنتاج الطاقة، سواء أكانت مركزية أو محلية، ومستهلكي الكهرباء. ويمكّن هذا التطور لشبكة الكهرباء من دمج مصادر الطاقة المتجددة، بفضل تحسين إدارة الطلب بوجه خاص أثناء ساعات الذروة. وتساعد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أيضاً على خفض استهلاك المساكن للطاقة (باستخدام الأتمتة المنزلية وأجهزة الاستشعار وغيرها)، وتمكين المستهلكين من خلال نفاذهم إلى أدوات تسمح بمراقبة استهلاكهم الخاص أو إنتاجهم الخاص الذي قد يعيدون توزيعه إذا اختاروا ذلك. ويمكن إيراد أمثلة أخرى عن هذا الاستعمال الأمثل في مجال إدارة الموارد المائية وإعادة تدوير النفايات. وتستهدف هذه النظم الحفاظ على أحد الموارد ومراقبة النوعية وضمان راحة المستخدم، سواء اتخذت شكل المقاييس الفردية لتحليل استهلاك المياه أو الغاز أو الكهرباء، أو أجهزة الاستشعار التي توفر المعلومات بشأن التسربات أو النوعية أو معدلات التدفق التي تسجلها. وبالمثل، تمكن أجهزة استشعار التدفق الحجمي المركّبة داخل حاويات النفايات المصنفة بعض المدن من توقع معدلات الامتلاء، وبالتالي من تحقيق المستوى الأمثل لجمع النفايات (التواتر وعدد الشاحنات وحجمها وما إلى ذلك).

ولا يجب أن يدفعنا هذا النهج الذي يركز على التكنولوجيا إلى إغفال أن أحد الأهداف التي يرمي إليها هذا التطور هو وضع المواطن في صميم الشواغل، وليس فقط كمتفرج خامل للسياسة الحضرية التي تم اعتمادها على مستوى رفيع، إنما بصفته طرف فاعل للتغيير. وتسمح الفرص التي تتيحها تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للمواطنين، والتي ترتبط بسياسات العمل التطوعي، بالمشاركة النشطة في تبادل المعلومات بشكل تعاوني (أو جماعي) من خلال المنصات التشاركية على الإنترنت أو بواسطة التطبيقات المتنقلة (الإنتاج التشاركي أو "الاستقطاب الجماهيري"). ويمكن أن يكون الابتكار أيضاً على صعيد السياسات. فقد خصصت بعض المدن، من قبيل باريس وغرونوبل، ميزانية استثمارية من أجل تنفيذ مشاريع اقترحها واعتمدها المواطنون أنفسهم. وخلال الجولة الأولى، قدم سكان باريس أكثر من 5 000 مقترح مشروع بقيمة 75 مليون يورو في الإجمال أي 5 في المائة من الميزانية الاستثمارية للمدينة. ومن المثير للاهتمام أن نلاحظ أن نوعية الحياة والأمن في بيئة مريحة عاملان يتصدران قائمة الشواغل التي أعرب عنها المواطنون.

ويطمح الجمهور إلى حياة حضرية ذات نوعية أفضل. ويشمل ذلك أبعاداً متعددة، بما فيها عوامل من قبيل الإجهاد وجوانب سلبية مختلفة للحياة الحضرية، سواءً أكانت ملموسة (الحركة على الطرق والازدحام الذي تشهده وسائل النقل العام والتلوّث الضجيجي ونوعية الهواء) أو غير ملموسة (التعرض للإشعاع الكهرمغنطيسي)، والنفاذ الأفضل إلى الخدمات (الإدارة والنقل)، وبيئة طبيعية بشكل أكبر وظروف حضرية مؤاتية لتحقيق الرفاه وأمن الممتلكات والأشخاص وما إلى ذلك.

وتعني هذه التوصيلية الفائقة التي يتسم بها الآلات والمواطنون، والتركيز الجغرافي للخدمات التقنية، أنه يتعيّن تخزين كميات كبيرة من البيانات ذات المراجع الجغرافية أو غيرها، الحساسة للوقت أو غير الحساسة له، والتي تم جمعها من المصادر العامة (المجتمعات المحلية والسلطات) والمصادر الخاصة (الشركات أو المواطنون)، أو البيانات "المجانية" ببساطة ("البيانات المفتوحة") وتصنيفها ومعالجتها وضمان أمنها واستعمالها وتتبعها. وتعتبر خطة إدارة البيانات لجميع هذه البيانات (البنية التحتية والعمليات) ذا أهمية حاسمة لضمان استخدامها على النحو الأمثل، مما يؤدي إلى اتخاذ قرارات فعّالة وفوائد أكبر. فكل مدينة فريدة من نوعها ولها تاريخها الخاص وأهدافها الخاصة فيما يتعلق بالرفاه. وهذه هي النقطة الرئيسية حيث يمكننا الاستفادة من مساهمة التكنولوجيا الرقمية بدون تغيير خصائص المدينة.

وفيما يتعلق بالشركات الرقمية، تظهر حالياً فرص جديدة لتصميم حلول ستضاعف قدرة شبكات الاتصالات الراديوية بعامل 100 أو حتى 1 000 من أجل وصل عشرات مليارات الأشياء، مع خفض استهلاك الكهرباء عشر مرات في الوقت نفسه. ومع زيادة الطلب على موارد الطيف باستمرار من أجل تلبية الطلب المتزايد على الاتصالات المتنقلة والعالية السرعة، ستؤدي الإدارة الابتكارية للطيف دوراً حاسماً في ضمان استخدام الشبكات المختلفة على

النحو الأمثل لتلبية متطلبات مختلفة في مجال الاتصالات. انظر التقرير النهائي فيما يخص [القرار 9 بشأن الدراسات المتعلقة بإدارة الطيف].

وينبغي أن تركز بروتوكولات الاتصالات على الحلول الرامية إلى تحقيق توازن بين القدرة المشعة للمعدات والطاقة المستهلكة واستهلاك الطيف، ومستويات التعرض للإشعاع الكهرمغنطيسي بالنسبة لبعض البلدان. وعلى سبيل المثال، سعى المشروع البحثي الأوروبي Lexnet (http://lexnet-project.eu/) إلى إيجاد حلول هندسية يمكنها تحقيق النمو الأمثل لسعة الشبكات من خلال إضافة الخلايا الصغيرة والحد في الوقت نفسه من مستويات الانبعاثات ومتوسط تعرض الأشخاص للإشعاع الكهرمغنطيسي.

ويشكل التعاون (فيما بين القادة المنتخبين والأخصائيين التقنيين والمواطنين) في تصميم مدينة مستدامة، إلى جانب تصميم مدينة موصولة، التحدي الرئيسي الثاني إذا كنا نطمح إلى النجاح في تحويل المدينة إلى مدينة "ذكية". وعلى سبيل المثال، فإن مبادرة VIVAPOLIS هي مبادرة حكومية فرنسية لإشراك الصناعات النشطة للغاية في الجهود التي تبذلها لبناء مدن مستدامة. ونتيجةً لذلك، تم تنفيذ مبادرتين مبتكرتين مؤخراً. وتم الجمع بين مئات الشركات الفرنسية في إطار مجموعتين للعمل على تنفيذ مشروعين يتعلقان بتطوير مدن ذات خصائص وقيود مختلفة. وركز المشروع الأول على مدينة أستانا، وهي مدينة جديدة تعيّن عليها التعايش مع التقلبات المتطرفة للمناخ القاري. ودرس المشروع الثاني مدينة سانتياغو في شيلي، وهي مدينة تواجه مشاكل جسيمة تتعلق بالتنقل والتلوث. وأدت هذه المبادرة المحلية الفائقة الابتكار إلى إنشاء جهازي محاكاة ثلاثية الأبعاد للمدينتين المستدامتين. وعلى سبيل المثال، سمح مشروع سانتياغو[40] بإضفاء شكل موضوعي على الرؤى المتعلقة بالسياسة، مع استعمال مئات المؤشرات أو ما يعادلها، مقسمة إلى 11 فئة رئيسية تخص المدينة المستدامة. وتم عرض مشروعان حضريان لمحاكاة الأثر الإيجابي الناجم عن تطبيق 200 حل تقني على إدارة المدينة، استناداً إلى تحليل وضع المدينة وبالتعاون مع جميع الخدمات المتاحة فيها والمسؤولين المنتخبين.

وتعمل لجنة الدراسات 20 لقطاع تقييس الاتصالات، المنشأة في عام 2015، على تناول متطلبات تقييس تكنولوجيات إنترنت الأشياء (IoT) بتركيز أولي على تطبيقات إنترنت الأشياء في المدن والمجتمعات الذكية.

[40] انظر
.http://www.siradel.com/fr/santiago-des3ado-siradel-et-ses-partenaires-presentent-le-simulateur-de-ville-durable

4 الفصل 4 - التكيف مع تغير المناخ

1.4 تكيف معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

إن المعلومات الواردة في هذه الفقرة مستمدة من تقرير الاتحاد الدولي للاتصالات لعام 2014 المعنون "دروب الصمود: تكييف قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع تغير المناخ"[41] وحدد هذا التقرير الآثار الرئيسية لتغير المناخ على قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ويقترح تدابير التكييف التالية:

- الحرص على وفرة الشبكات الأساسية لغالبية بل جميع مناطق الخدمات، وعلى صمودها في وجه الأحداث المناخية المتطرفة أياً كان نوعها؛ وتوفير قدرة احتياطية يمكن الاعتماد عليها وتحتوي على قدر كاف من الوقود في حال انقطاع شبكة الكهرباء لفترة طويلة؛
- فصل البنية التحتية للاتصالات عن البنية التحتية لشبكة الكهرباء بأكبر قدر ممكن، وتعزيز صلابة هاتين البنيتين ووفرتهما وقدرتهما على الصمود؛
- التقليل من آثار انقطاع التيار الكهربائي على خدمات الاتصالات إلى أدنى حد ممكن من خلال توفير قدرة احتياطية في الأبراج الخلوية، مثل مولدات ومجموعة بطاريات تغذى بالطاقة الشمسية، و"خلايا متنقلة" يمكن أن تحل محل الأبراج المعطلة. وزيادة سعة تخزين الوقود اللازم لتشغيل المولدات الاحتياطية لفترات مطولة؛
- الوقاية من حالات التعطيل بتقليم الأشجار الواقعة قرب خطوط الكهرباء والاتصالات، والحفاظ على مخزون احتياطي من الأعمدة والأسلاك للتمكن من استبدال الأعمدة والأسلاك المتلفة بسرعة، وتشكيل فريق للتصليح العاجل مستعد للتدخل على الأرض قبل اندلاع العاصفة؛
- طمر كبلات الاتصالات عندما يكون ذلك ممكناً من الناحيتين التقنية والاقتصادية، مع الحرص على حمايتها بصورة مناسبة من تسرب المياه إليها؛
- الاستعاضة عن أجزاء الشبكة السلكية الأكثر تأثراً بالظروف المناخية (مثل كبلات التفريع الخاصة بالزبائن) بحلول لاسلكية تستهلك القليل من الطاقة؛
- تغيير مكان المكاتب المركزية التي تحوي البنية التحتية للاتصالات، وهي بنية تحتية مهمة للغاية في المطاريف البعيدة، والأبراج الخلوية، وغيرهما، وإزالة مرافق الطاقة التي قد تصبح سهولاً فيضية في المستقبل، بما في ذلك في المناطق الساحلية التي تواجه أكثر فأكثر خطر ارتفاع مستوى سطح البحر مقترناً بعرام العواصف على السواحل؛
- مواصلة تطوير خيارات الشحن الاحتياطي للهواتف الخلوية على مستوى الزبون، مثل أجهزة الشحن التي يمكن توصيلها بالسيارات، واستحداث سطح بيني موحد للشحن يتيح إعادة شحن أي هاتف بأي جهاز شحن؛
- تقييم واستحداث وتعميم تكنولوجيات الاتصالات البديلة إذا كانت تعد بتعزيز الوفرة و/أو الموثوقية، بما في ذلك بصريات الفضاء الحر (التي ترسل البيانات بالضوء بدل التوصيلات المادية)، واتصالات خطوط الطاقة (التي ترسل البيانات عبر خطوط الطاقة الكهربائية)، والهواتف الساتلية، ومذاييع الهواة المحمولة يدوياً؛

41 http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/Documents/Publications/Resilient_Pathways-E.PDF.

