منشورات ITU

الاتحاد الدولي للاتصالات
قطاع الاتصالات الراديوية

الاتصالات الراديوية وتغير المناخ

طبعة 2020

الاتصالات الراديوية وتغير المناخ

طبعة 2020

ISBN

978-92-61-31876-5 (النسخة الورقية)
978-92-61-31886-4 (النسخة الإلكترونية)
978-92-61-31896-3 (نسخة EPUB)
978-92-61-31906-9 (نسخة MOBI)

إخلاء مسؤولية

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

يرجى مراعاة الجوانب البيئية قبل طباعة هذا التقرير.

© الاتحاد الدولي للاتصالات 2020

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

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

"تغير المناخ هو القضية الحاسمة في عصرنا – ونحن في مرحلة حاسمة. ونواجه تهديداً وجودياً مباشراً. ويتحرك تغير المناخ بشكل أسرع منا – وقد أحدثت سرعته دوياً قوياً (نداء استغاثة) في جميع أنحاء عالمنا. ونعرف ما يحدث لكوكبنا. ونعرف ما يجب علينا فعله. بل ونعرف حتى كيف نفعل ذلك. وإن فوائد هائلة تنتظر البشرية إذا تمكنا من الارتقاء إلى مستوى التحدي المناخي. والكثير من هذه الفوائد اقتصادية. وكل يوم نخفق في العمل هو يوم نقترب فيه قليلاً نحو مصير لا يريده أي منا – وهو مصير سيكون له صدى على مر الأجيال في الأضرار التي لحقت بالبشرية والحياة على الأرض. ومصيرنا في أيدينا. وإن العالم يعتمد علينا جميعاً للارتقاء إلى مستوى التحدي قبل فوات الأوان."

أنطونيو غوتيريش
الأمين العام للأمم المتحدة

"إن ثورة رقمية تجتاح العالم، مدفوعة بظهور تكنولوجيات رائدة تمتد من الذكاء الاصطناعي إلى إنترنت الأشياء والجيل الخامس (5G). وسواء كنا نتعامل مع ارتفاع مستويات سطح البحر، أو فقدان التنوع البيولوجي، أو نقص المياه، أو نوعية الهواء، أو الأمن الغذائي، فإن هذه التكنولوجيات تنطوي على إمكانات هائلة لمعالجة الأسباب الجذرية والآثار المدمرة بالفعل الناجمة عن أزمة تغير المناخ."

السيد هولين جاو
الأمين العام للاتحاد الدولي للاتصالات

تمهيد

إن تغير المناخ وتنامي استغلال الموارد الطبيعية للأرض يتسببان في الوقت الحاضر في حدوث مجموعة من المشاكل البيئية التي تستلزم تحركاً دولياً. وإن أرادت البشرية التصدي بفعالية لهذه المشاكل، فإن العديد من الحلول ستسترشد بالرصد العالمي للبيئة، بما في ذلك استخدام الأصول الفضائية. ونظراً إلى أنه يلزم لضمان دقة التنبؤات بالطقس الانطلاق من أفضل تقدير ممكن لحالة الغلاف الجوي الراهنة، فمن الأهمية بمكان أن يحصل أخصائيو الأرصاد الجوية على رصدات عالمية دقيقة في الوقت الفعلي لما يحدث في الغلاف الجوي للأرض فوقها وفوق المحيطات. وتحقيقاً لذلك، فهم يعتمدون على استشعار الفضاء. فالبيانات الساتلية تشكل اليوم مدخلات لا غنى عنها لنماذج ونُظم التنبؤ بالطقس المستخدمة لإصدار إنذارات السلامة وغيرها من المعلومات الداعمة لعمليات صنع القرار على الصعيدين العام والخاص.

ماريو مانيفيتش
مدير مكتب الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات

جدول المحتويات

تمهيد iv

قائمة بالأشكال والجداول vi

مقدمة vii

1 أنظمة الاتصالات الراديوية وتطبيقاتها في دعم فهم آثار تغير المناخ وتقييمها والحد منها 1

عمليات الرصد الساتلي لسطح الأرض والغلاف الجوي المحيط بها 2

دروع الجليد 6

المحيطات 7

حرارة سطح البحر ومتوسط ارتفاع مستوى البحر 8

رطوبة التربة وملوحة المحيطات 9

الغلاف البيولوجي 9

رادارات الأرصاد الجوية 10

رادارات جانبيات الرياح 11

الرادارات الأوقيانوغرافية 12

الرصد الراديوي للشمس 13

مساعِدات الأرصاد الجوية 15

الأنظمة المتنقلة 19

2 أنشطة لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية 21

3 نتائج المؤتمرات العالمية الأخيرة للاتصالات الراديوية 23

المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) 23

المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2015 (WRC-15) 24

المؤتمرات العالمية السابقة للاتصالات الراديوية 24

4 الاستنتاجات 27

قائمة بالأشكال والجداول

الأشكال

الشكل 1: انهيار الرف الجليدي Larsen B في غربي منطقة القطب الجنوبي.تفكك 2 000 كيلومتر مربع من الرف الجليدي في مجرد شهرين..... 7

الشكل 2: مؤشرات الأوراق الخضر بواسطة المقياس الراديوي الطيفي للصور المتوسطة الاستبانة ((MODIS)) وهي تبين التغيرات الموسمية في الغطاء النباتي..... 10

الشكل 3: توزيع معدل المطر في إعصار..... 11

الشكل 4: مواقع الرادارات الأوقيانوغرافية القائمة والمقترحة في الولايات المتحدة الأمريكية ومنطقتي جزر المحيط الهادئ والبحر الكاريبي..... 13

الشكل 5: النشاط الشمسي كما هو منظور من ساتل ومن الأرض..... 14

الشكل 6: إطلاق مسبار راديوي..... 16

الشكل 7: مثال لحصيلة تحري الصواعق لمدة ساعتين..... 18

الشكل 8: مشاهدة استهلاك الطاقة في المنزل..... 20

الشكل 9: التحكم عن بُعد في مكيفات الهواء في المكاتب..... 20

رسوم توضيحية: المعمارية المفاهيمية للمنظومة العالمية لأنظمة رصد الأرض (GEOSS)..... 27

أضواء ليلية مرئية على سطح الأرض..... 28

الجداول

الجدول 1: أنواع أنظمة رصد الأرض..... 1

الجدول 2: نطاقات التردد المخصصة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وعرض النطاق المطلوب تبعاً لنمط الرادار..... 4

الجدول 3: المتغيرات المناخية الأساسية التي توفرها السواتل..... 5

الجدول 4: نطاق تطبيق الدراسات الجارية ضمن قطاع الاتصالات الراديوية والمتصلة بتغير المناخ..... 22

مقدمة

إن إطلاق الإنذار في الوقت الملائم بوقوع الكوارث الطبيعية والبيئية، ودقة التنبؤ بأحوال المناخ والتعمق في فهم الموارد النادرة، مثل الكتلة الحيوية والفلزات المعدنية والمياه والطاقة، والحفاظ عليها وتوخي الكفاءة في إدارتها، هي من الاشتراطات الأساسية لتحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة. والمعلومات عن المناخ وتغير المناخ والطقس والتهطال والتلوث أو الكوارث مسألة يومية على درجة بالغة من الأهمية بالنسبة للمجتمع العالمي. وتوفر أنشطة الرصد هذه المعلومات، وهي مطلوبة من أجل التنبؤ اليومي بحالة الطقس وإجراء دراسات عن تغير المناخ، وذلك من أجل حماية البيئة والنهوض بالتنمية الاقتصادية (في مجالات النقل والطاقة والزراعة والبناء والتنمية الحضرية ونشر المرافق والأمن) وحفاظاً على سلامة الأرواح والممتلكات. وتستخدم عمليات رصد الأرض كذلك لاستقاء بيانات مفيدة بخصوص الموارد الطبيعية، وهو ما يتسم بأهمية حاسمة من أجل البلدان النامية. وينبغي ألا يغرب عن البال أن هذه المعلومات، وهي تقوم على القياسات أو يتم جمعها، تتوفر وتوزع عن طريق أنظمة الاتصالات الراديوية. وتؤدي الاتصالات الراديوية دوراً بارزاً في رصد المناخ وفي مساعدة البلدان على التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها وفي التصدي للتحديات الكبرى التي تواجهها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) في الاتحاد دوراً حيوياً في تنمية أنظمة الاتصالات الراديوية على صعيد العالم، وهو يتناول كل الجوانب التقنية والتشغيلية والتنظيمية الملائمة ذات الصلة. وقد أسند الاتحاد الدولي للاتصالات إلى قطاع الاتصالات الراديوية ثلاثة أهداف استراتيجية رئيسية، وهي:

- تأمين الترشيد والإنصاف والكفاءة والاقتصاد في استعمال جميع خدمات الاتصالات الراديوية لطيف الترددات الراديوية والمدارات الساتلية. وهذا هو دور المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية التي يعقدها الاتحاد الدولي للاتصالات، والتي تلتئم كل ثلاث إلى أربع سنوات، حيث تقرر الدول الأعضاء في الاتحاد تحديث لوائح الراديو، وهي المعاهدة الدولية التي تحتوي على الأحكام التنظيمية الواجب اتباعها في استعمال طيف الترددات الراديوية؛
- ضمان التشغيل الخالي من التداخلات لأنظمة الاتصالات الراديوية، بما فيها الأنظمة الفضائية. وهذا هو دور الدول الأعضاء في الاتحاد، من خلال تنفيذ الإجراءات التي تنص عليها لوائح الراديو التي يديرها مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد؛
- وضع توصيات وتقارير وكتيبات من أجل كفالة الأداء والجودة اللازمين لتشغيل أنظمة الاتصالات الراديوية. وهذا هو دور لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد.

ويوفر قطاع الاتصالات الراديوية 'عصب الحياة' لتطوير أي نظام اتصالات راديوية، وأعمال القطاع شرط أساسي لنجاح تشغيل أي تطبيق راديوي. وفي أثناء زيارة لمقر الاتحاد الدولي للاتصالات (يونيو 2007) قال الأمين العام للأمم المتحدة بان كي مون إن "الاتحاد الدولي للاتصالات واحد من أهم أصحاب المصلحة في مجال تغير المناخ".

1

أنظمة الاتصالات الراديوية وتطبيقاتها في دعم فهم آثار تغير المناخ وتقييمها والحد منها

إن رصد البيئة بواسطة الأنظمة الراديوية الساتلية أو الأرضية مسألة جوهرية في فهم القوى الهائلة التي تجعل من كوكب الأرض عالماً يعج بالحياة، ولكن هذه القوى قد تتهدد الحياة أيضاً. ومن الممكن رؤية الملامح الجيولوجية من الفضاء بكل وضوح، بل إن طبوغرافيا المحيطات التي تقاس بدقة في حدود سنتمتر واحد تصور لنا ملامح قاع المحيطات وتبين ما فيها من أخاديد وتشكيلات بركانية. وتساعد البيانات التي يتم جمعها على فهمنا لديناميات الغلاف الجوي وتفاعله مع المحيط واليابسة ومن ثم لا غنى عنها في بناء النماذج التي تستخدم يومياً في التنبؤ بأحوال الطقس. ولا يمكن فهم الآثار الطويلة الأجل على المناخ إلا بالاعتماد على المحاسيس الفاعلة أو المنفعلة في الفضاء الخارجي التي تقيس ارتفاع الأمواج وحرارة المياه ودرجة الملوحة وتركيز طبقة الأوزون – أي كل أنواع البيانات التي تصور سلوك البيئة التي نعيش فيها. ويضم الجدول 1 مختلف أنواع التطبيقات الراديوية المستخدمة في أنظمة رصد الأرض.

الجدول 1: أنواع أنظمة رصد الأرض

التطبيقات المنفعلة		المحاسيس الساتلية المنفعلة عن بُعد
		المحاسيس المنفعلة على الأرض
التطبيقات الفاعلة	الرادارات المقامة على الأرض	رادارات الطقس ورادارات جانبيات الرياح والرادارات الأوقيانوغرافية
	مساعِدات الأرصاد الجوية	المسابير الراديوية
	نطاقات إرسال البيانات أرض–فضاء	سواتل استكشاف الأرض وسواتل الأرصاد الجوية
	نطاقات إرسال البيانات فضاء–أرض	سواتل استكشاف الأرض وسواتل الأرصاد جوية
	الرادارات المحمولة في الفضاء	المحاسيس الساتلية الفاعلة عن بُعد (مقاييس الارتفاع، مقاييس التشتت، الرادارات ذات الفتحة التركيبية، رادارات قياس الأمطار، رادارات جانبيات السحب)

خلُص الفريق المعني بسياسة الطيف الراديوي في الاتحاد الأوروبي (RSGP)، في 'التقرير والرأي' عن "نهج منسق للطيف في الاتحاد الأوروبي لاستخدام الطيف الراديوي للأغراض العلمية" (25 أكتوبر 2006)، إلى أن:

"معظم هذه القيمة المجتمعية لا تقبل القياس من الناحية المالية، إذ إنها تتعلق بمنع وقوع خسائر كبيرة في الأرواح أو بمخاطر تتهدد الأمن والاستقرار الاجتماعي السياسي. ومع ذلك فإن الاستخدام العلمي للطيف له أيضاً أثر مباشر في العديد من المجالات الاقتصادية وفي جلب منافع اقتصادية في التطورات التكنولوجية والاقتصادية في مجالات الطاقة والنقل والزراعة والاتصالات والطب وما إلى ذلك."

إن الأثر الاقتصادي الطويل الأجل للمعلومات الناجم عن سواتل الاستشعار عن بُعد أثر لا بأس به، سواء في إنتاج الأغذية وغيرها من المنتجات الزراعية أم في تدوير عجلة مشاريع الأعمال والصناعات التي تتوقف على استقرار أحوال الطقس المحلي والمناخ على المدى الأطول. وتحقق أنشطة الطيران المدني والشحن البحري والنقل البري منافع ووفورات مباشرة من التأهب في الوقت المناسب لأحوال الطقس المعاكسة.

عمليات الرصد الساتلي لسطح الأرض والغلاف الجوي المحيط بها

إن السواتل هي أكثر الأساليب كفاءة من حيث التكلفة، إن لم تكن الوحيدة، لرصد بيئة الأرض بأكملها، براً وبحراً وجواً. ومن القدرات الفريدة التي تتسم بها السواتل أنها ترصد مساحات واسعة بانتظام ودون تدخل (باستخدام نفس الجهاز) مع القدرة على سرعة استهداف أي نقطة في الأرض، بما في ذلك الأماكن النائية والقاسية، وتواصل سلسلة من عمليات الرصد على امتداد فترة طويلة من الزمن. ومن خلال هذه القدرات، تعود الخدمة الساتلية لاستكشاف الأرض بالكثير من المنافع على المجتمع في القطاعات التجارية وتلك التي لا تبتغي الربح.

والسواتل هي أفضل وسيلة لالتقاط صورة حية للحالة الراهنة لكوكب الأرض من منظور واحد وحيد. إذ لا يمكن لأجهزة أي مركبة فضائية بمفردها أن توفر صورة كاملة للحالة، بينما يوفر لنا الأسطول الراهن من المركبات الفضائية، التي تعمل متضافرة وتتقاسم البيانات فيما بينها، أفضل تقييم متاح بشأن الأحوال العالمية.

وتخدم هذه البيانات غرضين، فهي:

- توفر أساساً لرصد وقياس تغير المناخ وآثاره على كوكب الأرض؛
- وتوفر مدخلات مثبتة علمياً لوضع النماذج المناخية.