- إعادة تقييم معايير أداء الدوائر الصناعية بالاقتران مع وضع قواعد تنظيمية مناسبة وأكثر اتساقاً في جميع أنواع خدمات الاتصالات، وإنفاذ القواعد التنظيمية بصورة متسقة، بما في ذلك الإبلاغ الإلزامي بدل الإبلاغ شبه الطوعي عن أي انقطاع إلى الوكالات التنظيمية؛
- توفير خدمات النطاق العريض العالي السرعة والخدمات اللاسلكية في المناطق الريفية ذات الكثافة المتدنية لتعزيز الوفرة والتنوع في المناطق النائية المعرضة؛
- إجراء تقييم شامل لقدرة قطاع الاتصالات بكامله على الصمود اليوم في وجه المخاطر المناخية المحدقة المتسمة بالتعقيد. وتوسيع نطاق هذا التقييم ليشمل التوقعات المناخية المستقبلية والتطورات التكنولوجية المحتملة في قطاع الاتصالات. وهذا يشمل تقييم الترابط بين مواطن الضعف النسبية في قطاعي الاتصالات والطاقة. وتوفير الخيارات والحوافز لفصلهما عن بعضهما مع تحسين قدرة كل منهما على الصمود؛
- اتخاذ التدابير اللازمة لتحسين السلامة العامة واستمرار خدمات الاتصالات خلال الأحداث المتطرفة.

ويرد أيضاً مزيد من المعلومات التفصيلية في التوصية ITU-T L.1502 (11/2015) المعنونة *تكييف البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع آثار تغير المناخ*.[42]

وتورد الفقرات التالية تجارب أجريت في اليابان وإفريقيا للتكيف مع آثار تغير المناخ.

1.1.4 تجربة مؤسسة KDDI في اليابان

ينبغي بذل المزيد من الجهود لخفض استهلاك الطاقة الكهربائية في الأنظمة والمرافق المستخدمة في توفير خدمات الاتصالات والحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كشركة من شركات توفير الاتصالات العامة. وتشكل المحطات القاعدة المتنقلة ("المحطات القاعدة") نحو 60 في المائة من إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية لمؤسسة KDDI، ويمثل خفض استهلاك الطاقة في المحطات القاعدة أحد الجوانب الرئيسية في خفض استعمال الطاقة. ودأبت مؤسسة KDDI على الحد من استهلاك الطاقة من خلال الكثير من التدابير مثل تقليل أبعاد المحطات القاعدة وإدخال معدات لهذه المحطات بدون مبردات. وتم تركيب محطات قاعدة جديدة بتكنولوجيا مشمولة ببراءة لتحقيق وفورات في الطاقة من الجيل التالي. ويتوقع أن تحقق المحطات القاعدة الجديدة هذه وفورات في الطاقة وتخفيضات في ثاني أكسيد الكربون بنسبة من 20 إلى 30 في المائة مقارنةً بالمحطات ذاتها بدون التكنولوجيا الجديدة.

ومن المهم أيضاً التأهب للكوارث. فإثر زلزال شرق اليابان العظيم في 2011، فإن البنية التحتية للاتصالات، بما في ذلك المحطات القاعدة المتنقلة (000 14 محطة قاعدة تقريباً) تضررت بشدة في المنطقة الساحلية وفقدت قدرات الاتصالات تقريباً بشكل كامل لعدة أسابيع أثناء المرحلة الأولى. وبالإضافة إلى ذلك، حدثت خسارة كبيرة في الخدمة بسبب انقطاع الطاقة، بما في ذلك البطاريات. ويتوقع أن تبقي هذه التكنولوجيا الجديدة المحطات المتنقلة عاملة لمدة أطول.

1.1.1.4تكنولوجيا التحكم في الطاقة الكهربائية

تحقق هذه التكنولوجيا الجديدة الكفاءة القصوى بالتحكم في ثلاثة مصادر للطاقة للمحطات القاعدة: (1) الطاقة المولدة من الألواح الشمسية، و(2) الطاقة المقدمة من البطاريات التي يتم شحنها من مصدر للطاقة التجارية ليلاً، و(3) الطاقة المقدمة من مصادر تجارية. وفي ظل الطقس الملائم، توفر الألواح الشمسية الطاقة الكافية للمعدات

[42] التوصية ITU-T L.1502 (11/2015)، *تكييف البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع آثار تغير المناخ*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1502.

اللاسلكية وتخزن الطاقة الزائدة في البطاريات. وبعد غروب الشمس، تدار معدات المحطات القاعدة بالبطاريات، وتشحن البطاريات أيضاً من مصدر تجاري للطاقة في وقت متأخر من الليل عندما تكون فاتورة الكهرباء مخفضة.

وإحدى السمات الرئيسية لهذه التكنولوجيا الجديدة أن الطاقة المتولدة من الألواح الشمسية توصل إلى وحدة طاقة ذات تيار مستمر (DC) توصل بين المقوم والبطاريات ومعدات المحطات القاعدة. ويحول التيار المستمر المتولد من الألواح الشمسية عادة إلى تيار متغير (AC) قبل توصيله إلى الأجهزة المنزلية ومعدات الإضاءة وما إلى ذلك. وبرغم أن الكثير من معدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تعمل على التيار المستمر مباشرةً، يحول التيار المستمر في الأساس من التيار المتغير التجاري داخل المعدات. وعند استعمال الطاقة الشمسية، يحول التيار مرتين، أي من التيار المستمر إلى التيار المتغير ثم ثانية إلى التيار المستمر، مما يؤدي إلى خسارة كبيرة في الطاقة. وتوصل تكنولوجيا التحكم الجديدة مكونات التيار المستمر بمصدر التيار المستمر مباشرةً للحد من الخسارة الناجمة عن التحويل، بما يؤدي إلى الكفاءة في استعمال الطاقة الصديقة للبيئة المتولدة من الألواح الشمسية. ويتوقع أيضاً أن يزيد توليد الطاقة بواسطة الألواح الشمسية في المستقبل. وباستخدام النظام الجديد، يمكن تخزين الطاقة الزائدة المتولدة من الألواح الشمسية في البطاريات دون تدفقها في الشبكة.

2.1.1.4 مبادئ التشغيل

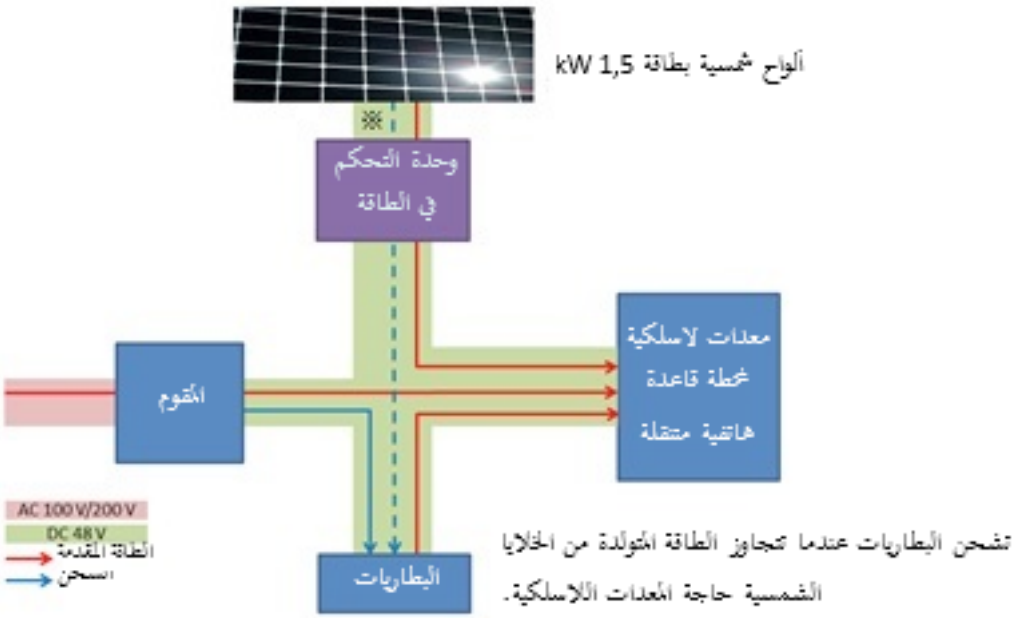
لتحقيق التحكم في الطاقة، يضاف إلى المحطة القاعدة التقليدية ألواح شمسية ووحدة تحكم في الطاقة ووحدة تحكم في جهد الخرج بمقوم، على النحو المبين في **الشكل 11**. ويمكن تركيب المعدات في محطات قاعدة عاملة.

وتقدم بعض شركات الإمداد بالطاقة خطة أسعار مخفضة خلال أوقات ما دون الذروة، يمكن استعمال نفس الكمية من الطاقة فيها بسعر أدنى. وبالرغم من أن نسبة النشاط لوحدات توليد الطاقة الكهربائية تكون أعلى في فترات ما دون الذروة من الأوقات الأخرى، فإنها تسهم بانبعاثات أقل من ثاني أكسيد الكربون (أحد غازات الاحتباس الحراري).

وفي الكوارث الطبيعية، يمكن أن تحدث حالات انقطاع في الطاقة. وللإبقاء على المحطات القاعدة في وضع التشغيل أثناء هذه الأحداث، تزود المحطات القاعدة التقليدية ببطاريات رصاص قابلة لإعادة الشحن (بطاريات ثانوية) كاحتياطي. ومع تكنولوجيا التحكم الجديدة في الطاقة، تشحن البطاريات في وقت متأخر من الليل من مصدر تجاري للطاقة، وتستعمل الطاقة الزائدة المتولدة من الألواح الشمسية أيضاً في معدات المحطات القاعدة. ولتأمين نمط الاستعمال هذا، يجب أن تزود البطاريات بخصائص عالية الأداء للشحن/التفريغ. ويجري بحث استعمال بطاريات أيون الليثيوم الأصغر والأخف وزناً.

وفيما يلي شرح لمبادئ تشغيل وظيفة التحكم في جهد الخرج. عندما يخفض الجهد عند المقوم، فإن الجهد النسبي للبطاريات يزيد، وهو ما يدفع بمصدر للطاقة من البطاريات إلى المعدات اللاسلكية ويقلل استهلاك الطاقة من مصدر الطاقة التجاري. وعندما تزيد الطاقة الشمسية، يزيد جهد خرج وحدة التحكم في القدرة إلى مستوى أعلى من جهد البطارية، وتزيد النسبة المئوية للطاقة المتولدة من الألواح الشمسية إلى المعدات اللاسلكية. ومع تفريغ البطاريات، ينخفض الجهد وتستعمل الطاقة المتولدة من الألواح الشمسية أيضاً لشحن البطاريات. ومن جهة أخرى، عندما تقل الطاقة المتولدة من الألواح الشمسية، تزيد النسبة المئوية للطاقة المزودة من البطاريات. ومع استمرار جهد البطاريات في الانخفاض، يزداد الإمداد من مصدر الطاقة التجاري. وعموماً، تولد الألواح الشمسية كم كبير من الطاقة أثناء ساعات النهار في ظل ظروف الطقس الجيد، وتولد الألواح الشمسية في منطقة كانتو في اليابان بسعتها المقدرة ثلاث ساعات يومياً في المتوسط. وبالتالي، فإن البطاريات الشمسية بسعة 1,5 kWh يمكن توقع توليدها 4,5 kWh يومياً من الطاقة.

الشكل 11: مخطط لتشكيلة النظام



3.1.1.4 الخلاصة

لتقييم تيسر التكنولوجيا وقدرتها على التوسع، تم تركيب معدات التحكم الجديدة في الطاقة في محطات قاعدة تجارية وفي تجارب ميدانية بدأت في ديسمبر 2009. وأجريت التجارب في 10 مواقع في طول البلاد وعرضها لتحديد الأساليب المثلى لتركيب الألواح الشمسية وتشكيلات الإمداد بالطاقة، مع مراعاة الظروف البيئية مثل الجغرافيا والمناخ.

ومن الحيوي لمشغلي الاتصالات المتنقلة توفير خدمات الاتصالات لأطول فترة ممكنة، حتى في أوضاع الطوارئ. وقد قامت مؤسسة KDDI بتركيب بطاريات إضافية للإبقاء على الخدمة عاملة لمدة 24 ساعة على الأقل في مثل هذه الحالات، كما قامت بتركيب معدات التحكم الجديدة في الطاقة في أكثر من 100 محطة قاعدة، مما ساهم في توافر الخدمة بكثرة وفي المراعاة البيئية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

2.1.4 تجربة شركة أورانج (Orange) في إفريقيا

على الصعيد العالمي، يمثل استهلاك تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجمالي استهلاك الطاقة نحو 2-3 في المائة. وربما تكون هذه النسبة المئوية صغيرة بالنسبة إلى الطاقة العالمية، غير أن خفض استهلاك تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للطاقة يوفر زخماً أساسياً نظراً إلى الحاجة إليها في موازنة النمو في جميع القطاعات (المطاريف والشبكات ومراكز البيانات) الناتج عن:

- الزيادة في عدد الكيانات الموصولة (سواء الخاصة أو الشركات، وهيئات القطاع العام والروابط) والأشياء الموصولة؛
- الزيادة في استعمال التوصيلات، وزيادة أزمنة التوصيل المستمرة، والتحويل الرقمي للخدمات والتطبيقات في القطاعات الرأسية؛
- زيادة التغطية الجغرافية والسرعات.

فعلى سبيل المثال، فإن حالة شركة Orange SA تسلط الضوء على استراتيجية محتملة انطلقت في 2006 لتشغيل المحطات الراديوية للشبكات المتنقلة بالطاقة الشمسية. ففي بعض البلدان المعنية - السنغال وكوت ديفوار ومالي والنيجر ومدغشقر وغينيا، والكاميرون، على سبيل الذكر وليس الحصر - فإن نهج الطاقة الشمسية مناسب بشكل خاص من حيث إنه يحد كثيراً من استهلاك الوقود الأحفوري (مولدات الديزل) ويزيد من الجودة المنعدمة أو الرديئة جداً لشبكات الطاقة الكهربائية في المناطق الريفية أو المناطق الصحراوية.[43]

و لم يتم التخلص بشكل كامل من استهلاك الوقود الأحفوري (القائم على النفط). وفي الواقع، فإن تشغيل المحطات القاعدة الراديوية المتنقلة بالطاقة الشمسية، مع استعمال البطاريات ليلاً أو أثناء الطقس السيئ (مؤشر منخفض للأشعة فوق البنفسجية)، يمكن تهجينه باستعمال الديزل لتوفير بعض الطاقة. ويشمل تحقيق وفورات كبيرة في الطاقة إلغاء استعمال مكيفات الهواء وهو ما يؤدي بدوره إلى إلغاء المحولات التي تستعمل لتوليد التيار المتغير المطلوب لمحركات ضواغط التبريد. وهذا التبسيط والانتقال الناجم عنه إلى التيار المستمر يؤدي إلى خفض كبير في استهلاك الطاقة، مما يجعل من الطاقة الشمسية الخالصة أو الطاقة الهجينة الحل الاعتمادي الفعّال جداً من حيث التكلفة.

ففي نهاية 2015، نشر 2 600 محطة تعمل بالطاقة الشمسية في الشبكة الراديوية المتنقلة وهي قيد التشغيل الآن: فهي توفر الطاقة الشمسية للمرحلات الراديوية في المناطق الريفية أو المناطق الصحراوية.[44] وتنتج هذه المحطات 18 GWh من الطاقة المتجددة سنوياً. وتتيح كل محطة منها توفير 1 300 لتر من الوقود سنوياً، وإلى جانب تشغيلها للمحطة الراديوية، فإنها توفر 25 في المائة من الطاقة الفائضة التي يمكن استعمالها مثلاً في تعويض النقص في شبكات الطاقة الكهربائية في جوار كل محطة منها. ويستعمل هذا الفائض، على سبيل المثال، في توفير الطاقة لمدرسة أو مركز صحي يخدم القرى المحيطة. وتستعمل هذه الطاقة الفائضة بأساليب متعددة.

وتتبع المحطات عن كثب أوجه التقدم في مجال التقييس. وفي الواقع تشارك شركة أورانج بنشاط كبير في عمل لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد، والتي تضع معايير بالتعاون مع اللجنة EE ETSI، وهو ما يمكن من النشر المكثف والآمن لمصادر الطاقة المتجددة مع خفض استهلاك الطاقة وتبسيط الأمور باستعمال التيار المستمر والتوقف عن استعمال التيار المتغير.

وتواصل المكاتب الفرعية لشركة أورانج نشر المحطات العاملة بالطاقة الشمسية بوتيرة ثابتة. وهذه الحلول التي يُشار بها في إطار بيئة البلدان النامية، يمكن دراستها وتكييفها من أجل البيئات الأخرى التي يمثل فيها الإمداد بالطاقة عاملاً حرجاً.

وتعرض الصورة الظاهرة في **الشكل 12** أحد المواقع لمحطة طاقة شمسية لشبكة راديوية متنقلة كمثال توضيحي.

[43] D. Marquet, M. Aubrée, S. L. Masson, A. Ringnet, P. Mesguich and M. Kirtz, "The first thousand optimized solar BTS stations of Orange group," 2011 IEEE 33rd International Telecommunications Energy Conference (INTELEC), Amsterdam, 2011, pp. 1-9: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6099814&isnum-ber=6099710.

[44] المرجع نفسه.

الشكل 12: محطة طاقة شمسية في موقع شبكة متنقلة في السنغال

2.4 التكيف في القطاع الصناعي

تختلف آثار تغير المناخ باختلاف الدوائر الصناعية. وتختلف استراتيجيات التكيف باختلاف الموقع الجغرافي ومدى التأثر والتعرض.

ونُقل الجدول التالي عن التوصية ITU-T L.1501 (12/2014) المعنونة *أفضل الممارسات بشأن الكيفية التي يمكن بها للبلدان الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتكيف مع آثار تغير المناخ*[45] ويعرض قائمة مرجعية بمؤشرات لتغير المناخ وللآثار الناجمة عنه، مع أمثلة عن استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتكيف مع آثار تغير المناخ.

3.4 التكيف في القطاع الزراعي

يشكل ضمان الأمن الغذائي وتزويد سكان العالم بالغذاء السليم أكثر التحديات إلحاحاً في الوقت الراهن. ومع توقع تجاوز عدد سكان العالم 9 مليارات نسمة بحلول 2040 وأن تأثيرات تغير المناخ أصبحت ملموسة في جميع مجالات الأمن الغذائي، لا بد من تعزيز استمرار الأنظمة الغذائية وزيادة إنتاجيتها.

[45] التوصية ITU-T L.1501 (12/2014)، *أفضل الممارسات بشأن الكيفية التي يمكن بها للبلدان الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتكيف مع آثار تغير المناخ*؛ https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1501.

الجدول 3: بعض مؤشرات تغير المناخ واستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتكيف مع آثار تغير المناخ

مؤشر (توجهات) تغير المناخ	أسباب التوجهات الملحوظة	التغيرات في الأنظمة الإيكولوجية	الأثر على الزراعة	الأثر على الأنظمة الاقتصادية	الأثر على الصحة العامة	استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (إدراج بعض الأمثلة)
التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض (الاحترار العالمي)	إزالة الغابات، والتطور الصناعي، وزيادة استخدام الوقود الأحفوري، مما يؤدي إلى تعزيز ظاهرة الاحتباس الحراري.	تغيرات على الأصعدة التالية: توزيع الأصناف، والغطاء النباتي، وزيادة ذوبان الجليد ، وتغيرات في أنماط الطقس، مما يؤثر على الدورات البيولوجية الجيولوجية الكيميائية، وحرائق الغابات، وزحف الأصناف الغازية.	الجفاف، وتدني المردود في البيئات الأكثر حراً (بما يهدد الأمن الغذائي)، وزيادة التأثر بالأعشاب الضارة والآفات، وزيادة الإنفاق على الري.	زيادة استهلاك الطاقة لتبريد المرافق، وزيادة الطلب على إمدادات المياه، والنزوح من المناطق القاحلة إلى الأراضي الرطبة.	تغيرات في ناقلات الأمراض (احتمال اندلاع أوبئة ناجمة عن سلالات من الفيروسات أو البكتيريا التي تتكاثر في البيئات الحارة)، وضربات الشمس، والمجاعة نتيجة تدني المردود الزراعي.	تسجيل التغيرات في درجة حرارة الأرض للاحتفاظ بسجلات في هذا الشأن، والتنبؤ بالحوادث الكارثية المحتملة باستخدام نظام الرصد العالمي (GOS) الذي يشمل سواتل للطقس وسواتل لرصد الأرض؛ وتحسين التواصل مع المزارعين باستخدام الشبكات الراديوية والمتنقلة؛ ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) لرصد إزالة الغابات؛ والأنظمة المتنقلة لإدارة الشؤون الصحية.

مؤشر (توجهات) تغير المناخ	أسباب التوجهات الملحوظة	التغيرات في الأنظمة الإيكولوجية	الأثر على الزراعة	الأثر على الأنظمة الاقتصادية	الأثر على الصحة العامة	استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (إدراج بعض الأمثلة)
ارتفاع مستوى سطح البحر	ارتفاع درجة الحرارة (نتيجة الاحترار العالمي).	الفيضانات في المناطق الساحلية، والفيضانات، وتآكل الشواطئ، وغمر الأراضي الرطبة بالمياه، وتسرب المياه المالحة إلى موارد المياه الجوفية، وتنقل النظم الإيكولوجية البحرية، وخطر غرق الأراضي الساحلية.	ستتأثر الزراعة إذا كانت قريبة من المناطق الساحلية.	زيادة الاستثمار المالي للتصدي للأضرار التي قد تلحق بالمناطق الساحلية وللوقاية من الفيضانات، فضلاً عن إعادة بناء النظم الإيكولوجية في أوضاع ما بعد الفيضانات.	تأثُّر المجتمعات التي تعيش قرب المناطق الساحلية، وخطر اندلاع الفيضانات، وأضرار على الممتلكات الموجودة في المناطق الساحلية، وزيادة خطر الغرق.	رصد ارتفاع مستوى سطح البحر وتسجيل هذا الارتفاع (للاحتفاظ بسجل لأي حالة شاذة) باستخدام سواتل لقياس الارتفاع، مما يساعد على التنبؤ بالكوارث وعلى تفادي خسارة الأرواح والممتلكات.
تغيرات في نسبة تساقط الأمطار	تغيرات في دورة المياه (نتيجة تغيرات مفاجئة في درجة حرارة الجو).	ارتفاع نسبة تساقط الأمطار قد يتسبب في هطول كميات كبيرة من المياه، وفي الانهيارات الأرضية، وتآكل التربة، وتغيرات في الغطاء النباتي، وتدمير الموائل، ويتسبب تدني نسبة تساقط الأمطار في الجفاف وفي زيادة خطر وقوع حرائق في الغابات، وفي إحداث تغيرات في المياه الجوفية.	ارتفاع نسبة تساقط الأمطار قد يزيد من المحاصيل ولكن قد يولد أيضاً خطر اندلاع فيضانات تؤدي إلى تلف المحاصيل الزراعية قبل حصادها، ويتسبب انخفاض نسبة تساقط الأمطار في الجفاف الذي يؤدي إلى تقليص المحاصيل.	تدني توافر المياه والاعتماد المفرط على إمدادات المياه الجوفية في حال انخفاض نسبة تساقط الأمطار، وضرورة توافر الاستثمارات في حال وقوع فيضان.	المخاطر الناجمة عن الأمراض المنقولة بالمياه، فمصادر المياه الراكدة تكون بمثابة بيئة خصبة لتكاثر الطفيليات المسببة للأمراض، وخسارة الأرواح في حالة التساقط الشديد للأمطار.	قياس تساقط الأمطار والثلوج والبرد في كل موسم بل كل شهر والاحتفاظ بسجلات هذه المقاييس (نظام الرصد العالمي (GOS)، والنظام العالمي للاتصالات)؛ ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) لإدارة خطر وقوع الفيضانات؛ وإذكاء وعي المزارعين عن طريق الأنظمة الراديوية والمتنقلة؛ واستخدام نظام المعلومات الجغرافية والنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) لتحديد مصادر المياه العذبة.

مؤشر (توجهات) تغير المناخ	أسباب التوجهات الملحوظة	التغيرات في الأنظمة الإيكولوجية	الأثر على الزراعة	الأثر على الأنظمة الاقتصادية	الأثر على الصحة العامة	استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (إدراج بعض الأمثلة)
تحرك/تنقل الكثبان	الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة، والتآكل، وإزالة الغابات.	التآكل، وتغير هيكل الموائل، وفقدان المغذيات الموجودة في التربة.	تؤثر على الأنظمة الزراعية الصحراوية.	تتطلب الأنظمة الزراعية الصحراوية أنظمة للري، وبالتالي، فإن خسارة التربة ستتطلب مزيداً من الاستثمارات لأنظمة الري الصحراوية، ومشاكل مرتبطة بالسفر والنقل.	العواصف الرملية تفاقم مشكلة الربو وسائر مشاكل الجهاز التنفسي.	رصد حركة الكثبان والتنبؤ بهذه الحركة، باستخدام الصور الملتقطة بالسواتل والنظام العالمي لتحديد الموقع.
ذوبان الجليد	ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض (الاحترار العالمي).	الفيضانات، وفقدان الكتل الجليدية، والتآكل المؤدي إلى خسارة المغذيات الموجودة في التربة.	الجريان السطحي من الأراضي المخصصة للمحاصيل الزراعية، وتدهور التربة، وانخفاض حجم المحاصيل.	تخصيص الاستثمار المالي اللازم لإعادة بناء الموائل في المناطق في مرحلة ما بعد الفيضانات.	المجتمعات المتأثرة بالفيضانات، والنقص في إمدادات المياه العذبة.	تسجل الأنظمة الساتلية (نظام المعلومات الجغرافية، والنظام العالمي لتحديد الموقع) حركة الجليد وحجم الكتل الجليدية التي فُقدت، للمساعدة على توقع الفيضانات والجريان السطحي؛ التكنولوجيا الذكية.
تشبع مغذيات المياه	تؤدي إزالة الغابات إلى تعرض التربة لعوامل التعرية مما يؤدي إلى انجراف التربة وامتزاجها بالمسطحات المائية المجاورة بما يسبب النمو المفرط للطحالب.	يؤدي تفشي الطحالب، ونفوق الأصناف المائية الحية إلى تزايد الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي (BOD).	فقدان غطاء التربة ومغذياتها، وانخفاض مردود المحاصيل، والنقص في المياه النظيفة للري.	تقلص حجم المردود الأقصى المستدام (MSY).	تقلص الإمدادات الغذائية الآتية من مصادر مائية، وتلوث الإمدادات الغذائية الآتية من مصادر مائية.	رصد وتسجيل مصادر المياه الملوثة، وقياس مستويات السمية والاحتفاظ بسجلات عن ذلك، مما يذكي وعي صيادي الأسماك.