لقد حقق علم المناخ خطوات تقدم مذهلة بفضل عمليات الرصد الساتلية. وأمكن بفضل مقياس الإشعاع الذي صاحب المركبة Explorer 7 من عام 1959 إلى عام 1961 قياس الطاقة التي تدخل الأرض وتخرج منها قياساً مباشراً. وقد مكنت هذه المهمة والمهمات التي أعقبتها العلماء من قياس توازن طاقة الأرض بقدر أكبر بكثير من الثقة مقارنة بالتقديرات غير المباشرة السابقة وأفضت إلى تحسين النماذج المناخية. ونظراً لتحسن أداء أجهزة قياس الإشعاع، فقد حققت هذه القياسات الدرجة المطلوبة من الدقة والاستبانة المكانية والتغطية العالمية اللازمة للمراقبة المباشرة للاضطرابات في 'ميزانية' الطاقة العالمية المرتبطة بالأحداث القصيرة الأجل، مثل التفجيرات البركانية الكبرى. وتقوم مقاييس الإشعاع هذه مباشرة بقياس الانتقال الحراري في النظام المناخي من الاستواء إلى القطب، وقياس أثر ظاهرة الاحتباس الحراري الناجم عن الغازات الشديدة التخلخل في الغلاف الجوي، وأثر السحب على ميزانية الطاقة في الأرض. وقد عززت عمليات الرصد هذه من فهمنا لنظام المناخ وحسنت النماذج المناخية.

ويؤدي *الاستشعار (الفاعل والمنفعل)* من *الفضاء* لسطح الأرض والغلاف الجوي دوراً أساسياً متزايد الأهمية في مجال التطبيق والبحوث في علم الأرصاد، ولا سيما في مجال التخفيف من آثار الكوارث المرتبطة بالطقس والمناخ وفهم تغير المناخ وأثره ورصده والتنبؤ به.

ويعزى التقدم المدهش الذي أحرز في السنوات الأخيرة في تحليل الطقس والمناخ والتنبؤ بهما، بما في ذلك الإنذارات بظواهر الطقس الخطيرة (من أمطار غزيرة وعواصف وأعاصير) التي تؤثر على كل المجتمعات السكانية والاقتصادات، إلى حد كبير إلى عمليات الرصد من الفضاء وتمثيلها في نماذج عددية.

ويجري *الاستشعار المنفعل من الفضاء* من أجل تطبيقات الأرصاد الجوية في نطاقات تردد راديوي يخصصه الاتحاد الدولي للاتصالات للخدمات الساتلية (المنفعلة) لاستكشاف الأرض ولخدمات الأرصاد الجوية. ويتطلب الاستشعار المنفعل قياس الاشعاعات الطبيعية، وهي عادة في مستويات طاقة منخفضة جداً. ويحتوي هذا القياس على المعلومات الأساسية عن العملية الفيزيائية قيد النظر. وتزداد أهمية الاستشعار المنفعل من الفضاء لسطح الأرض والغلاف الجوي في تطبيقات وبحوث علم الأرصاد الجوية. وهو يسهم أيضاً في فهم تغير المناخ وأثره ورصده والتنبؤ به. وتُستخدم أنظمة الأرصاد الجوية أيضاً لرصد التغيرات في المناخ والبيئة. وتواجه البشرية مجموعة شتى من الظواهر البيئية التي تتطلب العناية في بحثها وتحليلها. وتقوم أنظمة الأرصاد الجوية بتجميع بيانات القياسات الطويلة الأجل دعماً للدراسات التي تتناول التغيرات في المناخ والبيئة.

وبما أن مستوى الانبعاثات المرصودة منخفض جداً، يكاد لا يتجاوز الضوضاء الحرارية، فقد يكون للتوهين الجوي أثر كبير عليها، لا سيما بسبب امتصاص طاقة الموجات الراديوية في الأكسجين وبخار الماء في الجو، على غرار الانبعاثات من الغلاف الجوي للأرض بالذات. وفي هذه الظروف، يتسم انتقاء الترددات المناسبة للمحاسيس المنفعلة بأهمية حاسمة بغية التوصل إلى جودة القياس المطلوبة، إذ إن قلة من الترددات تلائم عمليات الرصد. فالقياسات التي تجري في ترددات حوالي GHz 1,4 مثلاً توفر أدق المعلومات عن ملوحة المياه، بينما نطاق التردد GHz 6 هو الأنسب لقياس حرارة البحر، والنطاق GHz 24 لبخار الماء، وما فوق GHz 36 لغيوم المطر. ومن ثم سرعان ما يتضح أن المشاركة، على الصعيد العملي، في استخدام ترددات الخدمات الفاعلة مع المحاسيس المنفعلة أمر غير ممكن. وفي هذه الحالة، تحدد 'لوائح الراديو' سلسلة من نطاقات التردد تحظر فيها الإرسالات. وهي تشمل نطاقات التردد MHz 1 427-1 400 وMHz 690 2-700 2 وGHz 10,7-10,68 وGHz 15,4-15,35 وGHz 24-23,6 وGHz 31,5-31,3 وGHz 31,8-31,5 وGHz 49,04-48,94 وGHz 50,4- وGHz 50,2 وGHz 54,25-52,6 وGHz 92-86 وGHz 102-100 وGHz 111,8-109,5 وGHz 116-114,25 وGHz 151,5- وGHz 148,5 وGHz 167-164 وGHz 185-182 وGHz 191,8-190 وGHz 209-200 وGHz 231,5-226 وGHz 252-250.

ويجري *الاستشعار الفاعل من الفضاء* من أجل عمليات الأرصاد الجوية والمناخية، وخصوصاً بواسطة أجهزة قياس الارتفاع لدراسات المحيطات والجليد أو بواسطة أجهزة قياس التشتت لدراسة الرياح السطحية في البحار أو بواسطة رادارات الأمطار والغيوم. وهو يوفر معلومات هامة عن حالة سطوح المحيطات واليابسة والظواهر في الغلاف الجوي. وتدعم سواتل خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) عملية النمذجة المناخية الطويلة الأجل وذلك بتوفير مدخلات بيانات عالمية حقاً. ولئن كانت الرصدات الساتلية قصيرة الأجل من حيث الزمن في علم المناخ فإنها توفر مع ذلك الكثير من متغيرات المناخ الأساسية، ويتوقف بعضها إلى حد كبير على الرصدات الساتلية بينما يتدعم ويتعزز البعض الآخر بهذه الرصدات. وتستخلص النماذج المحوسبة أكثر السيناريوهات احتمالاً فيما يتعلق بتطور التغيرات في المناخ. وهكذا فإن قياسات الاستشعار الفاعل والمنفعل هذه هي بمثابة معلومات خلفية ضرورية لتطوير سيناريوهات المناخ اللازمة لوضع سياسات وطنية وعالمية فيما يتعلق بتغير المناخ إجمالاً.

ويكمن مبدأ التشغيل الأساسي الذي تستند إليه أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية الفاعلة في أن الساتل يستهدف الشيء أو السطح الذي يتعين دراسته ويلتقط الإشارة المنعكسة التي يمكن معالجتها واستعمالها كمصدر معلومات لتحليل مختلف الخصائص أو الظواهر. وتنطوي المحاسيس الفاعلة على بعض المزايا مقارنة بالمحاسيس المنفعلة، من حيث إنها تبدي حساسية فريدة للعديد من معلمات البر والبحر والغلاف الجوي المتقلبة (من قبيل رطوبة النبات وارتفاع الغيوم). ومن الممكن علاوة على ذلك، بفضل الاستشعار الفاعل مثلاً، التغلغل عبر السطح والنبات والعمل في أي طقس وفي أي وقت وتحقيق استبانة مكانية عالية وتعزيز قياس الجودة بمغايرة زاوية الإضاءة والعمل في نطاق تردد واسع دون أي اعتماد على انبعاثات من ظواهر نطاق ضيق. وبما أن الإشارة المطلوبة تعبر الغلاف الجوي مرتين، متعرضة للتوهين والتشتت، فإن اختيار عرض النطاق الأمثل أمر هام جداً لدى التخطيط لأنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS). وترد في الجدول 2 قائمة بنطاقات التردد الموزعة بموجب لوائح الراديو إلى الخدمة EESS (النشيطة) ونطاق التردد المطلوب تبعاً لنمط الرادار.

الجدول 2: نطاقات التردد المخصصة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) وعرض النطاق المطلوب تبعاً لنمط الرادار

نطاق التردد المخصص بموجب المادة 5 من لوائح الراديو	عرض النطاق المطلوب				
	مقياس التشتت	مقياس الارتفاع	الرادار ذو الفتحة التركيبية	رادار قياس الأمطار	رادار جانبية السحب
MHz 438–432			MHz 6		
MHz 1 300–1 215	kHz 500–5		MHz 85–20		
MHz 3 300–3 100		MHz 200	MHz 200–20		
MHz 5 570–5 250	kHz 500–5	MHz 320	MHz 320–20		
MHz 8 650–8 550	kHz 500–5	MHz 100	MHz 100–20		
MHz 9 900–9 300	kHz 500–5	MHz 300	MHz 600–20		
MHz 13,75–13,25	kHz 500–5	MHz 500		MHz 14–0,6	
GHz 17,3–17,2	kHz 500–5			MHz 14–0,6	
GHz 24,25–24,05				MHz 14–0,6	
GHz 36–35,5	kHz 500–5	MHz 500		MHz 14–0,6	
GHz 79–78					MHz 10–0,3
GHz 94,1–94					MHz 10–0,3
GHz 134–133,5					MHz 10–0,3
GHz 238–237,9					MHz 10–0,3

إن رصد الطقس والتنبؤ به هو واحد من أكثر التخصصات التطبيقية تقدماً في مجال رصد الأرض. فمنذ عشرات السنين، توفر الرصدات الساتلية بيانات هامة تفضي إلى تحسين التنبؤات بأحوال الطقس. وهي تتراوح من تعقب تحركات الغيوم إلى رسم جانبيات الحرارة والرطوبة وإدراجها ضمن نماذج محوسبة للتنبؤ بالطقس ما فتئت تزداد دقة. ويمتد تأثير تنبؤات الطقس المحسنة عبر الكثير من الأنشطة البشرية، مثل الزراعة والنقل وإدارة المياه والصحة العامة والبناء والسياحة والترفيه والطاقة وغيرها. وتدعم سواتل خدمة استكشاف الأرض الساتلية عملية نمذجة المناخ الطويلة الأجل عن طريق توفير مدخلات بيانات عالمية حقاً. ولئن كانت الرصدات الساتلية قصيرة الأجل في الإطار الزمني للمناخ فإنها لا تزال توفر الكثير من المتغيرات المناخية الأساسية، وبعضها يتوقف إلى حد كبير على الرصدات الساتلية في حين يتدعم ويتعزز البعض الآخر بفضل الرصدات الساتلية (انظر الجدول 3). وعلاوة على ذلك، تُستخدم سواتل خدمة استكشاف الأرض الساتلية أيضاً في رصد الآثار العالمية لتغيرات المناخ أثناء حدوثها. ومن هذه الآثار الرصد الطويل الأجل لمستوى سطح البحر وأنهار الجليد والتغيرات في فصل النمو.

الجدول 3: المتغيرات المناخية الأساسية التي توفرها السواتل

	متغيرات في الغلاف الجوي	متغيرات في المحيطات	متغيرات في البر
تابعة	تهطال سطحي	حرارة سطح البحر	مستوى البحيرات
	ميزانية إشعاع طبقة الهواء العليا في الأرض	مستوى البحر	الغطاء الثلجي
	حرارة طبقة الهواء العليا	حالة البحر	أنهار الجليد وكتل الجليد
	سرعة واتجاه الرياح في طبقة الهواء العليا	جليد البحر	البياض
	بخار الماء في طبقة الهواء العليا	لون المحيط (بيولوجيا)	غطاء الأرض (بما فيه نمط النبات)
	خواص الغيوم في طبقة الهواء العليا	درجة الملوحة دون السطح	رطوبة التربة
	ثاني أكسيد الكربون		مؤشر طبقة الأوراق
	الأوزون		الكتلة الحيوية
	خواص الرذاذ		الاضطراب الناجم عن الحرائق
			جزء الاشعاع الناشط الممتص بالتمثيل الضوئي
مدعومة	حرارة الهواء السطحي	الملوحة السطحية	الصرف النهري
	ضغط الهواء السطحي	التيارات السطحية	استعمال المياه
	ميزانية الاشعاع السطحي	الضغط الجزئي لغاز CO_2 السطحي	المياه الجوفية
	سرعة واتجاه الرياح السطحية	الحرارة دون السطحية	الصقيع الدائم/البر المتجمد موسمياً
	بخار الماء السطحي	التيارات دون السطحية	
	غاز الميثان	المغذيات دون السطحية	
	غازات احتباس حراري أخرى طويلة الحياة	الكربون دون السطحي	
		راسمات المحيط دون السطحية	
		العوالق النباتية دون السطح	

دروع الجليد

ثمة مسألة محورية في بحوث تغير المناخ والمنطقة الجليدية وهي كيف يؤثر احترار المناخ على صحائف الجليد. وهي مسألة هامة لأن كميات الجليد القاري والمياه الذائبة التي تدخل المحيط تسهم بنصيب لا بأس به في تغير مستوى البحر. وكانت البيانات القطبية، قبل مجيء السواتل، تقتصر على بيانات تجمع محلياً أثناء الفصول المعتدلة. وقد برهن استخدام التجهيزات الراديوية المحمولة على متن السواتل على أنها مفيدة بصفة خاصة في المناطق القطبية حيث تتسم هذه المناطق بفترات مطولة من الظلام أثناء الشتاء، عندما تستثنى الرصدات في الطيف المرئي. ومن ثم زاد المشهد الصنعي من السواتل، لا سيما من السواتل المزودة بالمحاسيس الراديوية، من تغطية البيانات القطبية عدة أضعاف ولم يعد النفاذ مقصوراً بحكم الفصول.