مؤشر (توجهات) تغير المناخ	أسباب التوجهات الملحوظة	التغيرات في الأنظمة الإيكولوجية	الأثر على الزراعة	الأثر على الأنظمة الاقتصادية	الأثر على الصحة العامة	استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (إدراج بعض الأمثلة)
حرائق الغابات	ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض.	خطر انقراض أصناف حية، وتقلص الغطاء النباتي، وانبعاث الجسيميات.	تدمير الموائل قرب المناطق الزراعية.	زيادة الاستثمارات المخصصة لإعادة بناء الموائل.	مرضا الربو والالتهاب الشعبي وغيرهما من مشاكل الجهاز التنفسي الناجمة عن الجسيميات أو انبعاث الدخان.	تسجيل صور ملتقطة بالسواتل (نظام المعلومات الجغرافية والنظام العالمي لتحديد الموقع) والاحتفاظ بهذه الصور، وإجراء الاتصالات الطارئة باستخدام الاتصالات المتنقلة.
تلوث المياه	التخلص من المخلفات الصناعية ومخلفات الصرف الصحي في المسطحات المائية دون إخضاعها للمستوى المطلوب من المعالجة.	نفوق أصناف حية مائية، وتزايد الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي (BOD).	تلوث التربة، وإتلاف المحاصيل، وتدني المردود.	ضرورة تخصيص الاستثمارات لمعالجة المياه الآتية من مصادر ملوثة.	الأمراض المنقولة بالمياه، والتضخم الإحيائي، والتراكم الإحيائي.	رصد الأنشطة الصناعية، وإجراء عمليات قياس ذكية، والقيام باختبارات منتظمة على عينات من المياه، وتقديم المعلومات المناسبة بواسطة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى المجتمعات التي تعيش حول المسطحات المائية الملوثة.
تآكل التربة	إزالة الغابات.	خسارة غطاء التربة، وتدني توافر المغذيات، وخسارة الغطاء النباتي.	تقليص المردود، وخسارة غطاء التربة القيّم.	الاستثمار في خطط لهندسة المناظر الطبيعية.	مشاكل الجهاز التنفسي.	نظام المعلومات الجغرافية، والنظام العالمي لتحديد الموقع، من أجل رصد حركة التربة وتسجيل هذه الحركة.

مؤشر (توجهات) تغير المناخ	أسباب التوجهات الملحوظة	التغيرات في الأنظمة الإيكولوجية	الأثر على الزراعة	الأثر على الأنظمة الاقتصادية	الأثر على الصحة العامة	استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (إدراج بعض الأمثلة)
تلوث الهواء	التطور الصناعي، وانبعاثات مواقع طمر النفايات، وحرق النفايات، وحرق الوقود الأحفوري.	الاحترار العالمي، وتغير أنماط الطقس، والدخان، والأمطار الحمضية، وتلوث التربة.	انخفاض المردود نتيجة التغيرات في أنماط الطقس وتساقط الأمطار، وتحمض التربة.	إعادة بناء المناطق والمنشآت الحضرية المتلفة بسبب الأمطار الحمضية، ويسبب الدخان اضطرابات في حركة السير والنقل.	مشاكل في الجهاز التنفسي، وأضرار على الجهاز العصبي، والسرطان، وتهيج الجلد، وأوجاع في الرأس.	استخدام نظام المعلومات الجغرافية لتحديد التلوث الذي تسببه وسائل النقل، وتقنيات التحليل المكاني.

وتأكيداً لضرورة وضع الزراعة على جدول أعمال البرنامج العالمي لمكافحة تغير المناخ، تم استحداث العديد من التحالفات والمبادرات على الصعيد الدولي بهدف تعزيز تنفيذ تدابير التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها وتشجيع البحوث ووضع سياسات لمواجهة التحديات المتعددة. وتشمل هذه التحالفات والمبادرات: التحالف العالمي لزراعة ذكية مناخياً، والحلول من الأرض، والتحالف العالمي للبحوث بشأن غازات الاحتباس الحراري الزراعية، والمبادرة 20 20 x.

ومن بين هذه المشروعات، جدير بالذكر أن التحالف العالمي لزراعة ذكية مناخياً (GACSA)، وهو تحالف طوعي يتولى إدارته المزارعون يضم العديد من الأطراف الفاعلة، يدعم إجراءات النهج الذكية مناخياً ودمجها في الأنظمة الغذائية والزراعية.

وقد أُطلقت المبادرة في 23 سبتمبر 2014 بقمة الأمم المتحدة للمناخ. والمنظمة العالمية للمزارعين تدعم بالفعل المبادرة GACSA وتعتبرها دعامة من دعائم سياساتها المتعلقة بتغير المناخ. وفي أغسطس 2016، كان لدى التحالف GACSA نحو 144 عضواً.

وأوصت منظمات عديدة بأن تترجم الزراعة المستدامة على الصعيد الدولي كمرادف للزراعة الإيكولوجية.

وللأسف، تتضمن الزراعة الإيكولوجية حالياً مبادئ تنبذ استعمال إضافات التربة في الأنشطة الزراعية إلى جانب الأساليب العامة الزراعية العاملة. ويجعل هذا الأمر من المشاركة في مبادرات مثل التحالف GACSA أمراً هاماً لضمان أن النظام الذي تقوم بوضعه الأمم المتحدة يستشرف عملية لصناعة القرارات تقابل أساليب الزراعة الحديثة.

ويعرض **الجدول 3** الوارد في **الفقرة 2.4** الروابط بين آثار تغير المناخ على الزراعة وأمثلة عن استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتكيف مع هذه الآثار.

Abbreviations and acronyms

Various abbreviations and acronyms are used through the document, they are provided here.

Abbreviation/acronym	Description
AC	Alternating Current
ADEOS	ADvanced Earth Observing Satellite, also known as 'Midori' in Japan
AURA	A multi-national NASA scientific research satellite studying the Earth's ozone layer, air quality and climate. The name "Aura" comes from the Latin word for air.
BBC	British Broadcasting Corporation
BoD	Biochemical Oxygen Demand
CARIAA	Collaborative Adaptation Research Initiative in Africa and Asia
CCAC	Climate and Clean Air Coalition
CIMGC	Interministerial Commission on Global Climate Change (Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima) (Federative Republic of Brazil)
CO2	Carbon dioxide
COP	(United Nations) Conference of the Parties (on climate change)
CREWS	Climate Risks Early Warning Systems
DBS	Direct Broadcast Satellite
DC	Direct Current
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program
EAS	Emergency Alert System
EE ETSI	European Telecommunications Standards Institute Technical Committee on Environmental Engineering
EESS	Earth Esploration Satellite Service
ENSO	El Niño-Southern Oscillation
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GACSA	Global Alliance for Climate-Smart Agriculture
GCOS	Global Climate Observing System
GeSi	Global e-Sustainability Initiative
GFCS	Global Framework for Climate Services
GHG	Greenhouse gas(es)

Abbreviation/acronym	Description
GIS	Geographic Information System
GISS	(NASA's) Goddard Institute for Space Studies
GMI	Global Methane Initiative
GOS	Global Observation System
GPS	Global Positioning System
GWATT	Global What-if Analyzer of neTwork energy consumpTion
HF	High-Frequency
HFC	Hydrofluorocarbons
ICT	Information and Communication Technologies
IDRC	International Development Research Centre (Canada)
IEC	International Electrotechnical Commission
IFAD	International Fund for Agricultural Development
INTELEC	International Telecommunications Energy Conference
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
IoT	Internet of Things
IPAWS	Integrated Public Alert and Warning System
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRIACC	International Research Initiative on Adaptation to Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
ISS	International Space Station
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Union
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
JCOMM	Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology
JTF	Joint Task Force
KPI	Key Performance Indicator
MCIT	Ministry of Communications and Information Technology (Arab Republic of Egypt)
MEF	Major Economies Forum (on Energy and Climate)

Abbreviation/acronym	Description
MetOp	(EUMETSAT's) Meteorological Operational satellite Programme
MHz	Megahertz
MSIP	Ministry of Science, ICT and Future Planning (Republic of Korea)
MSY	Maximum Sustainable Yield
NASA	National Aeronautic and Space Administration (United States of America)
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration (United States of America)
NTC	National Telecommunications Corporation (Republic of the Sudan)
QUIKSCAT	(NASA's) Quick SCATterometer (satellite)
PUC	Public Utilities Commission (Belize)
R&D	Research and Development
RapidSCAT	(NASA's) Rapid SCATterometer (on the ISS)
SAR	Synthetic Aperture Radar
SDARS	Satellite Digital Audio Radio Service
SLCP	Short-Lived Climate Pollutants
SMAP	(NASA's) Soil Moisture Active Passive (satellite)
SMOS	(ESA's) Soil Moisture and Ocean Salinity (satellite)
SPOT	(European) Satellite Pour l'Observation de la Terre
TOPEX/Poseidon	NASA's and CNES's TOPographic Expedition (to measure ocean surface topography)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USD	United States Dollar
UTC	Coordinated Universal Time
UV	UltraViolet
VIVAPOLIS	French governmental initiative involving industries that are very active in efforts to construct sustainable cities
WEA	Wireless Emergency Alerts
WMO	World Meteorological Organization
WRC	World Radiocommunication Conference
WRI	World Resources Institute

Annexes

Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change

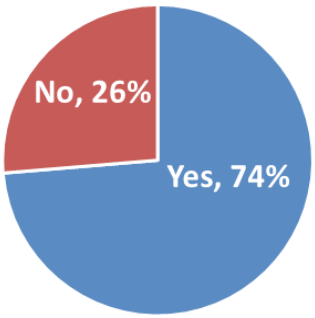
A1.1 Background of the 2016 survey

Out of the 193 Member States of ITU, a total of 19 completed questionnaires were returned, covering 18 countries of the 6 regions. This was lower than the 69 answers received in the survey of 2011.

Survey responses were received from: Armenia, Belize, Bolivia, Brazil, Chile, Cameroon, Colombia, Dem. Rep. of the Congo, Egypt, Israel, Kazakhstan, Mali, Republic of Korea, State of Palestine, Sudan, Uruguay, United States of America, ATDI (France) and GSMA (United Kingdom).

A1.2 Preliminary findings and comparison with the 2011 survey

Q1 Does your government (or company) have any policy regarding climate change?



In 2016, about the same number of answers than in 2011 (74% vs 70%) stated that they have a policy on climate change. There seem to be little progress in the awareness of the topic. These policies have been detailed as follows:

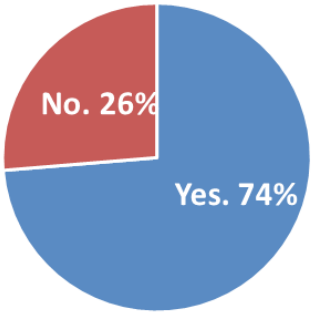
Country	Entity
State of Israel	*ATDI (France)* Recycling of non-used ICT
State of Israel	*Ministry of Environmental Protection* Israel has a policy regarding mitigation of greenhouse gas emissions: http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Israel/1/Israel%20INDC.pdf. This does not specifically address ICT issues. However, technological measures which might involve ICT will be part of these efforts – for example management of smart electricity grids and smart metering, promotion of renewable energy and its integration into the electricity grid, energy efficiency measures in buildings and industry (ESCO), water system management, monitoring of climate change trends and implications.

Country	Entity
Arab Republic of Egypt	*Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)* – Link ICT, climate, environment, and energy policies across governments. – Develop the appropriate legislations and regulations that support the achievement of sustainable management of e-Waste. – Adopt and promote of life-cycle perspectives that promote environmentally efficient R&D, design, production, use, and disposal of ICTs. – Support for research and innovation in green technologies and services. – Develop skills and capacities in the area of "green ICT". – Increase public awareness of the role of ICTs in improving environmental performance. – Encourage best practices to maximize diffusion of ICTs and "smart" ICT-enabled applications – Promote of green ICT concepts, with governments leading by example. – Consider environmental criteria in public procurement. – Measure environmental impacts of ICT and the usage of ICT in other sectors. – Set up of policy targets, monitoring compliance, and improving accountability.
Republic of the Sudan	*National Telecommunications Corporation (NTC)* – Ratification of conventions and the outputs of international meetings. – Reducing gas emissions using environmentally-friendly energy in ICT systems, equipment and devices.
Republic of Korea	*Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)* Technological innovation and Industrialization Plan for Climate Change (on March 2015, Steering Committee of National Science & Technology Council).
Republic of Mali	*Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC* Unofficial translation: It consists in putting information on the web sites of climate change and environment of Mali, to animate radio and television broadcasts etc.
Democratic Republic of the Congo	*Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications* Unofficial translation: Our climate change policy has not integrated the ICT aspect yet. However, it is planned to integrate it.
Republic of Cameroon	*Ministère des Postes et des Télécommunications* Unofficial translation: The Government through the Ministry of the Environment, Nature Conservation and Sustainable Development does not have a clearly defined policy on the use of ICTs to combat climate change in short term. However, it is defined by a series of international commitments, namely the use of technology transfer to pursue the coherence of sectoral policies and the intensification of its efforts over the past several years Implementation of an observation, information management and alert system on climate risks in Cameroon, and through initiatives such as the increasing the use of ICTs in the fight against climate catastrophes: floods, earthquakes, droughts, thunderstorms, dry mist, rising sea levels.
Republic of Armenia	*Ministry of Transport and Communication* The Climate Change information and developments in the country are accessible through the special portal of the Climate Change Information Center: http://www.nature-ic.am. The GHG inventory of Armenia is developed using the IPCC software and is accessible from above mentioned web-site and from http://www.unfccc.int. The energy using appliances labelling policy is considered as important market tool in the Energy saving and renewable energy policy of the country.

Country	Entity
Republic of Kazakhstan	*Communication, Informatization and Information Committee* Yes. Climate change issues are included in the Strategic Plan of Kazakhstan's Ministry of Energy for 2014-2018 (ensuring Kazakhstan's transition to low-carbon development and a "green economy"). Important steps are being taken to develop renewable energy sources. In 2013, the Law regarding amendments and additions to certain legislative enactments of the Republic of Kazakhstan regarding support for the use of renewable energy sources. This has involved development of a number of legal texts. By 2020 the total volume of emissions in the electrical energy sector should not exceed that of 2012. Use of ICTs is planned in connection with maintaining a register of enterprises according to greenhouse gas emissions and a register of enterprises for participation in carbon trading.
State of Palestine	*Ministry of Telecommunications & Information Technology* A national climate change strategy and plan exists, covering 12 fundamental sectors; among these is the infrastructure sector, under which telecommunications and information technology is included.
Belize	*Public Utilities Commission (PUC)* To "support the people of the Caribbean as they address the impact of climate variability and change on all aspects of economic development through the provision of timely forecasts and analyses of potentially hazardous impacts of both natural and man-induced climatic changes on the environment, and the development of special programmes which create opportunities for sustainable development."
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL* The National Policy on Climate Change (NPCC) formalizes the voluntary commitment of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change to reduce greenhouse gas emissions between 36.1 % and 38.9 % of projected emissions 2020. it was instituted in 2009 by Law No. 12.187, seeking to ensure that economic and social development contribute to the global climate system protection. In Brazil it was created the Interministerial Commission on Global Climate Change (CIMGC), which is the Designated National Authority for approving projects under the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol.

Q2 Does your government (or company) have current actions in terms of adaptation to climate change?

Note: Adaptation involves taking action to cope with the effects of climate change at the local or country level. ICTs can greatly support this action. Examples include remote sensing to gather climate data, dissemination of information such as sea-level forecasts, and impact minimization measures such as building on higher ground with respect to the sea level. ICT infrastructure is already used to warn of natural disasters such as earthquakes and tidal waves. Additional or new ICT infrastructure and services may be needed to help deal with problems such as water and food shortage, etc., arising from extreme climate conditions.

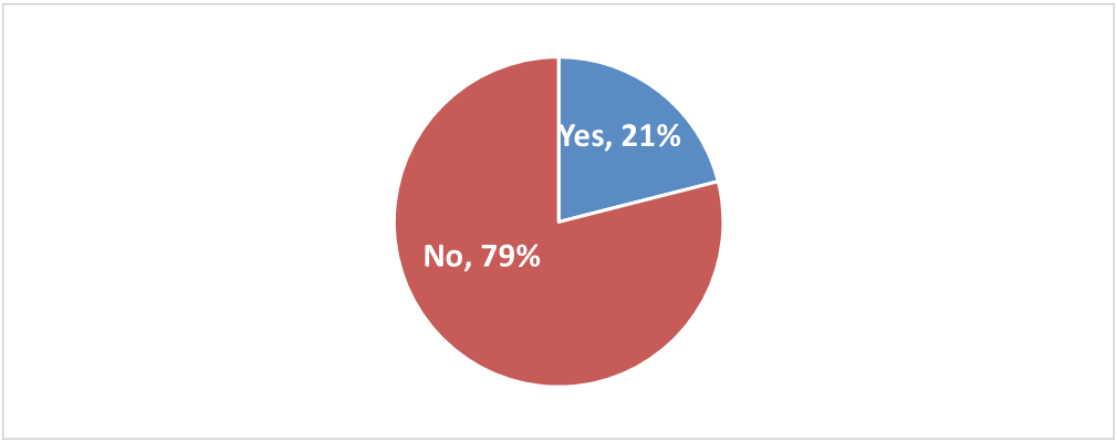


There were slightly fewer answers than in 2011 stating that they have adaptation policies (74% vs 80%).

It was then asked "If no, do you intend to propose adaptation measures to climate change in the future?" 71% of the answers indicated intention to propose adaptation measures.

Q3 Have you estimated the global ICT footprint in your country, in terms of greenhouse gas (GHG) emissions?

Note: The ICT industry has for a long time been focused on delivering productivity enhancements in and through its products and solutions. Energy efficiency has only recently become a critical issue: in some countries, energy consumption of ICT is now more than 13 per cent. It is estimated that the ICT industry accounts for approximately 2.5 per cent of global CO_2 emissions.



There were fewer answers than in 2011 (21% vs 30%) indicating that they had estimated global ICT footprint in their countries.

If yes, it was asked "what measures are you taking to reduce your GHG ICT footprint?" The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	*ATDI (France)* Also more efficient transformers.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	*GSM Association, International* NIL
State of Israel	*Ministry of Environmental Protection* Partially – An estimate from 2011 states that more efficient stand-by modes could reduce emissions by 0.186 MtCO2eq in the domestic sector and 0.14 MtCO2eq in the governmental sector.
Republic of the Sudan	*National Telecommunications Corporation (NTC)* – Use of bioenergy and alternative energy; – Participation in infrastructure and reducing quantity of energy used; – Establishing shared data centres using cloud computing.
Republic of Kazakhstan	*Communication, Informatization and Information Committee* No. The ICT footprint in Kazakhstan needs to be estimated in the form of greenhouse gas emissions and the telecommunication companies contributing to that footprint must be identified.

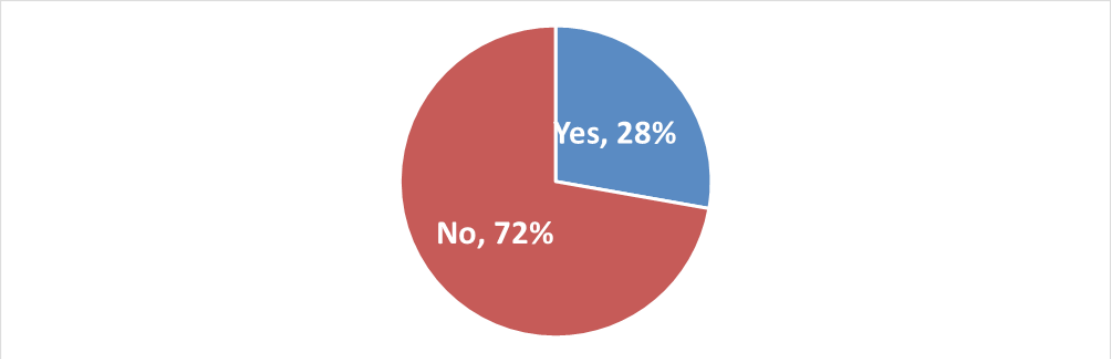
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL* According to Decree No. 7.390 / 2010, which regulates the National Policy on Climate Change (NPCC), the baseline greenhouse gas emissions for 2020 was estimated at 3,236 Gt CO2 – eq. Therefore, the corresponding absolute reduction was made between 1 168 Gt CO2 – eq and 1,259 Gt CO2 – eq, 36.1 % and 38.9 % reduction, respectively. To assist in achieving the reduction targets, the law also stipulates the development of sectoral mitigation and adaptation plans at the local, regional and national levels.

If no, it was asked "what are your plans for the future?" The following answers were provided:

Country	Entity
Chile	*SERMECOOP* Unofficial translation: Establish a policy with clearly defined regulations in this regard for 2016.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	*GSM Association, International* NIL
Eastern Republic of Uruguay	*Universidad de Montevideo* Unofficial translation: The government has indicated that the issue of measuring the carbon footprint will be studied. In our university, one objective that we consider is the possibility for the measurement of the carbon footprint in both undergraduate and postgraduate projects.
Arab Republic of Egypt	*Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)* Develop ICT carbon footprint.
Republic of Korea	*Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)* Assess the achievements on GHG emission reduction using technological innovation by each sector.
Democratic Republic of the Congo	*Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunication* Unofficial translation: Our project is to equip us with the tools to assess the global carbon footprint.
Republic of Cameroon	*Ministère des Postes et des Télécommunications* Unofficial translation: – Conduct a study to assess the overall carbon footprint of ICTs (in terms of greenhouse gas emissions) in Cameroon and mainly in large cities; – Consider raising awareness of the carbon footprint of ICT in Cameroon; – Drafting a national strategy / plan to reduce GHG emissions from ICTs in Cameroon; – Strengthening human capacity building and technology transfer for GHG assessment and reduction through ICTs.
Republic of Colombia	*Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones* Unofficial translation: Carry out a quantification of the greenhouse gas emissions by using ICTs in Colombia. This is expected to be done jointly by the Ministry of Information Technology and Telecommunications MINTIC and the Ministry of Environment and Sustainable Development (Deputy Management of Climate Change).

Country	Entity
State of Palestine	Ministry of Telecommunications & Information Technology Determination of emissions of greenhouse gases to be expanded to include other sectors. Note that we have made a general estimate of greenhouse gas emissions in the energy sector, which includes the energy consumed by the ICT sector.
Plurinational State of Bolivia	Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones *Unofficial translation:* Conduct a study of greenhouse gas emissions from the telecommunications sector.
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL* N/A

Q4 Are you aware of "green" ICT initiative which would provide better design and energy consumption?



There were many fewer answers than in 2011 (28% vs 63%) indicating awareness of "green" ICT initiative.

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

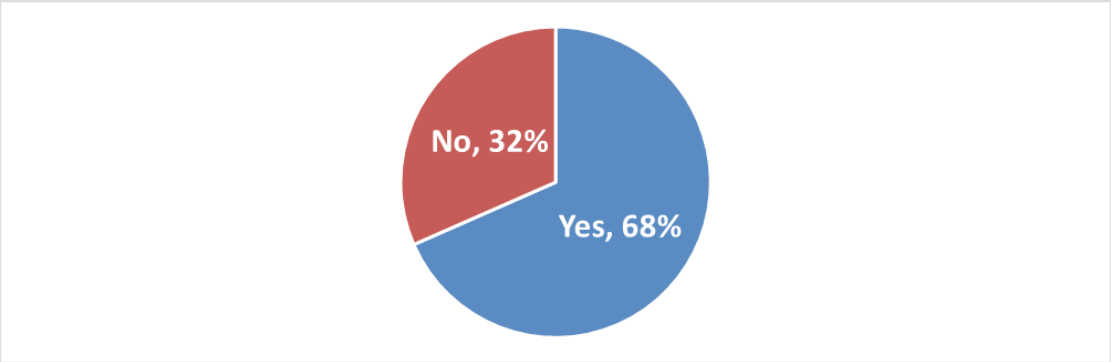
Country	Entity
Chile	*SERMECOOP* Unofficial translation: Initiatives at the level of the organization, taking into account the corporate and national strategic guidelines.
Eastern Republic of Uruguay	*Universidad de Montevideo* Unofficial translation: In our country there is not a joint effort, there are only a few initiatives aligned with green ICTs.
State of Israel	*Ministry of Environmental Protection* According to a Government Resolution, the Governmental Procurement Administration incorporates energy efficiency criteria (Energy Star label) in all its ICT tenders. These tenders are used also by local authorities and other public organizations

Country	Entity
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL* This is not a Regional Initiative for the Americas. Although this, according to the Inter-ministerial Commission on Global Climate Change Activity Report 2013-2014 (CIMGC) on December 31, 2014 Brazil had a total of 416 project activities approved by CIMGC, with 333 already registered the Executive Board of the Clean Development Mechanism, equivalent amount to 4.4% of the global total, ranking 3rd in the world ranking in number of registered project activities. Geographically, the projects are distributed heterogeneously the national territory, which has five official regions of Brazil. It is noted clearly that the distribution of activities reflects characteristics physical and socioeconomic regions. The Southeast Region has 139 projects, with a predominance of Biogas activities (32) Landfill gas (31), Hydro (26) and Energy Biomass (25). Furthermore, the region has all the designs Substitution Fossil Fuel (9), of Use and Heat Recovery (4) Substitution for SF6 (1) and Solar Energy (1), and 80% of N2O destruction projects (4). The South region has 83 projects, with a predominance of Hidroeletrecidade (34), followed by activities Biogas (17), Wind Power Plants (11) and Energy Biomass (10). The Northeast It reached the record of 59 projects with a total area of wind farms (43) followed by Landfill Gas Project (7) and Biogas (3). The region The Midwest, with 63 projects presented predominance of Biogas projects (29) and Hydro (28). Finally, the North region of Brazil, with only 17 Clean Development Mechanism projects that took advantage of its water resources to record nine Hydroelectric projects.