وكان يفترض، قبل استخدام السواتل، أن توازن كتلة صحائف الجليد في القطب الجنوبي وفي غرينلاند مرهون بالفرق ما بين ذوبان الجليد ومعدلات التراكم، وكان يفترض أن معدل تفريغ الجليد في المحيطات ثابت. ولكن صور الرادارات الساتلية كشفت عن أن:

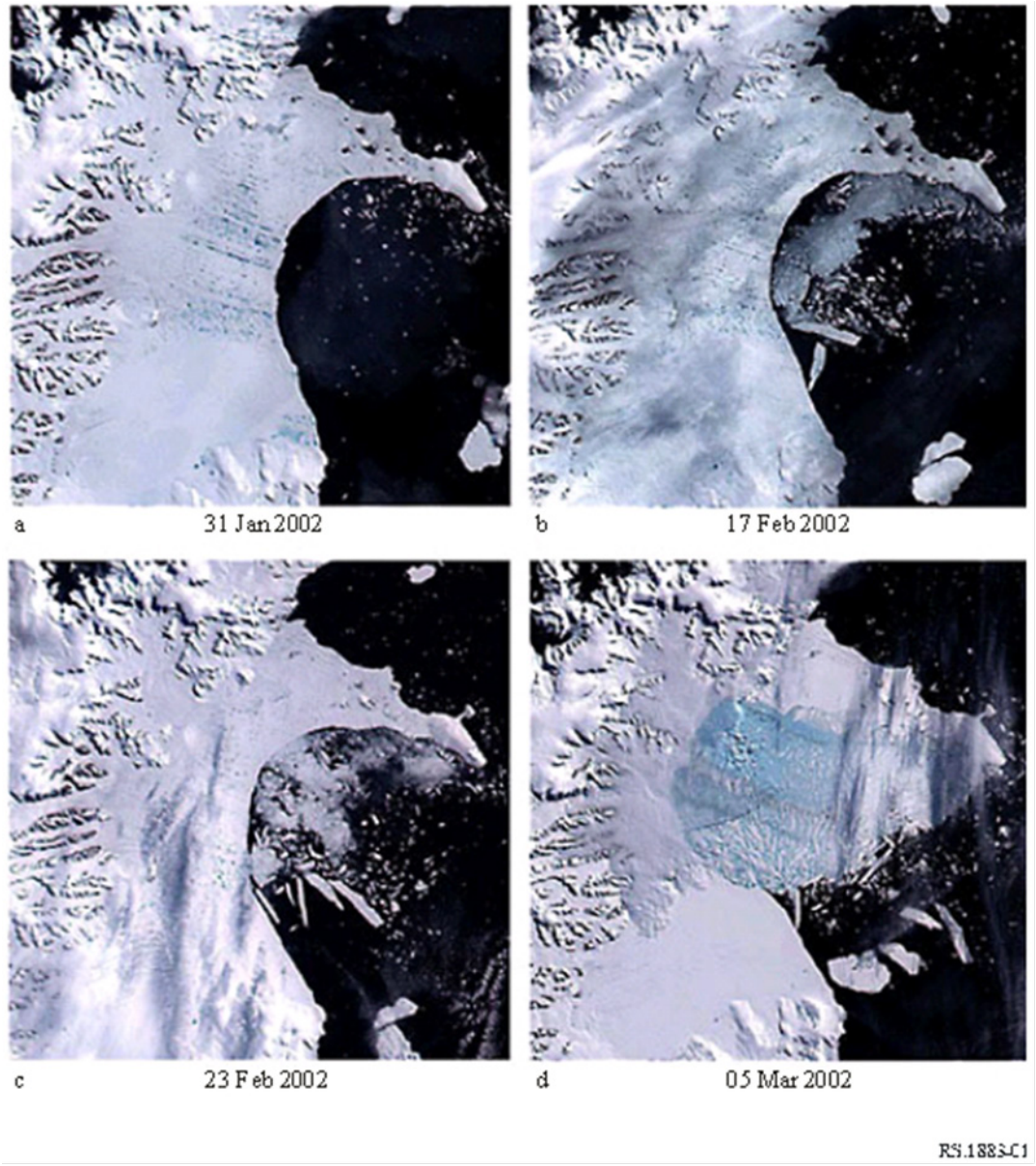
- سرعة تدفق صحائف الجليد متفاوتة جداً؛
- هنالك شبكات معقدة من تحركات الجليد؛
- سرعة تدفق الجليد نحو البحر ازدادت بمعدل ملحوظ استجابة لتغير المناخ.

ومن الدلائل على تغير المناخ والاحترار العالمي هو التراجع، وليس التقدم، في تحركات صحائف الجليد (أنهار الجليد والكتل الجليدية في البحر على السواء). وتكشف دراسة أنظمة الجليد على صعيد العالم عن انحسار واسع الانتشار منذ أواخر السبعينيات، مع تسارع ملحوظ منذ أواخر الثمانينيات. ويستخدم الاستشعار عن بُعد لتوثيق التغيرات في امتداد الكتلة الجليدية (حجم الكتلة) وموقع خط التوازن (الارتفاع في الكتلة الجليدية حيث يكافئ تراكم الشتاء ذوبان الصيف). وتوفر السواتل منذ عام 1972، صوراً بصرية لامتداد الجليديات. وتستخدم الرادارات ذات الفتحة التركيبية (SAR) الآن لدراسة مناطق تجمع ثلوج الجليديات وذوبان الجليد لتحديد مدى تأثير المناخ، ويُستخدم قياس الارتفاع بواسطة الليزر كذلك لقياس التغير في خط الارتفاع.

وبما أن الجليديات تستجيب للتغيرات المناخية الماضية والراهنة، ثمة عملية جارية لوضع جرد عالمي كامل للجليديات لتعقب المدى الراهن وكذلك معدلات التغير في جليديات العالم. ويستخدم مشروع "قياسات الجليد البري العالمي من الفضاء" بيانات مستقاة من كل من مقياس اشعاع الانبعاث والانعكاس الحراري المتقدم في الفضاء (ASTER) و'الراسم الموضوعي المعزز في الساتل البري' لجرد حوالي 160 000 جليدية في العالم أجمع. وهذه القياسات وما تفضي إليه من تحليلات في الاتجاهات هي مؤشرات هامة عن تغير المناخ وهي مثال لقيمة وأهمية مجموعات البيانات الطويلة الأجل في سبيل فهم نظام المناخ المعقد.

ومن الممكن بسهولة رصد صحائف الجليد بواسطة الأجهزة المحمولة في الفضاء، الفاعلة منها والمنفعلة. فقد جرت من الفضاء مراقبة حالات تكسّر صحائف الجليد الكبرى (مثل الرف الجليدي المعروف باسم Larsen B) في القطب الجنوبي. وإذا لم تتسبب هذه الانكسارات عن الاحترار العالمي فإن حدوثها قد تسارع من جرائه. وانهيال الرف الجليدي Larsen B في عام 2002 – الذي لم تم تصويره إلا بفضل التغطية المتواترة بالتصوير الساتلي – يصور على نحو مدهش ديناميات صحائف الجليد خلال فترة قصيرة جداً من الزمن (الشكل 1). ولهذه الاكتشافات آثار خطيرة، إذ إن انتقال الجليد السريع من صحائف الجليد القاري إلى البحر قد يؤدي إلى ارتفاع هام في مستوى سطح البحر.

الشكل 1: انهيار الرف الجليدي Larsen B في غربي منطقة القطب الجنوبي.تفكك 2 000 كيلومتر مربع من الرف الجليدي في مجرد شهرين.



المصدر: *عمليات رصد الأرض من الفضاء: السنوات الخمسون الأولى من المنجزات العلمية*، الصفحة 3، 2008، قابلة للتنزيل من الموقع: www.nap.edu/catalog/11991.html.

وفهم التغيرات التي تطرأ على صحائف الجليد وجليد البحر وقمم الجليد وأنهار الجليد أمر ضروري لفهم تغير المناخ العالمي والتنبؤ بآثاره. وعلى وجه التحديد، فقد اعتبر "انحسار صحائف الجليد" وما يسهم به من ارتفاع في مستوى البحر بمثابة ثالث أهم "حدث السنة" في عام 2006 حسبما جاء في مجلة **'العلوم'**. وفي ضوء تغير المناخ المرتقب وما يصحبه من ارتفاع في مستوى البحر، فإن توفر تغطية شاملة للقطبين في المستقبل سوف يلبي احتياجات حاسمة الأهمية لم يلبها أي نظام رصد آخر.

المحيطات

تغطي المحيطات حوالي 71% من سطح الكوكب وهي تؤدي دوراً هاماً في النظام المناخي من جوانب عديدة. وهي في الوقت ذاته مؤشر ممتاز على تغير المناخ. فقياس مستويات البحر مثلاً يكشف عن أدلة حاسمة الأهمية بشأن الاحترار العالمي.

وتنطوي التغيرات في الطقس والمناخ والبيئة عن تحديات جدية تواجه الإنسانية. ويتطلب التصدي لهذه التحديات المزيد من التحسينات في مجال التنبؤ بالطقس، لا سيما التنبؤات المتوسطة والطويلة الأجل. فإذا ما توفرت صورة أوضح عما سوف يحدث في غضون الأيام العشرة المقبلة أو الأشهر القليلة المقبلة – بل في الفصل المقبل – سيكون باستطاعة الناس ودوائر الصناعة التأهب على نحو أفضل لمواجهة أنماط الطقس المتقلبة. وتعني مواجهة هذه التحديات أيضاً توفر فهم أفضل لعوامل المناخ العالمية التي تتسبب في ظواهر من قبيل إعصاري El Niño وLa Niña في المحيط الهادئ، والإعصارات الخطيرة الأخرى، ولا سيما في ارتفاع مستويات البحر.

ولا يمكن سبر غور القوى الكامنة وراء أنماط الطقس المتغيرة إلا بتدوين التغيرات في أحوال سطح المحيطات حول العالم وباستخدام البيانات المجموعة لتطوير وتسيير نماذج متقنة لسلوك المحيطات. وبدمج نماذج المحيطات والغلاف الجوي يمكننا توفير التنبؤات الدقيقة المطلوبة سواء على المدى القصير أم الطويل. ويحتاج الأمر إلى مزاوجة نماذج المحيطات والغلاف الجوي لكي نأخذ بكامل الاعتبار ديناميات المحيطات على المدى المتوسط. وتتسم هذه المزاوجة بأهمية من أجل التنبؤ بأحوال الطقس لأكثر من أسبوعين. وتشكل المحيطات أيضاً جزءاً هاماً من عملية تغير المناخ، ومن المعترف به على نطاق واسع أن ارتفاعاً في مستويات البحر في كل أنحاء العالم ينطوي على واحدة من أشد عواقب الاحترار العالمي تدميراً.

حرارة سطح البحر ومتوسط ارتفاع مستوى البحر

ثمة إسهام هام في علوم المناخ وهو السجل الطويل الأجل لحرارة سطح البحر (SST). وتقاس الآن أيضاً حرارة سطح البحر بواسطة أجهزة موجات صغرية منفعلة. وحرارة سطح البحر واحدة من أهم مؤشرات التغير في المناخ العالمي وواحدة من المعلمات الحيوية في عملية النمذجة المناخية.

وقد كشف سجل حرارة سطح البحر عن دور المحيطات في التقلبات المناخية الإقليمية والعالمية كما كشف عن تفاصيل هامة بشأن تيارات المحيط. وثمة ما يزيد عن 80% من مجموع حرارة نظام الأرض مخزون في المحيطات، وتقوم تيارات المحيطات بإعادة توزيع هذه الحرارة عبر العالم. وقد ساعد تحليل الاتجاه في سجل حرارة سطح البحر على تحسين فهم التفاعلات الهامة في المناخ والغلاف الجوي في المناطق المدارية وهي المسؤولة أيضاً عن أحداث التذبذب الجنوبي لإعصار El Niño (ENSO) في المحيط الهادئ. وكان لخطوات التقدم المحرز في فهم هذا التذبذب، وفي مقدمتها الرصدات الساتلية لرياح سطح البحر وارتفاعات سطح البحر ودرجات حرارته، أثر عميق في عمليات التنبؤ بالمناخ والطقس على المستوى الاقليمي. وعلاوة على ذلك، تبين أن هنالك علاقة بين شدة الإعصارات ودرجة حرارة سطح البحر. وتبعاً لذلك، كانت الدراسات القائمة على البيانات المستمدة من السواتل مفيدة لفهم كل من حرارة سطح البحر والإعصارات.

وفضلاً عن ذلك، فإن لحرارة سطح البحر أهمية كبيرة في مزاوجة بيانات المحيطات والغلاف الجوي، وهي عامل ضبط في تبادل الحرارة والبخار بين الاثنين. وكشف تحليل اتجاهات حرارة سطح البحر عن أدلة بخصوص الاحترار العالمي والتفاعل الهام بين المناخ والغلاف الجوي في المناطق المدارية وهو مسؤول أيضاً عن أحداث التذبذب الجنوبي لإعصار El Niño. كما كشفت هذه الرصدات لحرارة سطح البحر، مشفوعة بقياسات عمودية لدرجات حرارة المحيط في الموقع حتى عمق 3 000 متر، عن أدلة لتقصي دلائل الاحترار العالمي في المحيطات الناجم عن أنشطة الإنسان.

ويفضي فهم الزيادة في حرارة سطح البحر ومساهمة الإنسان في حرارة سطح المحيطات إلى تشعبات هامة من أجل قياس ارتفاع مستوى البحر والتنبؤ به. ومن الممكن أن يكون متوسط ارتفاع مستوى البحر من مؤشرات الاحترار العالمي. وعملية رصد هذا المستوى هي عبارة عن تطبيق في علم قياس الارتفاع وواحدة من المسائل الرئيسية في العلوم البيئية في القرن الحادي والعشرين.

ومن العسير جداً فصل التقلبية الطبيعية للمناخ عن آثار الاحترار العالمي. وقد استقيت قياسات متوسط مستويات البحر طوال 15 سنة من الرصدات الساتلية. وكانت هذه الرصدات متسقة وتمخضت عن سلسلة زمنية دقيقة من الرصدات الساتلية. ومع ذلك فإن هذه الفترة قصيرة. أضف إلى ذلك أن من الضروري الإشارة إلى أن الاضطراب الناجم عن أنشطة الإنسان يضاف إلى التقلبية الطبيعية للمناخ. ولذلك فإن إشارات تغير المناخ لا يمكن تحريها إلا إذا كانت أكبر من مجال خلفية التقلبية الطبيعية. وتحري تغير المناخ العالمي أصعب بكثير من مجرد رصد الآثار الإقليمية. ويعزى جزء من الارتفاع الملاحظ في مستوى البحر إلى ارتفاع درجة حرارة المياه. ومع ذلك فإن متوسط ارتفاع مستوى البحر ما هو إلا جزء من الصورة. والارتفاع في مستويات المحيطات أبعد ما يكون عن الانتظام. فقد ارتفع مستوى البحر في بعض مناطق المحيطات (بما يصل إلى 20 ملليمتراً سنوياً في بعض الأماكن)، بينما انخفض بكمية مكافئة في مناطق أخرى. ومن أحد الشواغل الهامة هو أن ارتفاع مستويات البحر قد يغمر مناطق ساحلية في شتى أنحاء العالم، وقد يغمر جزراً منخفضة برمتها. ولئن كان من

المرتقب أن يكون هذا الأثر هاماً على امتداد فترة طويلة نسبياً من الزمن (من عشرات إلى مئات السنين)، فإن بمقدور الصورة الطبوغرافية المستمدة من الرصدات الساتلية أن تساعد على استبانة المناطق التي هي عرضة لهذا الأثر.

ولم تكشف قياسات حرارة سطح البحر عن معلومات هامة بشأن دوران المحيطات (مثل تيار الخليج) فحسب، وإنما دفعت إلى الأمام ببحوث المناخ وذلك بتوفير معلومات مفصلة عن الحرارة التي تدخل المحيط. وقد أدت رصدات لون المحيط، مشفوعة بقياسات حرارة سطح البحر، إلى اكتشافات جديدة بشأن الاقتران الفيزيائي-البيولوجي في المحيط، مع ما يترتب عليه من آثار هامة فيما يتعلق بدور المحيط في دورة الكربون.

وتوفر الرصدات الساتلية الوسيلة الوحيدة لتقدير ومراقبة دور الكتلة الحيوية في المحيط بمثابة مصرف للكربون. وعلى وجه التحديد، لا يمكن تناول السؤال الجوهري عما إذا كان مأخوذ الكربون البيولوجي يتغير استجابة لتغير المناخ إلا بفضل القياسات الساتلية. وهو لا يتطلب قياسات لون المحيط (الكتلة الحيوية للعوالق النباتية وانتاجيتها) فحسب، بل يتطلب أيضاً رصدات متزامنة من الفضاء لبيئة المحيط المادية (الدوران والمزج) والتبادلات بين البر والبحر (من خلال الأنهار وأراضي المد والجزر الرطبة) وعوامل أخرى من قبيل الرياح وموجات المد والجزر ومدخول الطاقة الشمسية في الطبقة العليا من المحيط. وتعتبر القدرة على رصد الروابط بين البيئة المادية والكيميائية وبيولوجية المحيط من المنجزات البارزة التي تمخضت عنها عمليات الرصد من الفضاء.