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

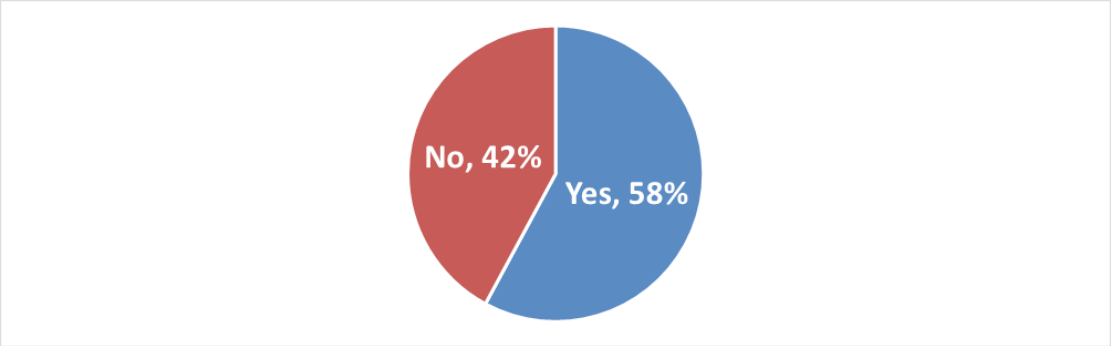
Country	Entity
Eastern Republic of Uruguay	*Universidad de Montevideo* Unofficial translation: It is not at any status.
Arab Republic of Egypt	*Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)* Sustainable development goals.
Republic of the Sudan	*National Telecommunications Corporation (NTC)* Yes, they are global initiatives, the outputs of which are adopted by the Sudan for gradual implementation; currently at the stage of planning, standardization and determining methods of implementation.
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL* Registered Brazilian projects are distributed in 15 types, which can be grouped into eight sectoral scopes. Among the types of Clean Development Mechanism projects developed in Brazil are Hydroelectric projects, Wind, Biogas, Landfill Gas, Biomass Energy, Replacement Fossil Fuel, Methane Avoided, Oxide Decomposition Nitrous (N2O), of Use and Heat Recovery, Reforestation and Afforestation of Other Renewable Energy (Solar Photovoltaic) of Energy efficiency, Sulfur hexafluoride Replacement (SF6), Reduction and Replacement perfluorocarbons (PFCs) and replacement of fossil origin CO_2 Industrial Use or Mineral CO_2 by renewable sources. The breakdown of the number of Brazilian projects of Clean Development Mechanism registered annually until December 2014, is as follows: hydroelectric projects, including micro plants (CGHs), small plants (SHP) and large plants (HPPs), representing 27.0% of total Brazilian projects. In addition, following the biogas use projects, accounting for 19.2%, the wind farm projects, representing 16.2%, landfill gas projects, representing 15% projects using biomass energy, representing 12.3%, the fossil fuel replacement projects, representing 2.4% and methane avoidance projects, representing 2.4%. Such projects together represent 94.9% of the total portfolio in Brazil.

Q5 Do you have severe weather conditions in your rural/remote regions?



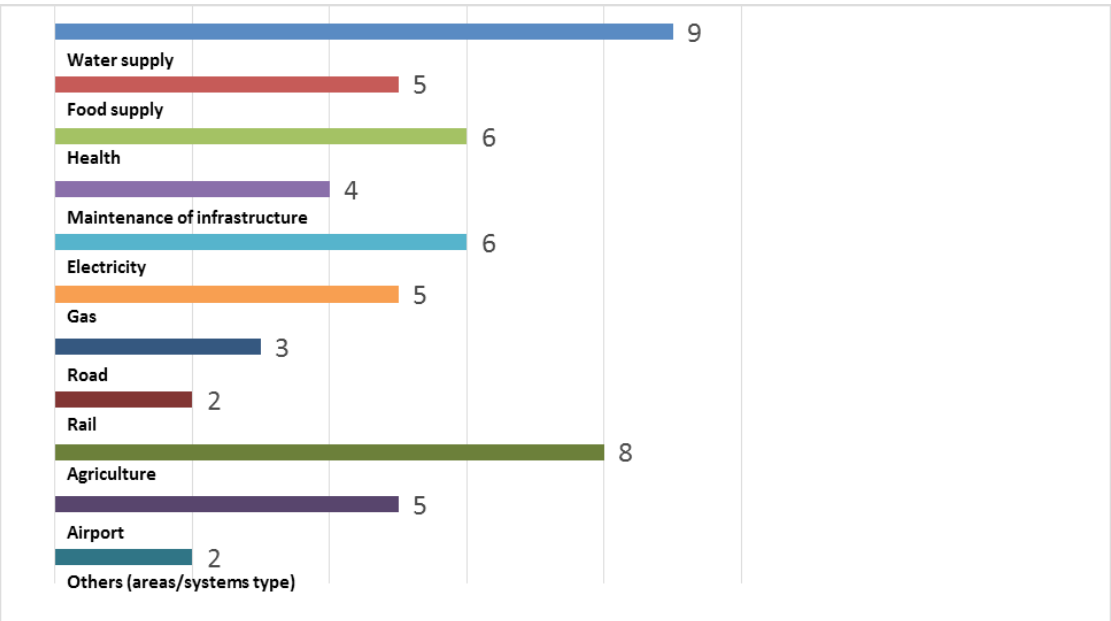
The question had not been asked in a comparable manner in 2011. 68% of the 2016 answers indicated having severe weather conditions in their rural/remote regions.

Q6 Is your administration using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change?



There were about the same number of answers than in 2011 (58% vs 60%) stating that administration is using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change.

It was then asked to specify in which area and the type of system and application used. The answers are reported in the following **figure**:



Q7 What ICT services would enable communities to better adapt to climate change? (One example could be automated text messages to communities about water shortage and emergency water supply, etc.)

The following answers were provided:

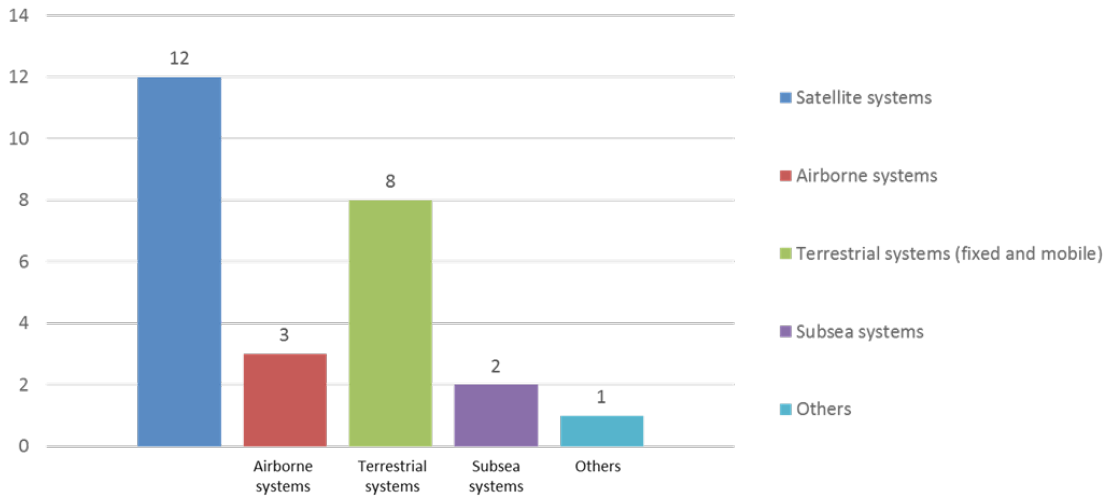
Country	Entity
Republic of the Sudan	*National Telecommunications Corporation (NTC)* Mobile telephone services. Various means of communication.
Republic of Korea	*Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)* SMS services to communities when issuing a fine dust warning.
Republic of Mali	*Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC* Unofficial translation: Sending automated text messages, websites, radio and TV news, climate change websites.
Democratic Republic of the Congo	*Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications* Unofficial translation: SMS, social networks, call center.
Republic of Cameroon	*Ministère des Postes et des Télécommunications* SMS, telephone, television, radio, fax, réseaux sociaux.
Belize	*Public Utilities Commission (PUC)* Natural disaster warnings and updates.
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL* Due to the use of the Internet and social networks to increase the populations of urban and rural areas , we suggest the adoption of communications mechanisms associated with the Internet, such as social and Apps communication networks (like WhatsApp) and others.
Plurinational State of Bolivia	*Ministerio de Obras Públicas, Servicios Y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones* Unofficial translation: Voice and data telecommunication services.
Republic of Armenia	*Ministry of Transport and Communication* The SMS information on extreme weather and road conditions is already applied in Armenia. The water shortage information also can be important for advance actions on proper management of available resources. Kazakhstan Communication, Informatization and Information Committee (Kazakhstan) Sending out alerts on such threats via mobile phones.
State of Palestine	*Ministry of Telecommunications & Information Technology* SMS, text messaging, social media sites, websites of relevant enterprises, TV and radio broadcasts.

Country	Entity
Arab Republic of Egypt	*Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)* In 1987 expert system technology was identified as an appropriate technology to speed up agricultural desert development in Egypt. The Central Laboratory for Agricultural Expert Systems (CLAES) has been established for agriculture management. It is domain independent and can be used with any commodity. CALES consists of three separate modules: an executive, a scheduler, and an expert system shell. In 1991, serious efforts have been started in Egypt to develop crop management expert systems for different crops. A prototype for an expert system for cucumber seedlings productions has been developed. This prototype has six functions: seeds cultivation, media preparation, control environmental growth factors, diagnosis, treatment, and protection.
State of Israel	*ATDI (France)* Sensors to indicate water wastes and remote readings of water meters
Chile	*SERMECOOP* Unofficial translation: Intensive use of sending messages and testimonies in social networks (Facebook, Twitter, Youtube, etc.). Develop a game or competition on social networks (with access from mobile devices), and compete by using several notifications of actions to mitigate climate change.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	*GSM Association (International)* See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/.
Eastern Republic of Uruguay	*Universidad de Montevideo* Unofficial translation: SMS, data collection systems for sensors, big data management and emergency communications of preference.

Country	Entity
Republic of Colombia	*Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones* Unofficial translation: – Improve hardware and software as well as interoperability between national and sectoral information systems that allow the automatic transmission of data (hydro-meteorological, energy consumption, sectoral statistics, watershed status, etc.) that allow the country to have efficient and useful systems for decision-making in order to face of climate change. – Improvement of the data transmission technologies of hydrometeorological and oceanographic stations. – Generate technological and human capacity for the management of geographic data that allow to improve the quality of the analysis on vulnerability, risk and adaptation. – Generate early warning systems for agriculture, energy sector, etc. – Develop Apps and information tools to present the information to the public more efficiently. – Policies (and materialization) of open data that allow the government to better access geographical information, satellite images, remote sensors, etc. in order to improve the level of knowledge of vulnerability in the territory. – Technological strengthening of the entities generating information and the Environmental Information System at national level, as well as local entities that must use the information to influence the generation of local policies, development strategies, project. – Social ownership of knowledge on adaptation to climate change. – Improve diffusion through different audiovisual media, radio, massive networks. – Improve knowledge of the regions to design more appropriate strategies. – Access to cartography generated by different actors (i.e. mapatons).

Q8 What specific technologies or standards for ICT equipment are used by your administration to gather data to monitor climate change? Please select those that are applicable:

Answers are illustrated in the following figure, where it appears that Satellite systems are the most used (52% of the answers), followed by terrestrial systems (26%).



Q9 What technologies and/or standards could enhance the gathering of data/information about climate change for your administration?