رطوبة التربة وملوحة المحيطات

يحدث التبخر والتسرب وإعادة تخزين المياه الجوفية عادة من خلال طبقة الارتشاح غير المشبعة، التي تمتد من أعلى سطح الأرض إلى مستوى المياه الجوفية. وتقع طبقة جذور النبات، حيث يمتص النبات الماء، ضمن هذه المنطقة وهي سطح التماس بين الغطاء النباتي والنظام الهيدرولي. وتتحكم كمية المياه المتوفرة في الغطاء النباتي بتعرق النبات والتمثيل الضوئي، وبالتالي احتجاز غاز CO_2. وكمية المياه في منطقة الارتشاح مرتبطة مباشرة أيضاً بقدرة التربة على تصريف المياه بعد هطول المطر. وتصمم مخططات الانتقال من التربة إلى النبات إلى الغلاف الجوي (SVAT) المستخدمة في علم الأرصاد الجوية وعلم الهيدرولوجيا لوصف عمليات التبخر الأساسية عند السطح وتقاسم المياه بين تعرق النبات والصرف والانسياب السطحي ومحتوى التربة من الرطوبة. ولا بد من تزويد قيمة بدائية واقعية لكمية المياه في منطقة الارتشاح من أجل نماذج مخططات SVAT.

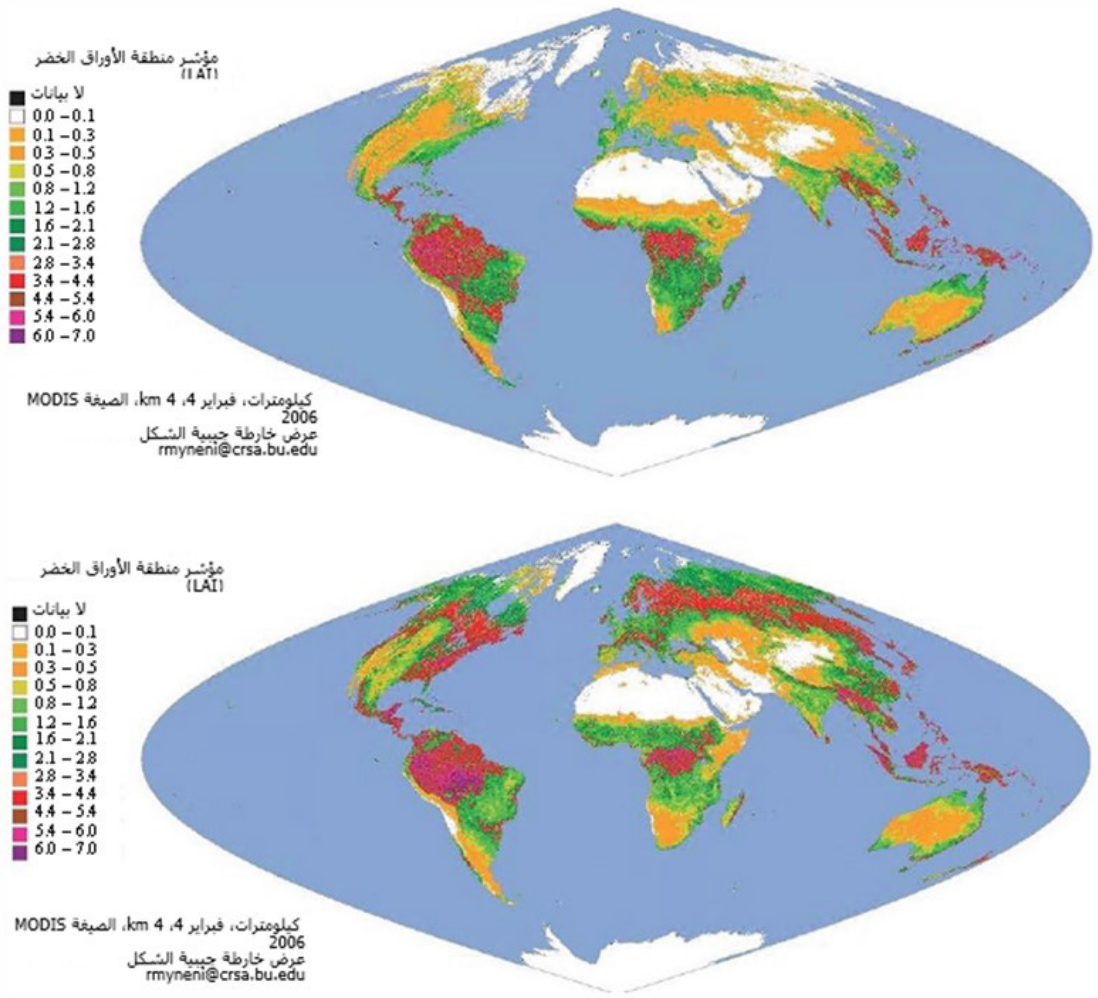
وفي حالة التربة العارية أو ندرة التغطية بالنبات، يمكن حساب معدل التبخر والانسياب السطحي من السلسلة الزمنية لرطوبة التربة السطحية. وفي حالة المساحات المغطاة بالنبات، ينبغي أن تؤخذ في الحسبان كمية المياه في الطبقة النباتية (العمق البصري للنبات). وقد يكون العمق البصري للنبات في حد ذاته ناتجاً مفيداً جداً لرصد ديناميات الطبقة النباتية.

ولمعرفة توزع الملح (درجة الملوحة) في مجموع المحيطات وما يطرأ عليه من تغيرات سنوية ومن سنة لأخرى أهمية حاسمة في فهم دور المحيطات في نظام المناخ. ودرجة الملوحة عامل أساسي في تحديد كثافة المحيطات وبالتالي الدوران الحراري الملحي. وملوحة المحيطات مرتبطة أيضاً بدورة الكربون فيها، نظراً لدورها في إقامة التوازن الكيميائي الذي ينظم بدوره امتصاص CO_2 وإطلاقه. لذلك فإن من شأن استيعاب قياسات ملوحة سطح البحر ضمن نماذج بيولوجية جيولوجية كيميائية محيطية عالمية أن يحسن من تقديرات امتصاص المحيطات لغاز CO_2.

الغلاف البيولوجي

إن الرصد الساتلي لديناميات الغطاء النباتي للأرض عنصر أساسي في فهم كيفية عمل النظام الإيكولوجي العالمي واستجابته لتقلبية المناخ وتغيره. وقد ازدادت دقة هذا الرصد (الشكل 2) عندما امتد ليشمل القياس المادي البيولوجي.

الشكل 2: مؤشرات الأوراق الخضر بواسطة المقياس الراديوي الطيفي للصور المتوسطة الاستبانة ((MODIS)) وهي تبين التغيرات الموسمية في الغطاء النباتي

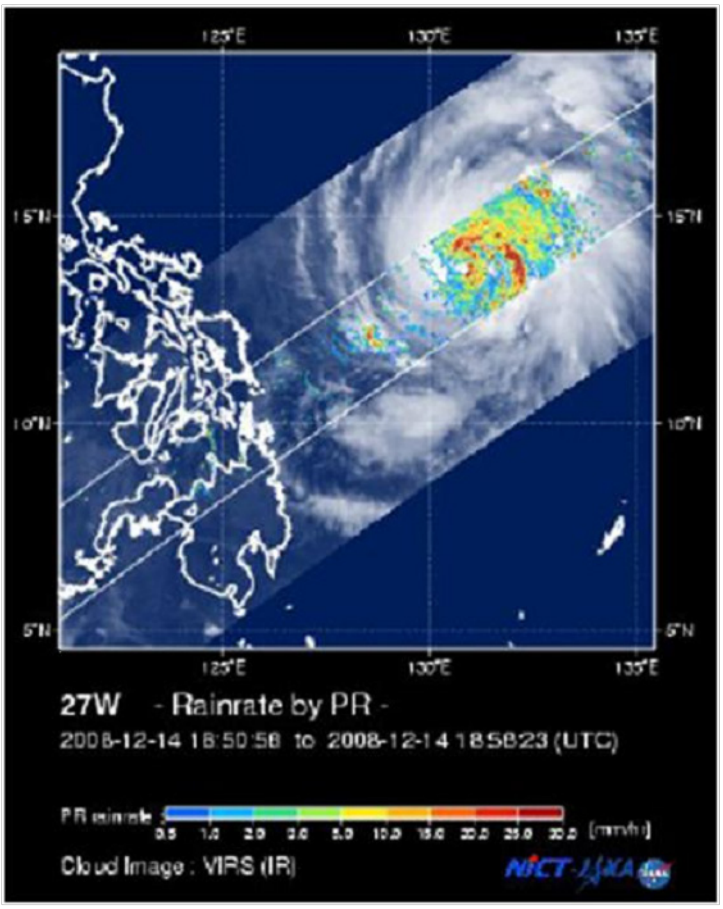


رادارات الأرصاد الجوية

تستخدم رادارات الأرصاد الجوية لاستشعار أحوال الغلاف الجوي من أجل التنبؤات الروتينية وتحري ظروف الطقس القاسية وتحري الرياح والتهطال وتقديرات التهطال وتحري ظروف تشكل الجليد على الطائرات وتجنب ظروف الطقس القاسية من أجل الملاحة. وترسل رادارات الأرصاد الجوية نبضات مستقطبة أفقية تقيس البعد الأفقي للسحاب (مياه الغيوم وجليد الغيوم) والتهطال (الثلج وكريات الجليد والبَرَد والمطر).

وترسل الرادارات الاستقطابية، وتسمى أيضاً رادارات الاستقطاب المزدوج، النبضات في الاستقطابين الأفقي والعمودي. وتوفر هذه الرادارات تحسينات هامة في تقدير معدل سقوط المطر وتصنيف التهطال وجودة البيانات وتحري مخاطر الطقس نسبة إلى الأنظمة غير الاستقطابية. وفي الشكل 3 مثال لقياسات أجريت بواسطة الرادار.

الشكل 3: توزيع معدل المطر في إعصار



EESS.4-13

وثمة ثلاث إشارات مرجعية محددة في 'لوائح الراديو' إلى رادارات الأرصاد الجوية في 'جدول توزيع الترددات'. وترد هذه الإشارات المرجعية الثلاث في حواشٍ مرتبطة بنطاقات التردد 700 2–900 2 MHz و600 5–650 5 MHz و300 9–500 9 MHz.

رادارات جانبيات الرياح

يتطلب التنبؤ بالطقس في يومنا هذا عملية متقاربة متكررة من جمع بيانات عالية الجودة عن الرياح بدرجة محسنة من الدقة من القرب من سطح الأرض إلى مسافة عالية في طبقة الغلاف الجوي. ولذا فإن بيانات الرياح التي تعتمد أساساً على الأجهزة المحمولة على متن المناطيد والقياسات الساتلية وأنظمة الإبلاغ المؤتمتة على متن الطائرات لا تكفي لتلبية احتياجات النماذج المحوسبة للغلاف الجوي عالية الاستبانة المتزايدة ولا احتياجات أنظمة التنبؤ التفاعلية بين الإنسان والآلة. وإذا لم تتحقق زيادات هامة في بيانات الرياح عالية الاستبانة فإن قدرة هذه النماذج الجديدة والأنظمة التفاعلية التي تنشر في أواخر هذا العقد لتحسين التنبؤات بالطقس والإنذار بظروف الطقس القاسية ستكون محدودة جداً.

وتتطلب النماذج الرقمية للغلاف الجوي العالمية النطاق التي توفر تنبؤات تشمل ثلاثة إلى عشرة أيام بيانات عن طبقة الهواء العليا من مناطق شاسعة حول العالم. وفي المناطق النائية خاصة، توفر رادارات جانبيات الرياح التي تعمل من تلقاء نفسها وسيلة للحصول على بيانات من ارتفاعات عالية أساسية لهذه النماذج من مناطق قليلة الكثافة بالبيانات. وتتطلب النماذج الرقمية للتنبؤات من 3 إلى 48 ساعة التي تشمل قارة أو مساحة أصغر بيانات من مدى عمودي واسع في الغلاف الجوي، من 200 متر إلى 18 كيلومتراً عموماً، واستبانة عمودية في حدود 250 متراً تبعاً للتطبيق المستخدم. والاستبانة الزمنية المطلوبة في الوقت الراهن هي لبيانات تتوفر كل ساعة.

وفي حالة التنبؤ بالطقس لفترة قصيرة جداً ورصد تلوث الهواء وتحليلات مجالات الرياح والتنبؤات بمسارات السحب السامة المنبعثة عن حوادث كيميائية أو نووية وإنذارات أحوال الطقس القاسية للطيران وعمليات الأرصاد الجوية وعمليات المطارات وحماية الجمهور، يحتاج خبراء الأرصاد الجوية إلى معلومات عن الرياح على درجة عالية من الاستبانة الزمنية والمكانية، ولا سيما في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي. وتشمل المتطلبات استقاء البيانات على نحو مستمر، ما بين الأرض وارتفاع 5 كيلومترات، واستبانة مرغوبة تتدنى أحياناً إلى 30 متراً. وتجرى القياسات عادة في مناطق مأهولة بالسكان.

وتؤدي رادارات جانبيات الرياح أيضاً دوراً هاماً في بحوث الغلاف الجوي التجريبية. ومن شأن قدرتها على قياس الرياح بقدر عال من الاستبانة الزمنية والمكانية أن تجعلها مناسبة جداً للتحقق التجريبي من النماذج، من أجل بحوث الطبقة المتاخمة وعمليات التقصي الهامة لفهم الغلاف الجوي، بما في ذلك تطور المناخ.

وفي الوقت الراهن، تستخدم منظمات الأرصاد الجوية الأجهزة المحمولة على متن المناطيد لقياس جانبيات الرياح ودرجات الحرارة والرطوبة من الأرض حتى مسافات عالية في الغلاف الجوي. وبينما لا تقيس رادارات جانبيات الرياح الحالية تشغيلياً كل هذه المعلمات، فإنها تتمتع بمزايا كثيرة مقارنة بالأنظمة القائمة على المناطيد في تلبية المتطلبات المذكورة أعلاه:

- فهي تلتقط عينات الرياح على نحو مستمر تقريباً؛
- وتكاد تقيس الرياح فوق الموقع مباشرة؛
- ويمكنها قياس سرعة الهواء العمودية؛
- وهي توفر عمليات السبر بالكثافة الزمنية والمكانية الضرورية لحساب الحقول المشتقة في وقت أنسب بكثير؛
- وتكون تكلفة كل رصدة أخفض؛
- وهي تعمل دون رقيب في كل ظروف الطقس تقريباً.

وعلاوةً على ذلك، تبين أن من الممكن تكييف رادارات جانبيات الرياح لقياس جانبيات الحرارة عندما تستخدم بالاقتران مع نظام سبر راديوي – صوتي. وهذا يتيح الفرصة للحصول على جانبيات حرارة على قدر أكبر من الكثافة والجودة مقارنة بأساليب القياس الحالية من قبيل تتبع المنطاد. وليس ثمة أسلوب قياس آخر يوفر مزايا مماثلة في المستقبل القريب، بما فيها المحاسيس المحمولة على متن السواتل.

ومن الأهمية بمكان تحقيق المواءمة العالمية للترددات التشغيلية لرادارات جانبيات الرياح وتحديد الطيف في إطار مؤتمر عالمي للاتصالات الراديوية. وعلى صعيد الواقع العملي، تقوم الأنظمة على أساس ثلاثة نطاقات تردد، وهي حوالي 50 MHz و400 MHz و1 000 MHz.