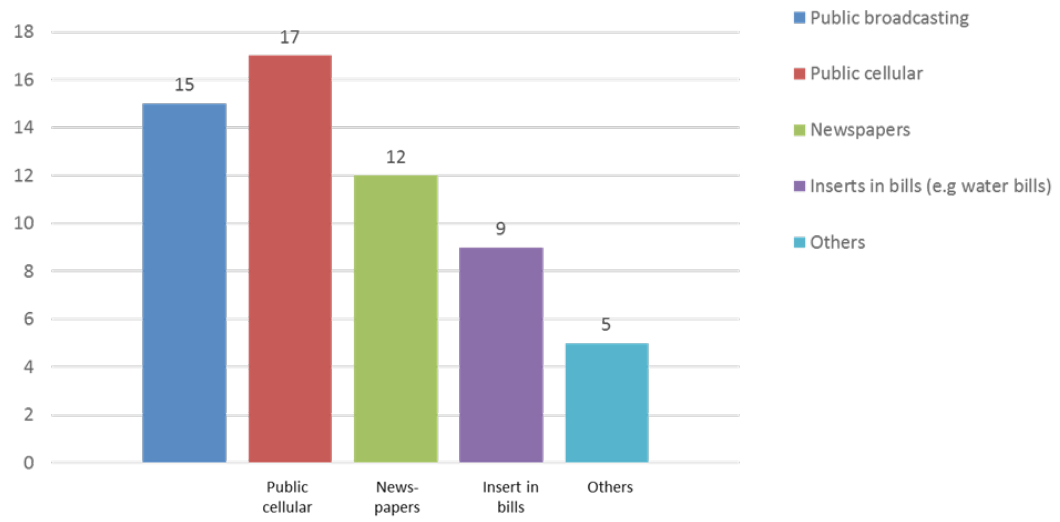
The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	*ATDI France* Israel enforces sharing of cellular sites by different operators
Chile	*SERMECOOP* Unofficial translation: A formal policy, which defines the role, the responsibility, the attributions and resources. So far these are the actions taken at an informal level.
Republic of the Sudan	*National Telecommunications Corporation (NTC)* Communications technology and information technology
Republic of Korea	*Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)* Developing a Geostationary Satellite (GSS) for climate and environmental predictions
Republic of Mali	Stations, des Observatoires etc.
Democratic Republic of the Congo	Systèmes à satellite.
Republic of Cameroon	*Ministère des Postes et des Télécommunications* Unofficial translation: Satellite systems; Earth systems (fixed and mobile) and submarine system.

Country	Entity
Republic of Colombia	*Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones* *Unofficial translation:* – Greater access to satellite information; – Remote sensors; – Open data in all national and local entities; – Geographic information systems (capacity, management, use of open data); – Information systems (hardware and software) that allow the use of geographic and alphanumeric data efficiently and safely; – Interoperability of existing systems and subsystems; – Accessible modelling tools and training for their management; – Improvement of hydrometeorological and oceanographic stations in data transmission; – Technological capacity of national and local entities in data management.
Republic of Armenia	*Ministry of Transport and Communication* Expansion of the network automated hydrometriological observation stations, improved of the affordable systems for the assessment of the snow cover in mountainous areas for prediction of water resources and flood alarming. The water level measurement in reservoirs in real time for better planning.
State of Palestine	*Ministry of Telecommunications & Information Technology* Advanced weather monitoring network; Time series of high-precision remote sensing satellite images.
Belize	High altitude platforms.
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL* Terrestrial radio systems (private networks), terrestrial cellular systems and satellite broadcasting.

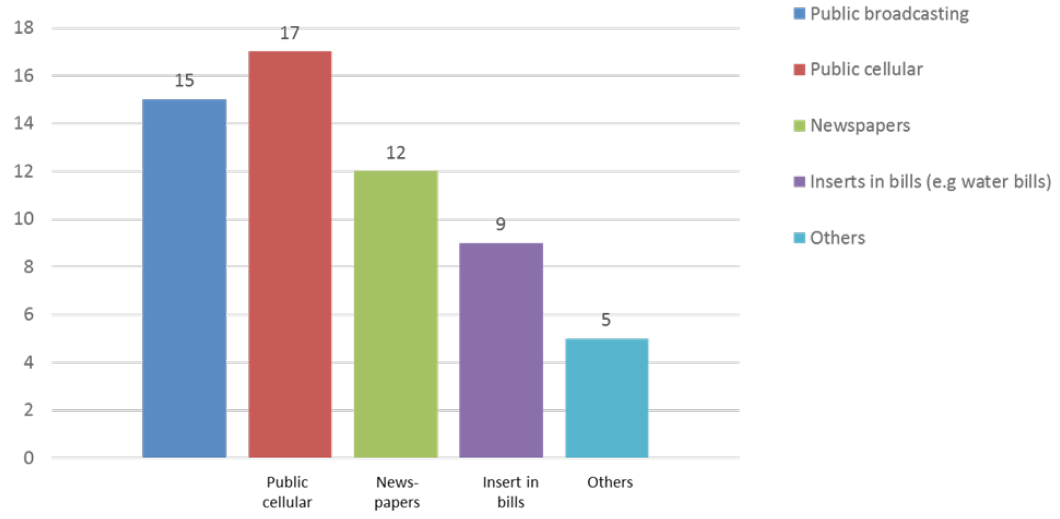
Q10 What information communication technologies and standards are used by your administration to disseminate information about climate change to those who need it (e.g. in broadcast, Satellite systems)?

Answers are illustrated in the following figure. Terrestrial systems still represent about 70% of the answers regarding technologies and standards used by administrations to disseminate information about climate change.



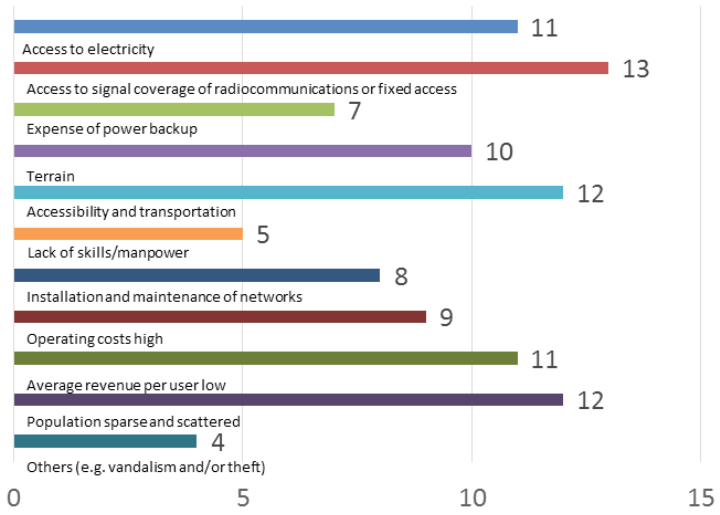
Q11 What technologies and/or standards could enhance the dissemination of information about climate change to those who need it?

Answers are illustrated in the following figure. Public cellular was the most often quoted (30%), followed by Public broadcasting and Newspaper.



Q12 Access to information is important for communities needing to adapt to climate change. What are the challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/ remote areas in your region? Please indicate those that affect you most from the following examples:

As shown in the following **figure**, there were many challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/remote areas, almost all equally important. These challenges included Average revenue per user, Access to electricity, Accessibility and transportation, Access to signal coverage of radiocommunications or fixed access, Population scarce or scattered.



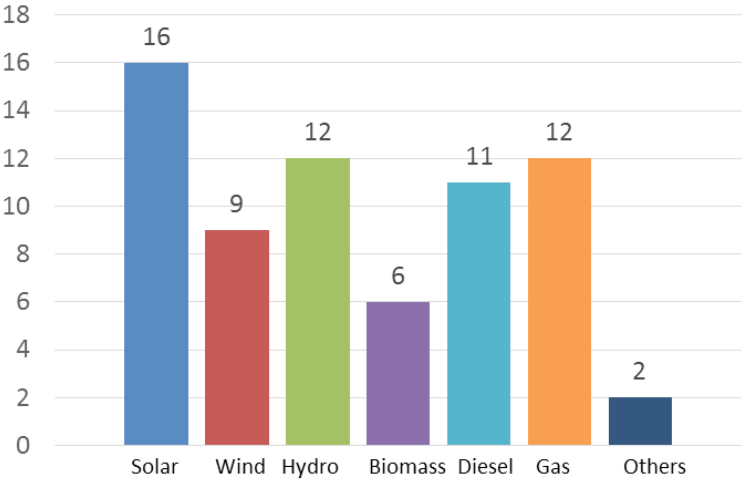
Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	*SERMECOOP* Unofficial translation: Not having the necessary electrical energy, the culture of the population.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	*GSM Association, International* See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/.
Sudan	*National Telecommunications Corporation (NTC)* The US economic boycott on systems, equipment, devices and spare parts.
Democratic Republic of the Congo	*Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications du Congo (A.R.P.T.C.)* Unofficial translation: Lack of road infrastructure to access rural and remote areas and insufficient deployment and/or lack of electricity distribution network
Republic of Cameroon	*Ministère des Postes et des Télécommunications* Unofficial translation: The main obstacles found are: – Access to electricity: it is not only that the network is not extended but also the power cuts are frequent. – Access to radio signal or fixed access: rugged terrain. – Accessibility and transport: low density of the transport network. – Natural hazards: high frequency of natural disasters due to climate events.

Country	Entity
Republic of Armenia	*Ministry of Transport and Communication* Because of the factors/challenges mentioned above, possible investments by private operators in telecommunication projects in rural/remote areas are less cost-effective and require longer payback periods than similar investments in urban areas
State of Palestine	*Ministry of Telecommunications & Information Technology* Other challenges include the presence of military occupation, resulting in lack of control over territory and of full control over crossing points and imports
Plurinational State of Bolivia	*Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones* Unofficial translation: Municipal authorization for the installation of towers, supports of antennas and telecommunications networks. Installation of telecommunication infrastructures in national protected areas. Opposition of some people in urban areas.
Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL* Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. Overcome the differences and difficulties of this reality, especially those related to access to information for people in remote areas, it is a major challenge for the national strategy related to climate change.

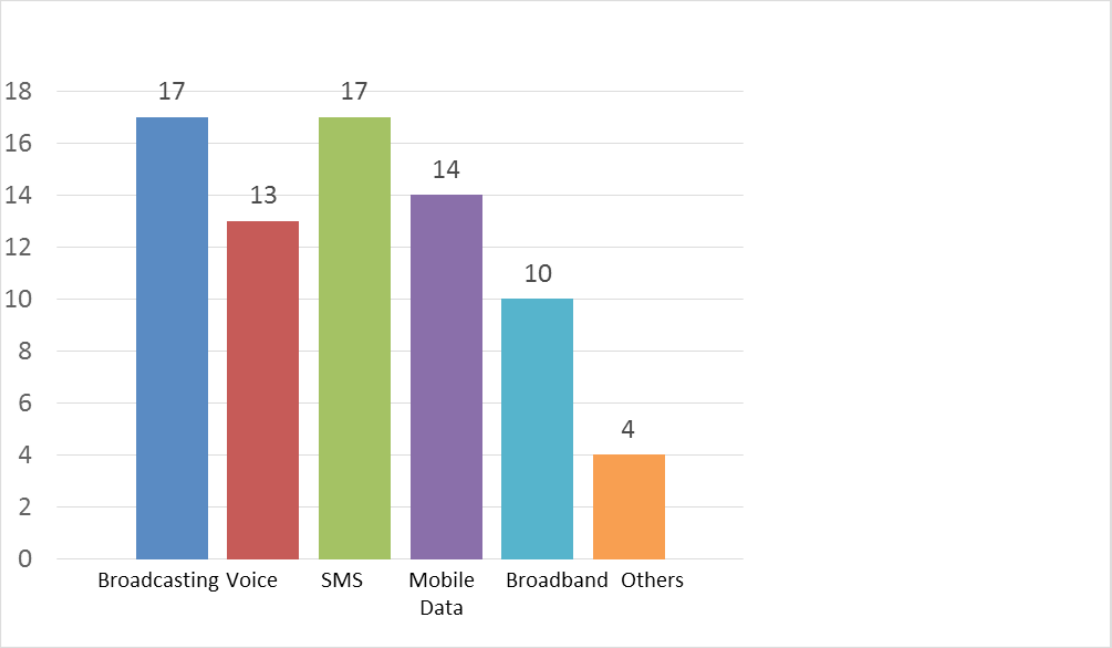
Q13 What primary and backup energy sources are available in your rural/remote areas?

As evidenced in the following figure, solar was the most often quoted (24%), followed by Hydro and Gas (18%). Diesel was 16% of the quotes.



Q14 What types of broadcasting/telecom/mobile systems are needed to allow enhanced access to information concerning climate change or extreme weather events in rural/remote regions?

SMS and Broadcasting were the most often quoted (23%), followed by mobile data and voice



Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	*SERMECOOP* Unofficial translation: electric energy.
Republic of Cameroon	*Ministère des Postes et des Télécommunications* *Unofficial translation:* Fax.
Republic of Colombia	*Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones* Unofficial translation: Television.