الرادارات الأوقيانوغرافية

ثمة نسبة لا بأس بها من سكان العالم تعيش ضمن مسافة 50 ميلاً من الساحل، مما يعزز الحاجة إلى إجراء قياسات دقيقة وموثوقة ومفصلة لمتغيرات البيئة الساحلية. وعلى غرار الرياح في الغلاف الجوي التي توفر معلومات عن مكان وزمان حدوث أنظمة الطقس، تحدد تيارات المحيط حركة الأحداث الأوقيانوغرافية. ويستخدم هذان التدفقان الديناميان أيضاً لمعرفة الوجهة التي سوف تتخذها الملوثات، سواء كانت طبيعية أم من فعل الإنسان. ولا تتوفر في الوقت الراهن قياسات تيارات المحيطات بقدر ما تتوفر قياسات الرياح.

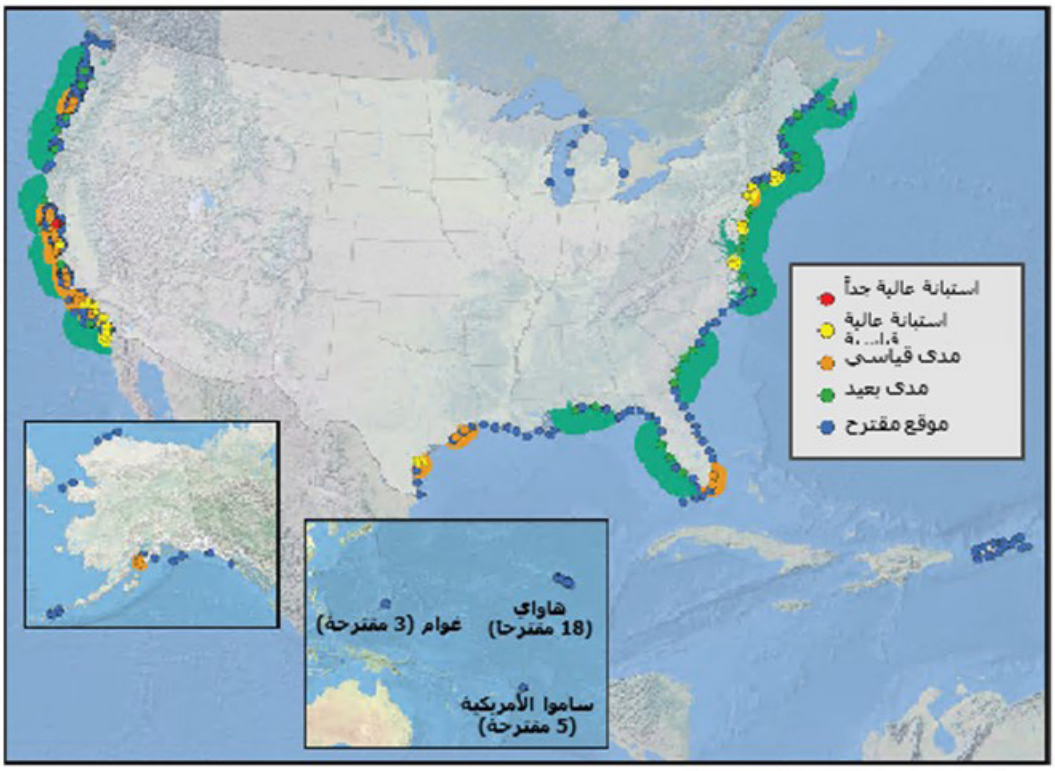
ولذلك، ثمة اهتمام متزايد في القدرة على دقة قياس التيارات والأمواج في المياه الساحلية. وتخطط الدوائر الأوقيانوغرافية العالمية لإقامة شبكات من رادارات لرصد سطح البحر في المناطق الساحلية. ومن المنافع التي تعود على المجتمع جراء تحسين قياس التيارات الساحلية وحالة البحر التعمق في فهم قضايا من قبيل التلوث الساحلي وإدارة مصائد الأسماك والبحث والإنقاذ وتعرية السواحل والملاحة البحرية وانتقال الرواسب. وتوفر قياسات سطح البحر التي تجريها الرادارات الساحلية الدعم لعمليات الأرصاد الجوية من خلال جمع البيانات عن أحوال البحر وأهم أمواج المحيط.

وعلاوة على ذلك، ثمة تطبيقات لتكنولوجيا الرادارات الأوقيانوغرافية في التوعية بالمجال البحري العالمي بتمكين الاستشعار البعيد المدى للمراكب السطحية. وهذا ما يعود بالفائدة على سلامة وأمن عمليات الشحن البحري والموانئ على صعيد العالم. وقد أفضت الحاجة إلى بيانات إضافية بغية التخفيف من آثار الكوارث، بما فيها

موجات تسونامي، وفهم تغير المناخ وضمان سلامة السفر البحري إلى النظر في الاستعمال العملي لشبكات الرادارات الأوقيانوغرافية على أساس عالمي.

واعتباراً من عام 2009، ينتشر 143 راداراً أوقيانوغرافياً على نحو غير منتظم عبر المناطق الساحلية في الولايات المتحدة الأمريكية (ويشمل هذا الرقم رادارات ليست قيد التشغيل حالياً على أساس منتظم). وتكاد تكون جميع أنظمة الرادارات الأوقيانوغرافية في الولايات المتحدة الأمريكية تملكها وتشغلها دوائر بحوث جامعية. ويبين الشكل 4 المواقع القائمة والمقترحة للرادارات الأوقيانوغرافية في الولايات المتحدة الأمريكية ومنطقة جزر المحيط الهادئ والبحر الكاريبي.

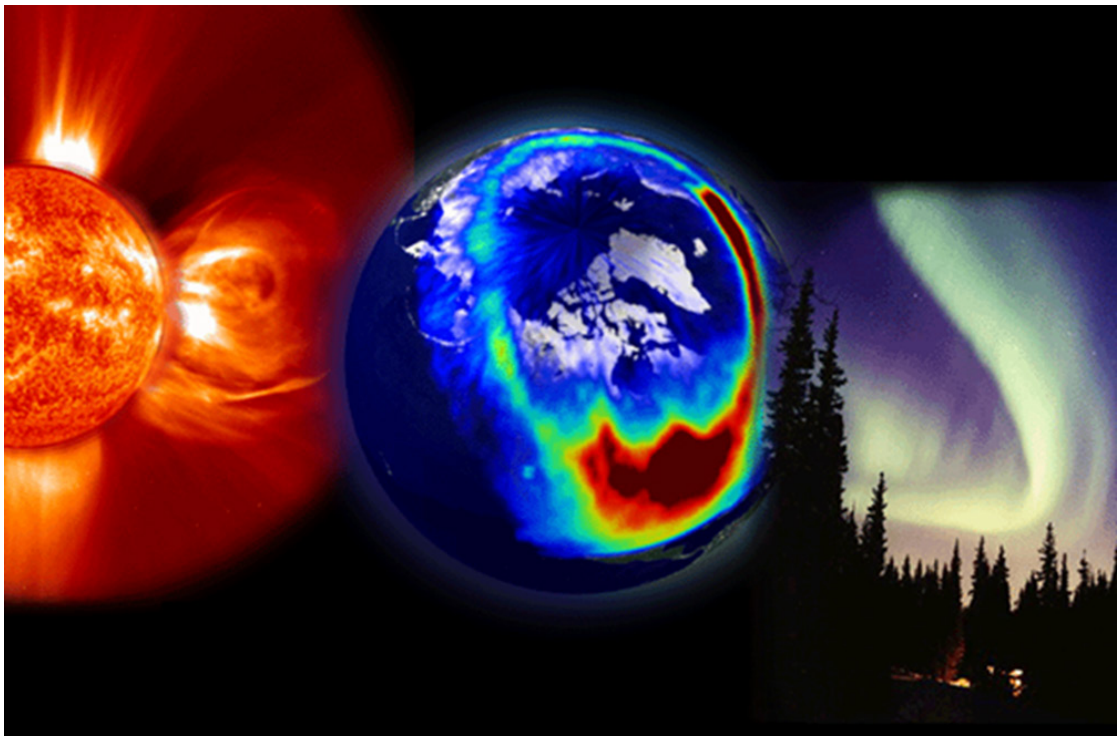
الشكل 4: مواقع الرادارات الأوقيانوغرافية القائمة والمقترحة في الولايات المتحدة الأمريكية ومنطقتي جزر المحيط الهادئ والبحر الكاريبي



الرصد الراديوي للشمس

لقد أدى التقدير المتزايد لمدى تأثرنا بسلوك الشمس إلى تطوير تخصص جديد يدعى "طقس الفضاء". وطقس الفضاء هذا، على غرار شقيقه المألوف الأقرب إلى الأرض، هو دراسة الأحوال المتغيرة في الفضاء على مقربة من الأرض. ولكن بدلاً من دراسة الرياح والأمطار، يعكف علماء طقس الفضاء على قياس الإشعاع الكهرمغنطيسي وسلوك الغلاف الشمسي (الشكل 5).

الشكل 5: النشاط الشمسي كما هو منظور من ساتل ومن الأرض



المصدر: مرصد الشمس والغلاف الشمسي (SOHO)

وفي الأجلين الطويل والمتوسط، تصنف عواقب التقلبية الشمسية على المناخ في فئة آثار البراكين الأرضية وحاصل جمع كل الأنشطة البشرية. والأكثر أهمية في الأجل الأقصر هو دور طقس الفضاء في عرقلة البنية التحتية التقنية المقامة في الفضاء وفي الهواء وعلى سطح الأرض.

والرصد الراديوي الشمسي فرع متخصص من فروع علم الفلك الراديوي. وهو ينهض بدور فعال في خدمات وبحوث طقس الفضاء ويسهل – من خلال رصد النشاط الشمسي – التنبؤ بطقس الفضاء وتوليد الإنذارات في الوقت المناسب بأحداث طفرات شمسية تؤثر على الأرض وعلى أنشطة الإنسان.

وثمة اعتبار أطول أجلاً، ولكنه خطر طبيعي كبير يتعين معالجته، وهو احتمال حدوث توهجات شمسية متطرفة. ولم يحدث أي منها منذ نشأة مجتمعنا الحديث القائم على التكنولوجيا واعتماده الشديد على البنية التحتية للطاقة والاتصالات. وسيكون أثر واحد من هذه الأحداث شديداً وقد يترتب عليه عواقب اضطراب هامة على صعيد العالم ينبغي تقييمها على نحو أفضل، إذ إن مثل هذه الأحوال المتطرفة لم يسبق لها مثيل.

ولا يمكن التحكم بهذا الخطر الهام التكنولوجي العالمي الجديد الذي يسلط الضوء على الدور الحاسم الذي تؤديه أنظمة الإنذار المبكر التي تعتمد على الرصد المستمر لأنشطة الشمس بغية التخفيف من آثارها. وأجهزة الناظور الراديوية الشمسية المقامة على الأرض واحدة من أنظمة الانذار المبكر هذه. وأهداف الرصد الراديوي الشمسي هي:

- فهم أفضل للتغيرات التي تحدثها الشمس في المناخ وغير ذلك من المعلمات البيئية التي تترتب عليها آثار علمية أو اقتصادية أو إنسانية؛
- فهم ظواهر طقس الفضاء التي تؤثر على شبكات الاتصالات أو النقل أو غيرها من البنى التحتية والأنشطة من قبيل الزراعة ومصائد الأسماك، والتنبؤ بهذه الظواهر.

ومن الشائع لدى معالجة الكثير من القضايا البيئية والقضايا التي تتناول الأرض أن يفترض أن الشمس هي مجرد مصدر ثابت للطاقة. وفي واقع الأمر تطلق الشمس مزيجاً معقداً ما فتئ يتغير من الجزيئات والموجات الكهرمغنطيسية التي يشكلها المستوى العام من أنشطة الشمس المغنطيسية. وسيبقى قياس انبعاثات الشمس الراديوية جزءاً هاماً من رصد القوة الدافعة التي تسبب الاضطراب في بيئتنا. وليس لهذه الانبعاثات أثر مباشر ملحوظ على البيئة أو على التكنولوجيات، فيما عدا الأحداث النادرة عندما يكون الانبعاث الراديوي

الشمسي قوياً بما فيه الكفاية للنيل من مستوى أداء الأنظمة الراديوية، وهو ما حدث في مناسبات عديدة. وتوفر الرصدات الراديوية "تكهنات' ممتازة لأوجه السلوك الشمسي التي يمكن أن يكون لها آثار مذهلة على بيئتنا وأنشطتنا على الأرض وفي الغلاف الجوي وفي الفضاء. وآثار النشاط الشمسي على البيئة والأنشطة والبنى التحتية متعددة.

مساعِدات الأرصاد الجوية

تستخدم أنظمة مساعِدات الأرصاد الجوية بالدرجة الأولى في القياسات التي تجرى موقعياً في طبقة الهواء العلوية لمتغيرات الأرصاد الجوية (الضغط والحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها) في الغلاف الجوي على ارتفاع يصل إلى 36 كيلومتراً. ولهذه القياسات أهمية حيوية في القدرة الوطنية للتنبؤ بالطقس (وبالتالي خدمات الانذار المبكر للجمهور بأحوال الطقس المتطرفة حرصاً على حماية الأرواح والممتلكات). وتوفر مساعِدات الأرصاد الجوية وما يصاحبها من أنظمة تتبّع قياسات متزامنة للبنية العمودية للحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها عبر كامل نطاق الارتفاع المطلوب. ويحتوي تفاوت متغيرات الأرصاد الجوية هذه في المحور العمودي على غالبية المعلومات الحرجة اللازمة من أجل التنبؤ بالطقس. وأنظمة مساعِدات الأرصاد الجوية هي أنظمة الرصد الوحيدة القادرة على توفير الاستبانة العمودية بانتظام التي يحتاج إليها خبراء الأرصاد الجوية لتغطية المتغيرات الأربعة كلها. ومن الضرورة بمكان التمكن من تحديد الموقع الذي تحدث فيه التغيرات المفاجئة في متغير ما. ومن ثم فإن استمرارية القياسات الموثوقة لا بد منها طوال رحلة المسبار الراديوي.

وتتشكل رصدات هذه المساعِدات بواسطة المسابير الراديوية التي تحملها المناطيد الصاعدة التي تُطلَق من المحطات الأرضية أو من على متن السفن، ومن المسابير المُسقطة من المركبات الجوية والمحمولة بمظلة، والمسابير الصاروخية التي تُطلق في الغلاف الجوي بواسطة صاروخ وتهبط بواسطة مظلة أثناء جمع البيانات (انظر الشكل 6). ويضطلع برصدات المسابير الراديوية روتينياً جميع البلدان تقريباً، مرتين إلى أربع مرات يومياً. ثم تعمم بيانات الرصد فوراً على جميع البلدان الأخرى في غضون ساعات قلائل بواسطة نظام الاتصالات العالمي (GTS) لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). وتنظم أنظمة الرصد وعمليات تعميم البيانات في إطار البرنامج العالمي لمراقبة الطقس لدى المنظمة المذكورة.