Country	Entity
United States of America	*U.S. Department of State, Bureau of Economic, and Business Affairs Communication and Information Policy, Multilateral Affairs* Some examples of systems in the United States for extreme weather events or other emergency alerts: Emergency Alert System (EAS): The Emergency Alert System (EAS) is a national public warning system that requires broadcasters, cable television systems, wireless cable systems, Satellite Digital Audio Radio Service (SDARS) providers, and Direct Broadcast Satellite (DBS) providers to provide the communications capability to the President to address the American public during a national emergency. Additionally, EAS equipment can directly monitor the National Weather Service for local weather and other emergency alerts, which local broadcast stations, cable systems, and other EAS participants can then rebroadcast, providing an almost immediate relay of local emergency messages to the public. Wireless Emergency Alerts (WEA): WEA is a public safety system that allows customers who own certain wireless phones and other enabled mobile devices to receive geographically-targeted, text-like messages alerting them of imminent threats to safety in their area. The technology ensures that emergency alerts will not get stuck in highly congested areas, which can happen with standard mobile voice and texting services. Wireless companies volunteer to participate in WEA. WEA enables government officials to target emergency alerts to specific geographic areas through cell towers that broadcast the emergency alerts for reception by WEA-enabled mobile devices. The alerts from authenticated public safety officials are sent through the Federal Emergency Management Agency's (FEMA's) Integrated Public Alert and Warning System (IPAWS) to participating wireless carriers, which then push the alerts from cell towers to mobile devices in the affected area. The alerts appear like text messages on mobile devices. Both EAS and WEA are part of FEMA's IPAWS, which is a modernization and integration of the nation's alert and warning infrastructure. IPAWS provides public safety officials with an effective way to alert and warn the public about serious emergencies using the EAS, WEA and other public alerting systems from a single interface.

Q15 What are the educational means in rural/remote regions to train individuals for the use of ICTs for adaptation to climate change?

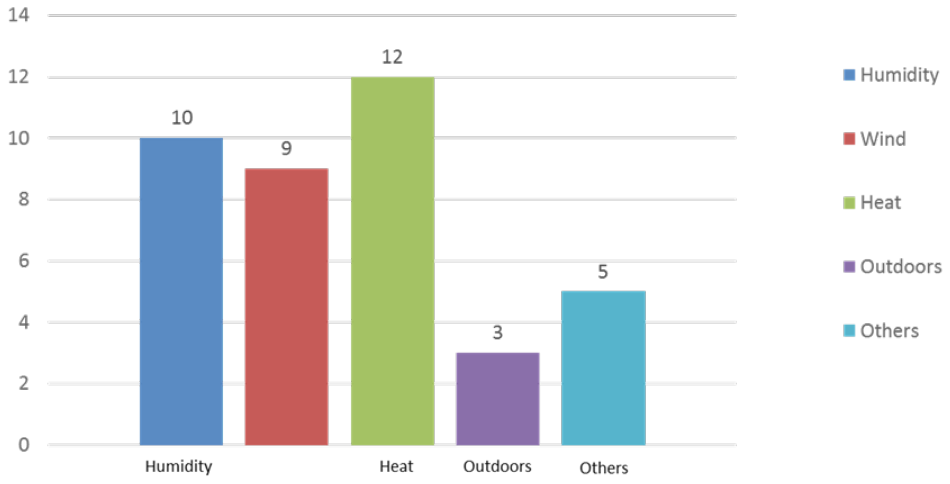
The following answers were received:

Country	Entity
Chile	*SERMECOOP* *Unofficial translation:* There are several possibilities, but a good motivation is required, based on the advantages and/or benefits for them to adapt themselves to those effects. Given the culture of these areas it is not useful to talk about benefits for the country and/or the world.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	*GSM Association (International)* See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/.
Republic of Uruguay	*Universidad de Montevideo* Unofficial translation: Rare or none.
Republic of the Sudan	*National Telecommunications Corporation (NTC)* – Universal access services. – Awareness-raising and educational campaigns.

Country	Entity
Republic of Korea	*Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)* Providing necessary facilities.
Republic of Mali	*Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC e (Mali)* ***Unofficial translation:*** Existence of strategy documents, existence of technical services of the State, NGOs etc.
Democratic Republic of the Congo	*Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications (Dem. Rep. of the Congo)* Unofficial translation: – Installation of telecenters for the community; – Churches; – Schools.
Republic of Cameroon	*Ministère des Postes et des Télécommunications* Unofficial translation: seminars; broadcasts/community radio and television; awareness campaigns; associations and religious networks; written materials (leaflets, posters, banners, technical sheets…).
Republic of Colombia	*Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones* Unofficial translation: There are good possibilities to the extent that strategies are designed taking into account the local needs and conditions of vulnerability and having a component of social ownership. In Colombia, we have worked on some pilot projects of this type from which important lessons have been learned. In addition, it would be necessary to ensure the coverage of data networks in such remote areas and the capacity of national and local institutions to generate the necessary data in a sustainable manner over time.
Republic of Armenia	*Ministry of Transport and Communication* E-Learning tools, booklets, leaflets, etc.
State of Palestine	*Ministry of Telecommunications & Information Technology* Educational and training workshops; Instructional materials (leaflets, compact discs).
Plurinational State of Bolivia	*Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones* Unofficial translation: The training should be carried out by the Plurinational Authority of Mother Earth [Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra] under the Ministry of Environment and Water as the head of sector on the issue of climate change.
Federative Republic of Brazil	*Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL* As already mentioned, Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. In rural / remote areas, educational facilities are also very different, but we believe that the recent spread of modern media (such as Internet, mobile and social networks) is presented as a viable option to be used as appropriate educational means.

Q16 Some systems are specifically developed for developing countries; most of them have some features that are not essential enough to justify their cost and/or lack the required specification to meet the existing conditions in developing countries. What are the conditions requiring specific features that are essential in rural/remote regions in your country?

Heat was the most often quoted condition (31%), followed by Humidity (25%) and Wind (23%).



Annex 2: List of contributions received for Question 6/2 during study period 2014-2017

The contributions received for consideration by Question 6/2 are listed below.

Question 6/2 contributions for Rapporteur Group and Study Group meetings

Web	Received	Source	Title
2/466 +Ann.1	2017-03-23	Argentine Republic	Pursuing UN Sustainable Development Goals through IoT for irrigation systems
2/443	2017-01-19	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group meeting on Question 6/2, Geneva, 19 January 2017
2/418 [OR]	2017-02-17	Rapporteur for Question 6/2	Final Report for Question 6/2
RGQ/237 + Ann.1	2016-12-22	Rapporteur for Question 6/2	Proposed Annex 1 to Question 6/2 final report
RGQ/232	2016-12-08	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change
RGQ/223	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.3 on submarine systems for climate change monitoring
RGQ/222	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.1 on terrestrial systems for climate change monitoring
RGQ/214 [OR]	2016-11-25	Rapporteur for Question 6/2	Draft Final Report for Question 6/2
2/372	2016-09-13	Telecommunication Development Bureau	Overview of input received through the ITU-D Study Group 2 consolidated survey for Questions 6/2, 7/2 and 8/2
2/363	2016-09-13	France	Proposed revision of report on question 6/2 on ICT and climate change
2/356	2016-09-07	Qualcomm, Inc.	India- Stove Trace Case Study
2/336	2016-08-09	The ITU Association of Japan	Proposal for recycling method of lead acid battery
2/331 (Rev.1)	2016-08-12	Alcatel-Lucent France, Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG	Revised outline of output report for Question 6/2- Section 4
2/327	2016-08-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
2/324	2016-08-11	Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG,Alcatel-Lucent France	Revised outline of output report for Question 6/2

Web	Received	Source	Title
2/275	2016-06-29	Orange (France)	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux mobiles des pays en développement
2/267 [OR]	2016-04-27	Rapporteur for Question 6/2	Draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
2/262	2016-04-25	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 25 April 2016
RGQ/167	2016-04-26	Rapporteur for Question 6/2	Working document: draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
RGQ/165 +Ann.1	2016-04-25	France	COP21- Résultats et prochaines étapes
RGQ/160	2016-04-08	France	Proposal for the Question 6/2 output report
RGQ/154	2016-04-05	United States of America	Proposed revision of clause 1 of the Q6/2 report
RGQ/153	2016-04-05	United States of America	Proposed editorial revision of clause 2.2 of the Q6/2
RGQ/152	2016-04-05	United States of America	Proposed text for clause 2.4 of the Q6/2 report
RGQ/151	2016-04-05	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
RGQ/134	2016-03-30	Orange	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux des pays en développement
RGQ/109	2016-03-02	France	Réduire la consommation énergétique des TIC
2/248	2015-09-14	Rapporteur for Question 6/2	Outline of output report for Question 6/2
2/226	2015-08-19	Democratic Republic of the Congo	Initiatives internationales sur les changements climatiques
2/195	2015-07-26	United States of America	Proposed initial text for clause 2.2 of the Q6/2 report
2/194	2015-07-26	United States of America	Comments on the draft outline of the Q6/2 report
2/168	2015-07-22	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
2/162	2015-07-21	France	Eléments scientifiques sur le changement climatique
2/161	2015-07-21	France	The connected and sustainable city
2/152	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft Questionnaire on ICT and Climate Change
2/151	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft table of contents for Question 6/2: ICT and climate change

Web	Received	Source	Title
2/138	2015-05-08	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 28 April 2015
RGQ/68	2015-04-14	KDDI Corporation	Mobile base stations with tribrid electric control technology
RGQ/53 Rev.1	2015-03-21	France	Éléments scientifiques sur le changement climatique
RGQ/49	2015-03-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change? Trends in telecommunication reform 2010 Chapter on climate change
RGQ/39	2015-03-11	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and climate change
RGQ/10	2014-12-15	Rapporteur for Question 6/2	Draft work plan for Question 6/2
2/89	2014-09-09	General Secretariat	WSIS Stocktaking: Success stories
2/87	2014-09-08	General Secretariat	Report on WSIS Stocktaking 2014
2/85	2014-09-08	Alcatel-Lucent France	Proposal for initial work plan for Question 6/2
2/47	2014-08-14	BDT Focal Point for Question 6/2	Work of ITU in the area of ICTs and Climate Change
2/33	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the Working Party 3 of ITU-T Study Group 5 meeting (Geneva, 19-23 May 2014)
2/32	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the ITU-T Study Group 5 meeting (Lima, 2-13 December 2013)
2/31	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	ITU-T activities on ICTs, the environment and climate change

Liaison Statements

Web	Received	Source	Title
1/272	2016-05-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study 1 and 2 on updates on ITU-T SG 5 activities relevant to ITU-D study groups
1/268	2016-04-11	ITU-R Working Party 7C	Liaison Statement from ITU-R Working Party 7C to ITU-D SG2 on Response on ICT and climate change
RGQ/87	2015-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 on ITU-D SG2 Q6/2 work for the 2014-2017 study period

Web	Received	Source	Title
RGQ/33	2015-03-03	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 on the Executive Summary of the ITU-T Study Group 5 Meeting
RGQ/21	2015-02-09	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 on Inviting ITU-D Study Group 2 Question 6 to provide information to Question 15/5 "ICTs and adaptation to the effects of climate change" with respect to work item: Recommendation ITU-T L.1500 Supplement on Adaptation

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

نائب المدير ورئيس دائرة الإدارة وتنسيق العمليات (DDR)

Email: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5784
Fax: +41 22 730 5484

دائرة البنية التحتية والبيئة التمكينية والتطبيقات الإلكترونية (IEE)

Email: bdtiee@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

دائرة الابتكارات والشراكات (IP)

Email: bdtip@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

دائرة المشاريع وإدارة المعرفة (PKM)

Email: bdtpkm@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

إفريقيا

إثيوبيا
المكتب الإقليمي للاتحاد

P.O. Box 60 005
Gambia Rd., Leghar ETC Building
3rd floor
Addis Ababa – Ethiopia

Email: ituaddis@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 – Cameroun

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 du Méridien
Immeuble Rokhaya
B.P. 29471 Dakar-Yoff
Dakar – Sénégal

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 06, Bloco "E"
10º andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
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 0343/4
Fax: +1 246 437 7403

شيلي
مكتب المنطقة للاتحاد

Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Casilla 50484, Plaza de Armas
Santiago de Chile – Chile

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

هندوراس
مكتب المنطقة للاتحاد

Oficina de Representación de Área
Colonia Palmira, Avenida Brasil
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso
P.O. Box 976
Tegucigalpa – Honduras

Email: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 22 201 074
Fax: +504 22 201 075

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: itubangkok@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: itujakarta@itu.int
Tel.: +62 21 381 3572
Tel.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 05521

كومنولث الدول المستقلة

الاتحاد الروسي
مكتب المنطقة للاتحاد

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

Mailing address:
P.O. Box 47 – Moscow 105120
Russian Federation
Email: itumoskow@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070
Fax: +7 495 926 6073

آوروبا

سويسرا
الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
مكتب تنمية الاتصالات (BDT)
مكتب المنطقة للاتحاد

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 – Switzerland
Switzerland
Email: eurregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 6065

الاتحاد الدولي للاتصالات
مكتب تنمية الاتصالات
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
www.itu.int

ISBN 978-92-61-23126-2

طبع في سويسرا
جنيف، **2017**