وتوفر شبكة المسابير الراديوية المورد العالمي الأساسي للقياسات الموقعية في الوقت الفعلي. وتقتضي لوائح المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (دليل النظام العالمي لمعالجة البيانات (GDPS)) ضرورة إجراء قياسات المسابير الراديوية وتعميمها على جميع مراكز النظام العالمي لمعالجة البيانات في أنحاء العالم، على الأصعدة الوطنية والإقليمية والعالمية، من أجل التنبؤ الرقمي بحالة الطقس. ومن المطلوب نشر محطات الرصد، على صعيد العالم أجمع، على أساس مباعدة أفقية أقل من أو تساوي 250 كيلومتراً، أثناء السنوات العشر الأولى من القرن الحادي والعشرين، على أن يتراوح تواتر الرصد ما بين مرة وأربع مرات يومياً. ومع ذلك تتطلب النماذج الرقمية للتنبؤ بالطقس، بخصوص ظواهر الأرصاد الجوية صغيرة النطاق (من قبيل العواصف الرعدية والرياح المحلية والإعصارات) وأحوال الطوارئ البيئية، في الواقع رصدات محلية في طبقة الهواء العلوية كل ساعة إلى ثلاث ساعات باستبانة أفقية تتراوح من 50 إلى 100 كيلومتر. ويتعين توفير الرصدات من مجموعة شتى من أنظمة الرصد، مختارة وفقاً لاحتياجات الإدارات الوطنية، بما في ذلك القياسات التي تضطلع بها مساعِدات الأرصاد الجوية أو قياسات رادارات جانبيات الرياح أو القياسات الساتلية.

الشكل 6: إطلاق مسبار راديوي

المصدر: R.P Leck, Earth Resource Technologies Inc.

ورصدات المسابير الراديوية ضرورية جداً للحفاظ على الاستقرار في النظام العالمي للرصد (GOS) الذي وضعته المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). ولا توفر القياسات المستشعرة عن بُعد من السواتل الاستبانة العمودية المتاحة من المسابير الراديوية. ويتطلب استنباط بنية الحرارة العمودية من هذه القياسات الساتلية عادة عملية حساب تُستهل إما مباشرة من إحصاءات المسابير الراديوية أو من التنبؤ الرقمي بالطقس ذاته. وفي الحالة الأخيرة، تضمن قياسات المسابير الراديوية بقاء البنية العمودية في هذه التنبؤات دقيقة ومستقرة بمرور الزمن. وعلاوة على ذلك، تستخدم قياسات المسابير الراديوية لمعايرة الرصدات الساتلية بأساليب شتى. وهكذا يبدو أن رصدات المسابير الراديوية ما زالت ضرورة مطلقة من أجل عمليات الأرصاد الجوية في المستقبل المنظور.

لقد حدثت تغيرات واسعة على صعيد العالم في مجال الحرارة وطبقة الأوزون في الغلاف الجوي طوال السنوات العشرين الماضية، وكانت أكبر هذه التغيرات في ارتفاعات تتراوح ما بين 12 و30 كيلومتراً فوق سطح الأرض. وهذه التغيرات من الشدة بحيث تستثير القلق بشأن سلامة الصحة العامة في المستقبل. وتحدد رصدات المسابير الراديوية اليومية الروتينية في ارتفاعات تفوق 30 كيلومتراً التوزيع العمودي في التغيرات التي تطرأ ومن ثم تمكن من تقييم أسباب هذه التغيرات. وتحدد قياسات مسابير الأوزون في ارتفاعات مماثلة التوزيع العمودي لاستنفاد الأوزون الذي يبدو أنه يحدث الآن في شتاء وربيع كل من نصفي الكرة الجنوبي والشمالي على السواء. ويطلق العديد من البلدان مسابير أوزون ما لا يقل عن ثلاث مرات أسبوعياً أثناء هذين الفصلين وذلك لرصد التطورات.

ومن الممكن نشر أنظمة أخرى من مساعِدات الأرصاد الجوية بصورة مستقلة عن منظمة الأرصاد الجوية المدنية أساساً وذلك من قبل معاهد البحوث الوطنية ومستعملين آخرين. وتشمل التحريات المحددة التلوث البيئي والهيدرولوجيا والنشاط الإشعاعي في الغلاف الجوي الحر وظواهر الطقس الهامة (من قبيل عواصف الشتاء والأعاصير والعواصف الرعدية، وما إلى ذلك) وتقصي طائفة من الخواص الفيزيائية والكيميائية للغلاف الجوي. ولا يتراجع هذا الاستخدام بمرور الزمن، إذ من الأيسر جداً، بفضل الأتمتة المعاصرة، تشغيل الأنظمة المتنقلة والأنظمة المحمولة على متن السفن دون الحاجة إلى مشغلين على درجة عالية من الكفاءة وكمية كبيرة من التجهيزات الداعمة. ويتعين على عمليات مساعِدات الأرصاد الجوية أن تراعي هؤلاء المستعملين، ومن شأن ذلك أن يوسع طيف التردد الراديوي المطلوب لعمليات مساعِدات الأرصاد الجوية. ولهذا أهمية حاسمة بصفة

خاصة عندما تكون مواقع الإطلاق لدى هؤلاء المستعملين الآخرين ضمن مسافة 150 كيلومتراً من مواقع الإطلاق لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية.

ويجري تنفيذ وتشغيل شبكات المسابير الراديوية من قبل خدمات الأرصاد الجوية الوطنية عملاً بالممارسات والإجراءات الموصى بها والمتفق عليها دولياً في إطار المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. ويصل العدد الحالي من محطات المسابير الراديوية المبلّغة بانتظام إلى حوالي 900 محطة. ويُطلق روتينياً نحو 000 800 مسبار راديوي سنوياً بالترافق مع شبكة المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ويقدر أن حوالي 000 400 مسبار راديوي أخرى تستخدم لأغراض الدفاع والتطبيقات المتخصصة.

والمسابير المُسقطة عبارة عن رُزم من محاسيس الأرصاد الجوية المحمولة على متن طائرة والمسقطة بواسطة مظلة لتكوين صورة جانبية للغلاف الجوي. وتُنشر المسابير المسقطة من ارتفاعات تتراوح بين 000 3 و400 21 متر، ويتم تتبّعها حتى سطح الأرض. وبينما يمكن استخدامها فوق مساحات برية فإنها تستخدم عموماً فوق المحيطات حيث لا يمكن تشغيل موقع لمسبار راديوي. وتستخدم المسابير المسقطة على نطاق واسع لرصد الأحوال داخل العواصف المدارية والإعصارات بأنواعها، إذ بإمكان الطائرة أن تسقطها في نقاط رئيسية وهي تعبر العاصفة. وترسِل المسابير المسقطة بيانات الاستشعار إلى مستقبِل على متن الطائرة. وقد تقوم الطائرة التي تنشر مسابير مسقطة بتتبُّع عدد يصل إلى ثمانية مسابير وتَلقّي البيانات منها في آن واحد، الأمر الذي يستوجب استخدام نظام استقبال متعدد القنوات. وهذا يمكن الطائرة من الطيران بموجب نمط معين عبر العاصفة، وهي تسقط المسابير وتجمع البيانات من نقاط رئيسية ضمن العاصفة. وتستعين المسابير المسقطة بالنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) وتدمج معلومات موقعها وترسل مع الضغط المقيس وبيانات الحرارة والرطوبة بغية حساب سرعة الرياح والتنبؤ بها.

وتمر المسابير المسقطة من الطائرة عبر الغلاف الجوي بسرعة عالية وهي تسقط أسفل المظلة. ومن شأن فقدان البيانات ولو لبرهة قصيرة من الزمن أن يؤدي إلى فقدان كميات كبيرة من البيانات بالنسبة لأجزاء كبيرة من الغلاف الجوي. ولئن كانت كل البيانات أثناء الهبوط حاسمة الأهمية فإن الكثير من التطبيقات تهتم بصفة خاصة بآخر نقطة من البيانات قبل أن يصل المسبار المسقط إلى سطح الأرض. وتمثل آخر نقطة للبيانات الأحوال على السطح وهي ذات أهمية حاسمة لتطبيقات التنبؤ.

وتمكن المسابير المسقطة من رسم جانبيات الغلاف الجوي ضمن عواصف كبيرة وهي لا تزال بعيدة عن الأرض. وتتسم البيانات بأهمية حاسمة لرصد شدة العاصفة والتنبؤ بشدتها المقبلة ومسارها.

استخدمت المسابير المسقطة أيضاً على نطاق العالم في مجال بحوث الأرصاد الجوية والمناخية عبر المحيطات والأرض اليابسة. وتمكن هذه المسابير من النشر السريع لكمية عالية الكثافة من رزم المحاسيس في مناطق لا يمكن فيها نشر محطات المسابير الراديوية. كما يتيح استخدامها إعادة تشكيل سريع للشبكة استجابة للأحوال المتغيرة، وهذا ما لا تستطيع محطات المسابير الراديوية المقامة على الأرض أن تستجيب له بسرعة.

وتستخدم *المسابير الصاروخية* وكالات الفضاء وغيرها من المستعملين ممن لديهم متطلبات من البيانات لا يمكن تلبيتها باستخدام المسابير الراديوية أو المسابير المسقطة. وتقوم أنظمة المسابير الصاروخية، على غرار المسابير المسقطة، بجمع بيانات الغلاف الجوي وهي تهبط عبره. وبدلاً من أن تُسقط المسابير الصاروخية من الطائرة فإنها تُطلق بسرعة في الغلاف الجوي بواسطة صاروخ صغير يعمل بوقود صلب وتجمع البيانات أثناء سقوط المسبار الصاروخي إلى الأرض معلقاً بمظلة.

وتنشر المسابير الصاروخية للقيام بقياسات في الغلاف الجوي بواسطة صاروخ صغير يعمل بوقود صلب. وتستخدم أنظمة المسابير الصاروخية منخفضة الارتفاع وعالية الارتفاع على السواء. ومع أن المسابير الصاروخية لا تستخدم على نطاق واسع فهي حاسمة الأهمية عندما لا يتمكن سواها من الوفاء بمتطلبات البيانات الفريدة التي توفرها.

وتُستخدم صيغة مسابير الارتفاع المنخفض عندما يحتاج الأمر إلى نشر سريع جداً لرزمة قياس في ارتفاع حوالي 000 1 متر بما يسمح بقياس أحوال الطبقة المتاخمة. وفي هذه الصيغة، تنطلق رزمة المحاسيس من جسم الصاروخ عند الأوج.

وتُستخدم صيغة مسابير الارتفاع العالي لنشر رزم قياس الغلاف الجوي في ارتفاعات (فوق 32 كيلومتراً) لا يمكن الوصول إليها بواسطة المسابير الراديوية المحمولة بالمناطيد. وبعد الإطلاق يحترق محرك الصاروخ بسرعة عند ارتفاع منخفض (حوالي 000 2 متر) وينفصل عن سهم يحمل الحمولة النافعة للمسبار الصاروخي إلى الأوج (73 إلى 125 كيلومتراً). وعند الأوج تنفصل الحمولة النافعة للمسبار الصاروخي عن السهم وتهبط عبر الغلاف

الجوي معلقة بمظلة. وإلى جانب إرسال بيانات الأرصاد الجوية من المسبار الصاروخي، فإن المظلة المصنوعة من مادة Mylar المعاملة بالألمنيوم لتمكين تعقب الغلاف بالرادار وذلك لقياس حركة الرياح في الغلاف الجوي. وتبلغ الفترة الزمنية ابتداء من النشر في الأوج حتى الانتهاء من جمع البيانات على ارتفاع 14 كيلومتراً عموماً مقدار 100 دقيقة. وتتم عملية تعقب الغلاف في نطاق تردد استدلال راديوي وليس في نطاق تردد مخصص لمساعِدات الأرصاد الجوية (MetAids).

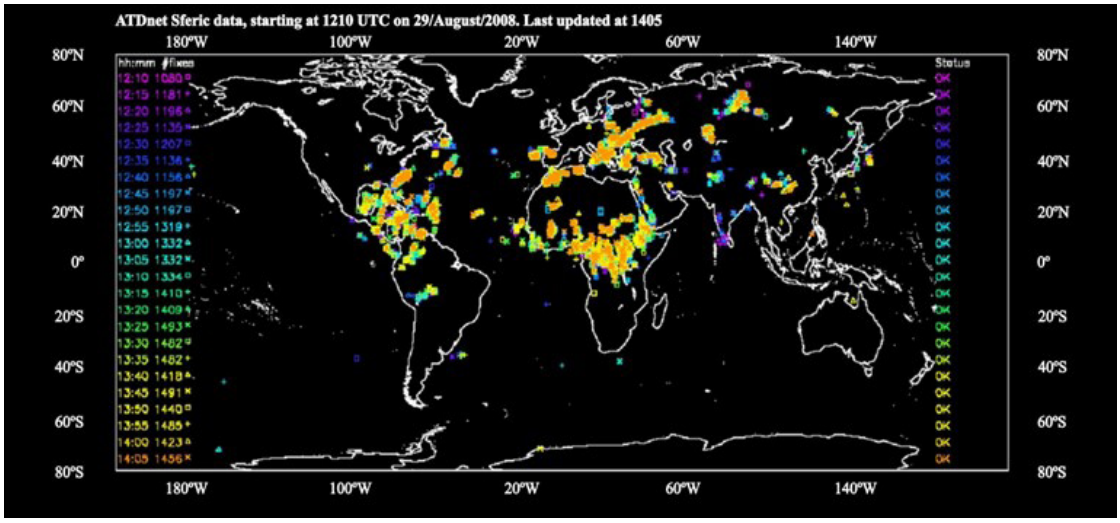
كانت عملية تحري *الصواعق بعيدة المدى* بواسطة مساعِدات الأرصاد الجوية تجرى منذ عام 1939، وكانت في الأصل تقوم على أساس نظام كثيف الاستعمال لليد العاملة لقياس الاتجاه الذي تُستقبل منه الإشارات، ولكن منذ عام 1987 أصبحت عملية التحري تجرى بواسطة نظام أوتوماتي يستخدم فوارق زمن الإشارات المستقبَلة لحساب مواقع نزول الصواعق.

ويستخدم النظام شبكة من محطات "التحري" الخارجية لرصد انبعاثات الطيف لضربات الصواعق من الغيوم إلى الأرض. وتنتشر الموجات السماوية، المنعكسة عن الأيونوسفير، على امتداد مسافات شاسعة وتوهين بسيط نسبياً وتسبقها موجة أرضية عند أمداء أقصر. وهكذا، من الممكن استقبال الانبعاثات من ضربات الصواعق من الغيوم إلى الأرض على مسافة آلاف الكيلومترات من موقع نزول الصاعقة. وبإمكان شبكة موزعة من المحاسيس المقامة على الأرض أن تحدد موقع منشأ الصاعقة، وذلك باستخدام الفوارق بين أزمة وصول انبعاث الصاعقة في كل موقع من مواقع المحاسيس.

وفي يونيو 2010، كانت الشبكة تتألف من أحد عشر محساساً موزعة عبر أوروبا من آيسلندا إلى قبرص، وهي تعمل بالتعاون مع فنلندا وفرنسا وألمانيا وآيسلندا وأيرلندا والبرتغال وسويسرا. وقد أقيم أبعد محساس في جزيرة ريئنيون (في المحيط الهندي إلى الشرق من مدغشقر) لتقييم التحسينات في المواقع لإفريقيا، ولكن هذا لم يُجهّز بعد كجزء من النظام التشغيلي. ومن المزمع في المستقبل القريب جداً إقامة محاسيس جديدة في كرواتيا وفي بعض المواقع في إفريقيا وأمريكا الجنوبية والشرق الأوسط وفي غرب آسيا، وينبغي على المدى الطويل أن تتوفر الفرص لتوسيع النظام لتوفير تغطية عالمية.

ويبين الشكل 7 نموذج الحصيلة التي يوفرها النظام، حيث تم الكشف عن مواقع الصواعق في وقت من السنة تقل فيه العواصف الرعدية في أوروبا، بينما يشتد نشاطها في إفريقيا الوسطى ومنطقة الكاريبي وأجزاء من أمريكا الجنوبية.

الشكل 7: مثال لحصيلة تحري الصواعق لمدة ساعتين



وتَستخدم البيانات التي يوفرها نظام الصواعق منظمات الأرصاد الجوية في شتى أنحاء العالم وهي تسهم في الحفاظ على سلامة الناس، سواء من حيث التنبؤ من أجل سلامة الجمهور أم التنبؤ من أجل سلامة عمليات الطيران، ولا سيما فوق المحيطات ومساحات واسعة من اليابسة حيث لا توجد أنظمة وطنية لتحري الصواعق. وإلى جانب مخاطر ضربات الصواعق في حد ذاتها، قد تؤدي العواصف الرعدية إلى غزارة التهطال مع ما يصاحبه من الفيضان وشدة الجليد وتقلب واضطراب الرياح العاصفة.

الأنظمة المتنقلة

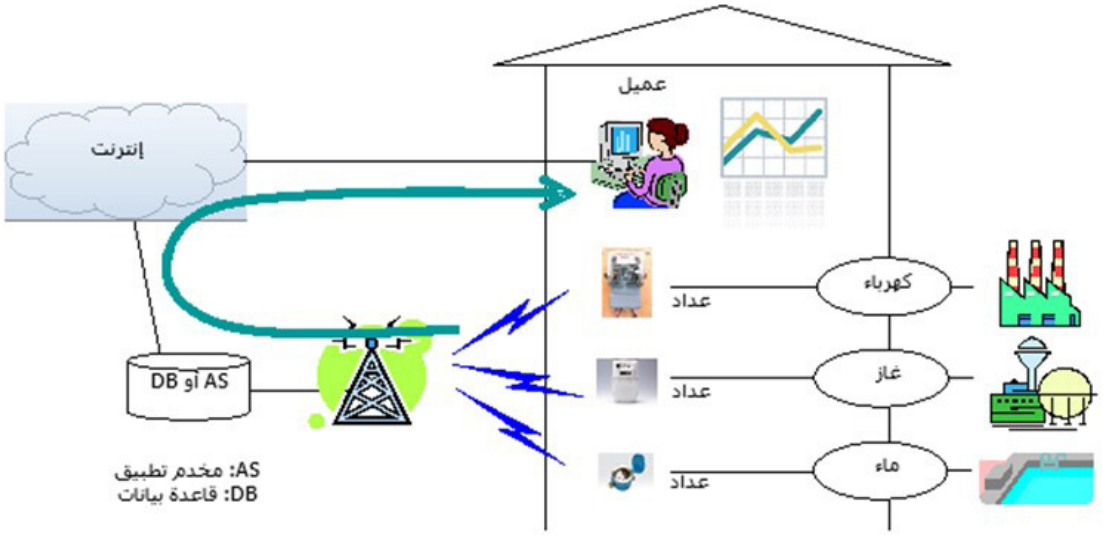
ثمة حاجة متزايدة إلى توفير وسائط نفاذ لاسلكي قادرة على ربط المحاسيس والمفاتيح المرتبطة بالإنسان أو بأشياء مشتتة بشبكات أساسية وذلك لدعم عدد متزايد من تطبيقات الخدمات. وثمة طلب على أنظمة النفاذ اللاسلكي المتنقلة من أجل مجموعة شتى من الخدمات، من قبيل رصد البيئة وتتبع البضائع المسروقة ورصد استعمال الغاز والماء والكهرباء بغية تخفيف الأعباء البيئية والضمان الاجتماعي والرعاية الصحية، وما إلى ذلك.

إن نظام النفاذ اللاسلكي المتنقل عبارة عن شبكة عمومية كبيرة قائمة على خلايا وباستطاعتها أن توفر الاتصالات إلى أشياء شتى بما فيها الخدمات من آلة إلى آلة وتغطية منطقة واسعة. ونظام النفاذ اللاسلكي الكبير القائم على خلايا يبلغ نصف قطرها بضعة كيلومترات هو نظام عملي بصفة خاصة في خدمة مناطق ريفية ومناطق غير سكنية إلى جانب المناطق الحضرية أو السكنية وذلك نظراً لبساطة نشره وفعالية تكلفته. وفيما يلي فئات الخدمة المتاحة وأمثلة لها:

- قراءة عدادات المرافق عن بُعد، مثل عدادات المياه والغاز والكهرباء: يمكن هذا التطبيق أيضاً أصحاب المنازل من مشاهدة استهلاك الطاقة في كل منزل لأغراض التقييم البيئي (انظر الشكل 8)؛
- الأرصاد الجوية: قياس حرارة ورطوبة الهواء وقياس التهطال وقياس مستوى المياه في الأنهار والبحار وقياس تركيز غاز CO_2؛
- رصد البيئة وحمايتها: رصد التلوث البيئي، بما في ذلك الهواء والماء والتربة، وتقصي النفايات الصناعية، ومراقبة الصناعة الكيميائية، وتقصي النظام الإيكولوجي؛
- تدابير منع الكوارث وتجنبها: رصد الزلازل (من قبيل استشعار الهزات الأرضية) ورصد الفيضانات، ورصد تدفق الحطام؛
- الأنظمة الذكية لإدارة النقل والحركة: تخفيض مسافات النقل واستهلاك الوقود إلى الحد الأدنى؛
- الحكومة المتنقلة والطب المتنقل والأعمال المتنقلة والتجارة المتنقلة: اعتماد التكنولوجيات المتنقلة لدعم وتحسين أداء أعمال الحكومة ودوائر الأعمال وتشجيع التوصيل في المجتمع. وينصب التركيز على حاجات القطاع العام والمستعملين النهائيين، من المواطنين أو أصحاب الأعمال، للحرص على استغلال التكنولوجيا في سبيل إعادة تنظيم الكيفية التي يعمل بها الناس وتلبية حاجات المواطنين من خلال تحسين تقديم الخدمات وتمكينهم من التوصيل بطائفة واسعة من المعلومات والخدمات، من قبيل المعلومات القانونية والصحة والتعليم والمالية والعمالة والنقل وسلامة الجمهور. ويسهم هذا في الحفاظ على الطاقة والموارد الطبيعية وكفاءة استخدام الطاقة، من خلال:
  - المساعدة على الحد من ازدواج الجهود والموارد، بتقاسم البيانات والموارد، وأتمتة المهام المتكررة ومركزية المهام والخدمات في مواقع معالجة مركزية و/أو موزعة: مراكز البيانات، ومخدمات التطبيقات المشتركة، وغيرها؛
  - زيادة الكفاءة في استعمال الموارد القائمة و/أو المشتركة، مع الاهتمام بصفة خاصة بموارد الحوسبة والموارد البشرية؛
  - تخفيض استعمال الورق والإسهام في إعادة تدويره؛
  - تخفيض فترات الانتظار والوقوف في الصف؛
  - الحد من السفر وتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري؛
  - تخفيض الترحال اليومي والتلوث؛
- أنظمة البناء الذكية: تبرز أنظمة الرقابة البيئية بمثابة أدوات تمكن من الإدارة عن بُعد للمساكن والمرافق بما فيها المباني ومواقع البناء. وتعمل أنظمة البناء الذكية (IBS) على تضمين الأنظمة المتنقلة في تصميمها وتشغيلها بغية التحكم في الراحة والأمن والتكاليف. واستخدام الأنظمة اللاسلكية إلى جانب الأجهزة الموصولة شبكياً والخوارزميات الذكية هو الأساس التكنولوجي لأي "بناء ذكي". ويتألف ذلك من توليفة من الأجهزة الموصولة شبكياً من قبيل منظمات الحرارة ومحاسيس الحركة ومحاسيس وضوابط الإنارة وأنظمة التدفئة والتهوئة والتكييف والأمن والحريق والاهتزاز ومحاسيس الإجهاد والرطوبة وأنظمة التحكم في المصاعد والسلالم الكهربائية وغيرها من أنظمة المباني المتواصلة عبر "بنية تحتية عريضة النطاق واحدة". وبوسع هذه التكنولوجيات أن تحقق وفورات بأكثر من 30 في المائة في تكاليف الطاقة في المباني القائمة وأكثر من 70 في المائة في المباني الجديدة بينما تمكن هذه المباني الجديدة من أن تصبح موارد

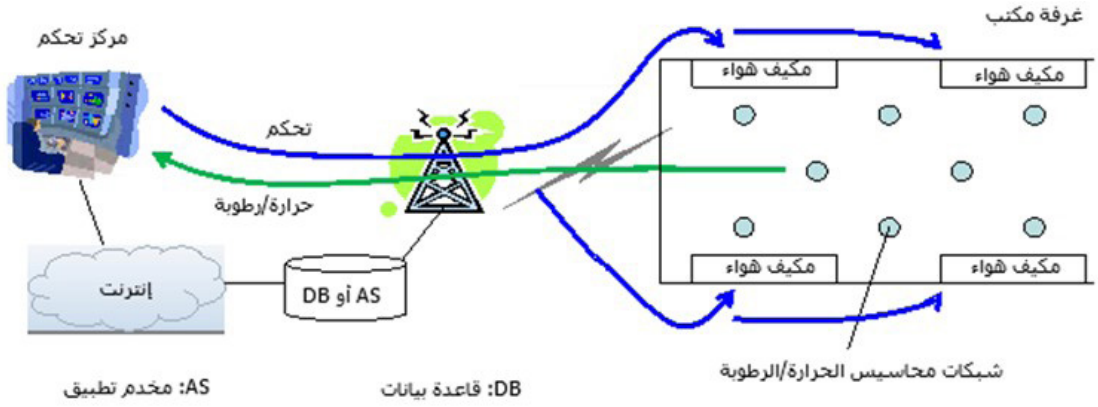
تزويد طاقة كهربائية صافية تصب في شبكة طاقة كهربائية كبرى. ومن الأمثلة الجيدة التحكم عن بُعد في أجهزة تكييف الهواء في المكاتب. إذ يمكن هذا التطبيق معامِلات التحكم من جمع المعلومات البيئية مثل الحرارة والرطوبة في جميع غرف المكاتب أو في المبنى بأكمله، ويساعد على استمثال استهلاك الطاقة من خلال التحكم في أجهزة تكييف الهواء الموزعة (انظر الشكل 9).

الشكل 8: مشاهدة استهلاك الطاقة في المنزل



ClimateChange-08

الشكل 9: التحكم عن بُعد في مكيفات الهواء في المكاتب



ClimateChange-09

2

أنشطة لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية

تُنشأ لجان دراسات الاتصالات الراديوية وتُنسد إليها مسائل دراسة لإعداد مشاريع توصيات. ويقوم بوضع جميع توصيات قطاع الاتصالات الراديوية خبراء عالميون من جميع البلدان، وبالتالي فهي تتمتّع بسمعة طيبة وتُنفذ في جميع أنحاء العالم، مما يجعلها تكتسب صفة المعايير الدولية في مجالات تطبيقها. وتركز الدراسات على ما يلي:

- إدارة موارد الطيف الراديوي/المدارات واستعمالها بفعالية في الخدمات الفضائية وخدمات الأرض؛
- خصائص وأداء الأنظمة الراديوية؛
- تشغيل المحطات الراديوية؛
- جوانب الاتصالات الراديوية في أمور الاستغاثة والسلامة.

وعلاوةً على ذلك، تقوم لجان دراسات الاتصالات الراديوية بإجراء دراسات تمهيدية من أجل المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية. وتنجز لجان الدراسات أعمالها بالتعاون مع منظمات الاتصالات الراديوية الدولية الأخرى. وثمة أكثر من 1 500 متخصص يمثلون الدول الأعضاء في الاتحاد وأعضاء القطاع والمنتسبين إليه في جميع أنحاء العالم يشاركون حالياً في أعمال لجان دراسات الاتصالات الراديوية. وهنالك حالياً ست لجان دراسات متخصصة في المجالات التالية:

لجنة الدراسات 1 - إدارة الطيف

لجنة الدراسات 3 - انتشار الموجات الراديوية

لجنة الدراسات 4 - الخدمات الساتلية

لجنة الدراسات 5 - خدمات الأرض

لجنة الدراسات 6 - الخدمات الإذاعية

لجنة الدراسات 7 - خدمات العلوم

وفي مجال تغير المناخ، تركز حالياً أعمال لجان دراسات الاتصالات الراديوية بصفة خاصة على ما يلي:

- إدارة الاتصالات الراديوية في مجال التنبؤ بالكوارث والكشف عنها والتخفيف من آثارها وتوفير الإغاثة عند وقوعها؛
- دعم أنظمة الاتصالات الراديوية في مجال التنبؤ بالكوارث أو الكشف عنها أو التخفيف من آثارها أو توفير الإغاثة عند وقوعها. ثمة تفاصيل معروضة في الجدول 4؛

- دعوة لجان دراسات الاتصالات الراديوية إلى وضع توصيات أو تقارير أو كتيبات تتناول:

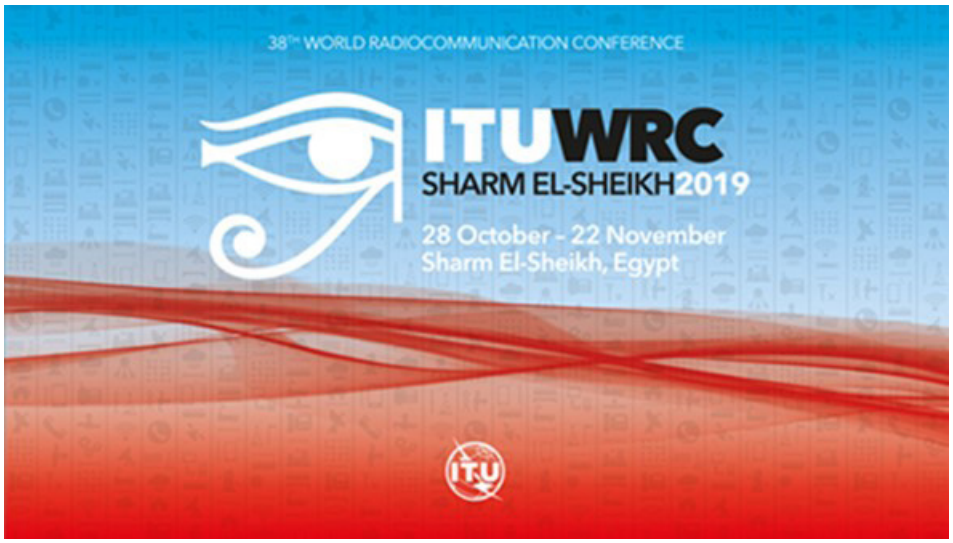
- أفضل الممارسات المعمول بها لتخفيض استهلاك الطاقة ضمن أنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والمعدات أو التطبيقات العاملة في خدمة الاتصالات الراديوية؛
- استخدام الأنظمة أو التطبيقات الراديوية القادرة على تخفيض استهلاك الطاقة في غير قطاعات الاتصالات الراديوية؛
- وضع أنظمة فعالة لمراقبة البيئة وتغير المناخ والتنبؤ به، والحرص على تشغيل هذه الأنظمة على نحو موثوق.

الجدول 4: نطاق تطبيق الدراسات الجارية ضمن قطاع الاتصالات الراديوية والمتصلة بتغير المناخ

الأنشطة	المهام الرئيسية	خدمات الاتصالات الراديوية المعنية	لجنة دراسات الاتصالات الراديوية
رصد البيئة	الرصدات الساتلية للغلاف الجوي ولسطح الأرض استقاء البيانات من سواتل الاستشعار عن بُعد ومعالجتها وتحليلها وتوزيعها	خدمة استكشاف الأرض الساتلية خدمة الأرصاد الجوية الساتلية	لجنة الدراسات 7
		خدمة التشغيل الفضائي	
	الرصد الراديو للشمس	علم الفلك الراديوي خدمة بحوث الفضاء	لجنة الدراسات 7
	رصد خصائص الغلاف الجوي من الأرض	خدمة مساعِدات الأرصاد الجوية	لجنة الدراسات 7
		خدمة الملاحة الراديوية خدمة الاستدلال الراديوي	لجنة الدراسات 5
		الخدمة المتنقلة	لجنة الدراسات 5
التطبيقات الأخرى	استمثال البناء استمثال الحركة وفورات الطاقة قرارات الزرع قرارات الري	الخدمة الساتلية لاستكشاف الأرض	لجنة الدراسات 7
		الخدمة المتنقلة	لجنة الدراسات 5

3

نتائج المؤتمرات العالمية الأخيرة للاتصالات الراديوية



المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19)

وضع المؤتمر WRC-19 شروطاً لحماية الخدمات القائمة من تلقي تداخلات ضارة من المحطات المتنقلة ومحطات القاعدة للاتصالات المتنقلة الدولية المستقبلية. وإن حماية الخدمات العلمية الحساسة في النطاقات المجاورة مهمة للغاية وتحظى بالأولوية، لا سيما في النطاق الموزع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (المنفعلة) إذ يُستعمل هذا النطاق، لإجراء القياسات التي تُستعمل بعد ذلك لوضع نماذج التنبؤ بأحوال الطقس. ويمكن للتداخل الضار في هذا النطاق أن يؤثر على هذه القياسات ويجعل التنبؤ بأحوال الطقس أقل دقة على نحو متزايد. وفيما يتعلق بتشغيل خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) في النطاق GHz 24-23,6، اعتمد المؤتمر WRC-19 القرار (Rev.WRC-19) 750 بشأن التوافق بين خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) والخدمات النشيطة ذات الصلة على أن يُنفذ على مرحلتين:

- يُطبَّق على المحطات القاعدة/المتنقلة الموضوعة في الخدمة قبل 1 سبتمبر 2027 حدٌّ بقيمة –33/–29 dBW/200 MHz.
- يُطبَّق على المحطات القاعدة/المتنقلة الموضوعة في الخدمة بعد 1 سبتمبر 2027 حدٌّ بقيمة –39/–35 dBW/200 MHz.

واعتمد المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-19) أيضاً:

- القرار (Rev.WRC-19) 646 - حماية الجمهور والإغاثة في حالات الكوارث
- القرار (Rev.WRC-19) 647 - جوانب الاتصالات الراديوية، بما في ذلك مبادئ توجيهية بشأن إدارة الطيف لأغراض الإنذار المبكر والتنبؤ بالكوارث واستشعارها والتخفيف من آثارها وعمليات الإغاثة ذات الصلة بحالات الطوارئ والكوارث
- القرار (Rev.WRC-19) 657 - حماية أجهزة استشعار الأحوال الجوية الفضائية المعتمدة على الطيف والمستخدمة لأغراض التنبؤ والإنذار على الصعيد العالمي

واعتمدت جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2019 (RA-19) عدداً من القرارات التي تدعو قطاع الاتصالات الراديوية إلى إجراء الدراسات المناسبة، لا سيما:

- القرار ITU-R 55-3 - دراسات قطاع الاتصالات الراديوية بشأن التنبؤ بالكوارث واستشعارها والتخفيف من آثارها والإغاثة عند وقوعها
- القرار ITU-R 60-2 - خفض استهلاك الطاقة من أجل الحماية البيئية والتخفيف من آثار تغير المناخ باستعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات/تكنولوجيات الاتصالات الراديوية وأنظمتها
- القرار ITU-R 61-2 - مساهمة قطاع الاتصالات الراديوية في تنفيذ نواتج القمة العالمية لمجتمع المعلومات وخطة التنمية المستدامة لعام 2030

يمكن تنزيل الوثائق الختامية للمؤتمر WRC-19 هنا:
(https://www.itu.int/pub/R-ACT-WRC.14-2019/en)

المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2015 (WRC-15)

وافق المؤتمر على توزيعات جديدة في مدى التردد GHz 8-7 لازمة لإرسال كميات كبيرة من البيانات المتعلقة بخطط العمليات والتعديلات البرمجية الدينامية للمركبات الفضائية التي قد تؤدي في نهاية المطاف إلى تبسيط معمارية الأنظمة المحمولة على المتن والمفهوم التشغيلي لبعض مهمات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) مستقبلاً.

وستؤدي توزيعات الطيف في مدى التردد GHz 10-9 إلى تطوير تكنولوجيات الاستشعار الحديثة عريضة النطاق والرادارات المحمولة في الفضاء العاملة في إطار عمليات الاستشعار في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة). وستوفر التطبيقات العلمية وتطبيقات المعلومات الجغرافية قياسات عالية الجودة في جميع الظروف الجوية مع تطبيقات معززة للإغاثة في حالات الكوارث والمساعدات الإنسانية واستخدام الأراضي ومراقبة المناطق الساحلية الشاسعة.

المؤتمرات العالمية السابقة للاتصالات الراديوية

عززت القرارات التي اتخذت في المؤتمرين العالميين للاتصالات الراديوية في عامي 2007 و2012 ولاية الاتحاد الدولي للاتصالات في مجال الاستدامة وتغير المناخ والاتصالات في أحوال الطوارئ، وعملت على ضمان توفر الطيف والمدارات الساتلية من أجل تشغيل الأنظمة الراديوية المخصصة لرصد البيئة وتقييم تغير المناخ والتنبؤ به، كما يلي:

- **تحصل الخدمة الساتلية للأرصاد الجوية على المزيد من الطيف**

تم تخصيص طيف إضافي للخدمة الساتلية للأرصاد الجوية. كما تم توسيع التوزيع الراهن للخدمة الساتلية للأرصاد الجوية (MetSat) في النطاقين GHz 7,9-7,85 وGHz 18,4-18,3. ومن شأن ذلك أن يمكن الأنظمة المقبلة في الخدمة الساتلية للأرصاد الجوية من أداء قياسات ورصدات معلمات الأرصاد الجوية والمناخ بقدر عال جداً من الاستبانة، وبالتالي تعميق فهم تغير الطقس والمناخ والتنبؤ به.

- **تطوير الاستشعار الساتلي المنفعل عن بُعد وحمايته**

حدّث المؤتمران استعمال الطيف الهادف إلى التطبيقات المقبلة لرصد الأرض إلى جانب تطوير محاسيس منفعلة على متن سواتل الأرصاد الجوية والسواتل البيئية لرصد الخطوط الطيفية لبخار الماء والأكسجين، وهي ضرورية لقياسات سحب الجليد والتهطال ولرصد العواصف ولدراسات المناخ. وقد اعتمدت حدود إلزامية وأخرى موصى بها بخصوص الخدمات الفاعلة لحماية الخدمات المنفعلة.

- **توفير الدعم للرادارات الأوقيانوغرافية**

بُحثت متطلبات الطيف العالمية من أجل الرادارات الأوقيانوغرافية للتخفيف من آثار الكوارث، بما فيها موجات تسونامي، بغية فهم تغير المناخ ولضمان قدر أكبر من سلامة السفر البحري. ولهذه الغاية، حُدد عدد من توزيعات التردد إلى خدمة الاستدلال الموقعي ما بين 4 MHz و42,5 MHz. واعتمدت مستويات الحماية ذات الصلة بخصوص التداخل الناجم عن الرادارات الأوقيانوغرافية. وتعمل هذه الرادارات باستخدام موجات أرضية تنتشر عبر البحر لقياس أحوال سطح البحر في السواحل لدعم العمليات البيئية والأوقيانوغرافية وعمليات الأرصاد الجوية والمناخية والبحرية وعمليات الحد من أثر الكوارث ومن أجل مراقبة تلوث السواحل وإدارة مصائد الأسماك وعمليات البحث والإنقاذ وتعرية الشواطئ والملاحة البحرية.

- **مزيد من الطيف للاستشعار الفاعل**

تم الاتفاق على توسيع مدى التوزيع للاستشعار الفاعل في خدمة استكشاف الأرض الساتلية في حدود 500 9-900 9 MHz، مما يتيح النطاق المتاخم المطلوب بمقدار 500 MHz من أجل أغراض من قبيل قيام الرادارات ذات الفتحة التركيبية (SAR) برسم طبوغرافيا سطح الأرض.

- **حماية وضع نظام لتحري الصواعق**

اعتمد المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2012 أحكاماً تنظيمية وتقنية جديدة لحماية الأنظمة الأوتوماتية التي تستعمل لتحري ضربات الصواعق والتنبؤ بها. وتَستخدم البيانات التي توفرها هذه الأنظمة منظمات الأرصاد الجوية على نطاق العالم. وعلى وجه الخصوص، تتسم البيانات بقيمة كبيرة في التنبؤات لصالح الطيران، لا سيما فوق المحيطات ومساحات شاسعة من اليابسة تفتقر إلى أنظمة وطنية لتحري الصواعق.

وقد تمت الموافقة على عدد من القرارات، وهي تعكس شواغل معينة لدى الدول الأعضاء فيما يتعلق باستخدام الاتصالات الراديوية للحد من الآثار السلبية لتغير المناخ والكوارث الطبيعية أو من صنع الإنسان، ومنها مثلاً:

- حث لجان الدراسات في قطاع الاتصالات الراديوية على تسريع أعمالها، وبصفة خاصة في مجالات التنبؤ بالكوارث وتحريها والتخفيف من آثارها والإغاثة عند وقوعها؛ وتناول الفئة الأوسع لحماية لجمهور والإغاثة في حالات الكوارث، وتشجيع الإدارات على أن تنظر في تحديد نطاقات أو أمداء التردد أو أجزاء منها عند قيامها بالتخطيط على المستوى الوطني وذلك لأغراض تحقيق تناسق نطاقات أو أمداء التردد على الصعيد الإقليمي لتطبيق الحلول المتقدمة في مجالات حماية الجمهور والإغاثة في حالات الكوارث؛
- الاستمرار في تطوير التكنولوجيات الجديدة مثل الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT) وأنظمة النقل الذكية (ITS) لدعم أو استكمال التطبيقات المتقدمة في مجالات حماية الجمهور والإغاثة في حالات الكوارث؛
- إبراز أهمية استخدام تدابير فعالة للتنبؤ بالكوارث الطبيعية وتحريها والإنذار بها أو تخفيف آثارها من خلال الاستخدام المنسّق والفعال لطيف الترددات الراديوية. وينبغي في التخطيط الوطني للطيف من أجل الإغاثة في حالات الطوارئ والكوارث مراعاة الحاجة إلى التعاون والتشاور الثنائي مع الإدارات المعنية الأخرى، وهو ما يمكن تيسيره من خلال تنسيق استعمال الطيف، إضافة إلى مبادئ توجيهية متفق عليها لإدارة الطيف خاصة بالتخطيط للإغاثة في حالات الكوارث والطوارئ. ومن شأن استبانة تيسر الترددات لدى فرادى الإدارات – التي يمكن فيها تشغيل التجهيزات – أن يسهل إمكانية التشغيل البيني والتعامل. ولا شك في أهمية إتاحة الترددات للاستعمال في المراحل المبكرة جداً من عمليات المساعدة الإنسانية والإغاثة في حالات الكوارث؛

- الاستمرار في مساعدة الدول الأعضاء في الاضطلاع بأنشطتها الخاصة بالتأهب لاتصالات الطوارئ من خلال الحفاظ على قاعدة بيانات الترددات المتاحة اليوم للاستعمال في حالات الطوارئ؛
- إبراز أهمية جمع البيانات عن رصد الأرض وتبادلها لضمان وتحسين دقة التنبؤ بالطقس، مما يسهم في حماية الأرواح والحفاظ على الممتلكات في جميع أنحاء العالم.

4

الاستنتاجات

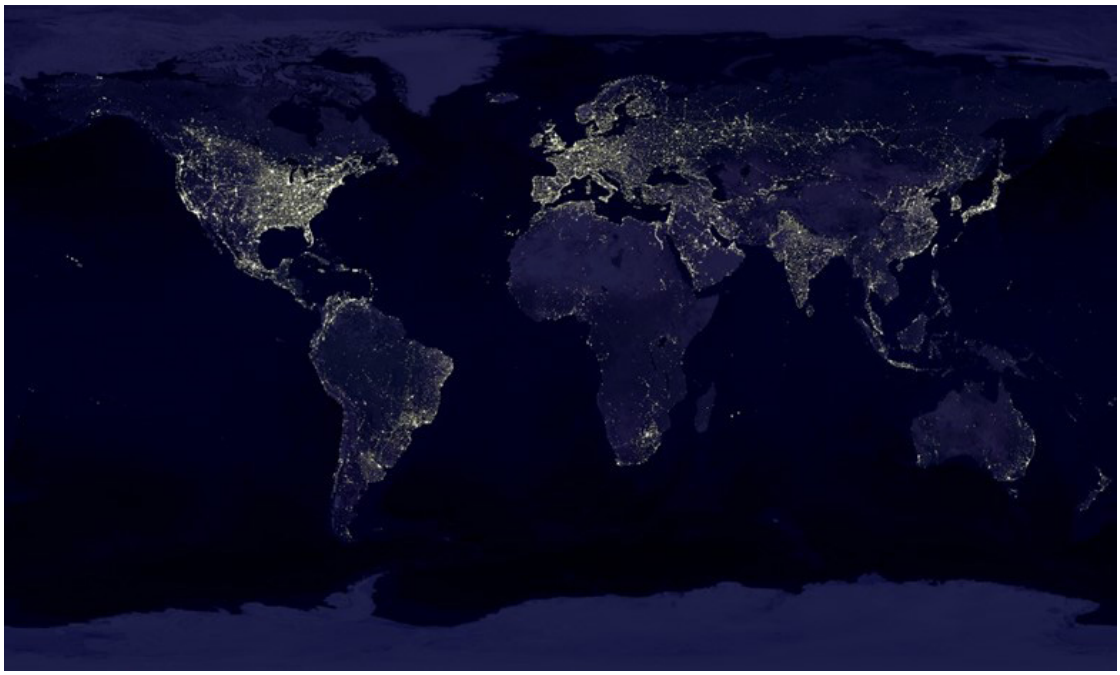
إن أثر أنشطة الإنسان على البيئة – وعلى تغير المناخ بصفة خاصة – من المسائل التي تثير المزيد من القلق في مجال الحياة على الأرض. وتوفر الاتصالات الراديوية عدداً من الفرص للمضي قدماً بالبحوث والتخطيط والعمل في مجال البيئة على صعيد العالم. وهي تشمل رصد البيئة وحمايتها إلى جانب الحد من تغير المناخ والتكيف معه.

ويبين هذا التقرير أن باستطاعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) أن تساعد إلى حد كبير على تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG) وأن تعمل في الوقت ذاته على زيادة كفاءة استهلاك الطاقة والحد من استنفاد الموارد الطبيعية. ويتحقق ذلك من خلال استخدام التكنولوجيا الراديوية للاستغناء عن السفر ومن خلال إعادة التدوير والتخفيف من استهلاك الطاقة. وكذلك يُنعم التقرير النظر في استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في العديد من مختلف جوانب العمل في مجال البيئة، بما في ذلك الرصد البيئي والتحليل والتخطيط والإدارة والحماية والتخفيف وبناء القدرات.

رسوم توضيحية: المعمارية المفاهيمية للمنظومة العالمية لأنظمة رصد الأرض (GEOSS)

مجالات المنافع المجتمعية التسعة

أضواء ليلية مرئية على سطح الأرض



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

ISBN: 978-92-61-31886-4

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2020
إصدار الصور: Shutterstock