ITU News
MAGAZINE

No. 1, 2019

رصد كوكبنا المتغير

الطيف الضروري لرصد الأرض من الفضاء

رصد كوكبنا المتغير

هولين جاو

الأمين العام للاتحاد الدولي للاتصالات

إن الأرض كوكبٌ ضعيف وذو موارد محدودة فيما يتعلّق بتلبية احتياجات سكان العالم الذين يتزايد عددهم باستمرار. وكما نعمل معاً لبناء اقتصاد عالمي مستدام، فإن أجهزة الاستشعار عن بُعد المحمولة في الفضاء مهيأة لتلعب دوراً متزايد الأهمية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDG) للأمم المتحدة.

وفي الواقع، تنظر الدول الأعضاء في الاتحاد والمجتمع الدولي الآن إلى إمكانية الاستفادة من رصد الأرض والمعلومات الجغرافية الفضائية كمدخلات أساسية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. يوفّر الاستشعار عن بُعد معلومات بالغة الأهمية عبر مجموعة واسعة من التطبيقات، بما فيها معلومات عن نوعية الهواء وإدارة الكوارث والصحة العامة والزراعة وتوافر المياه وإدارة المناطق الساحلية وصحة النظم الإيكولوجية للأرض.

فعلى سبيل المثال، تستخدم بيانات أجهزة الاستشعار عن بُعد المحمولة في الفضاء من أجل تقييم أثر الكوارث الطبيعية ومن أجل التأهّب بشكل أفضل للأحداث الخطرة في جميع أنحاء العالم. كما تُستخدم البيانات الواردة من هذه الأجهزة بشكل متزايد لتوجيه الجهود من أجل التقليل إلى الحد الأدنى من الضرر الذي يُلحقه النمو الحضري بالبيئة.

وهذه مجرد بعض الأمثلة التي تبيّن كيف توفّر قياسات الاستشعار عن بُعد – والعلوم التي تتيحها – خدمة جليلة للبشرية. ويُقدم هذا العدد من مجلة أخبار الاتحاد المزيد من هذه الأمثلة إلى جانب ثروة من الرؤى التي تبيّن كيف يساعد عمل الاتحاد في تحقيق فوائد اقتصادية واجتماعية لرصد الأرض من الفضاء.

وإضافةً إلى ذلك، يُسعدني إبلاغكم بأن مجلة أخبار الاتحاد. قد بلغت 150 عاماً. وسوف تكتشفون في هذا العدد أيضاً معالم هامة في السجل التاريخي لمجلة أخبار الاتحاد على مدى 150 عاماً.

أود أن أغتنم هذه الفرصة لأتمنى لكم جميعاً سنة جديدة مليئة بالصحة والسعادة!

> *"توفّر قياسات الاستشعار عن بُعد – والعلوم التي تتيحها – خدمة جليلة للبشرية."*
>
> هولين جاو

صورة الغلاف: NASA/Shutterstock

رصد كوكبنا المتغير

الطيف الضروري لرصد الأرض من الفضاء

1 رصد كوكبنا المتغير
هولين جاو
الأمين العام للاتحاد الدولي للاتصالات

علوم الفضاء – الاتحاد الدولي للاتصالات والمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019

4 أسباب حاجتنا اليوم إلى رصد الفضاء بالاستشعار
ماريو مانيفيتش
مدير مكتب الاتصالات الراديوية، الاتحاد الدولي للاتصالات

8 أنظمة رصد الأرض – لجنة الدراسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات والمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية
جون زوزك
رئيس لجنة الدراسات 7 التابعة الاتصالات الراديوية بالاتحاد (ITU-R) ومدير البرنامج الوطني للطيف (في الإدارة الوطنية الأمريكية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا–NASA)

فوائد رصد الأرض من الفضاء

12 المكون الفضائي في النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)
بيتيرتي تالاس
بيتيرتي تالاس الأمين العام للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

16 أهمية الطيف الراديوي في رصد الأرض
إيريك ألكس
رئيس الفريق التوجيهي المعني بتنسيق الترددات الراديوية

19 قياس الارتفاع من الفضاء
جان بلا
نائب رئيس لجنة الدراسات 7 بقطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

24 نطاقات الاستشعار الجوي المنفعل واختيارها
ريتشارد كيلي
الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، وزارة التجارة الأمريكية

ISSN 1020-4148
itunews.itu.int
6 أعداد سنوياً
حقوق التأليف والنشر: ITU 2019 ©

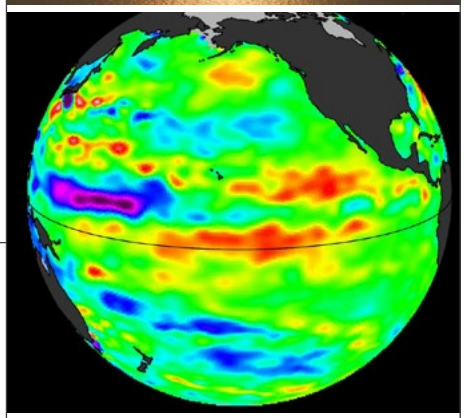
مديرة التحرير: ماثيو كلارك
المصمم الفني: كريستين فانولي
مساعدة التحرير: أنجيلا سميث

مكتب التحرير/معلومات الإعلان:
هاتف: 5234/6303 730 22 41+
فاكس: 5935 730 22 41+
بريد إلكتروني: itunews@itu.int

العنوان البريدي:
International Telecommunication Union
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 (Switzerland)

تنويه: الآراء التي تم الإعراب عنها في هذا المنشور هي آراء المؤلفين ولا تُلزم الاتحاد الدولي للاتصالات. والتسميات المستخدمة وطريقة عرض المواد الواردة في هذا المنشور، بما في ذلك الخرائط، لا تعني الإعراب عن أي رأي على الإطلاق من جانب الاتحاد الدولي للاتصالات فيما يتعلق بالمركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، أو فيما يتعلق بتحديدات تخومها أو حدودها. وذكر شركات بعينها أو منتجات معينة لا يعني أنها معتمدة أو موصى بها من جانب الاتحاد الدولي للاتصالات تفضيلاً لها على سواها مما يماثلها ولم يرد ذكره.

التقط كل الصور الاتحاد الدولي للاتصالات ما لم ينص على غير ذلك.



30 رصد أحوال الطقس والمناخ من الفضاء – أمر لا غنى عنه لمجتمعنا العالمي الحديث

ماركوس دريس
مدير دائرة الترددات بالمنظمة الأوروبية لاستغلال السواتل المخصصة للأرصاد الجوية (EUMETSAT)

36 الاستشعار النشيط المحمول في الفضاء لأغراض دراسة الأرض والتنبؤ بالكوارث الطبيعية

براين هونيكوت
مندوب الاتحاد الدولي للاتصالات للاستشعار عن بُعد، مختبر الدفع النفاث، معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، وكالة ناسا

41 كيف تستخدم أجهزة الاستشعار عن بُعد المنفعلة في التنبؤات الجوية

يو يانغ
مهندس، المركز الوطني للأرصاد الجوية الساتلية، الإدارة الصينية للأرصاد الجوية (CMA)، الصين

44 حماية الطيف اللازم لأجهزة الاستشعار الخاصة برصد الأرض، لصالح المجتمع

غيلبيرتو كامارا
مدير أمانة الفريق المعني برصدات الأرض (GEO)

التعامل مع التداخل الضار

47 مشكلة التداخل للاستشعار المنفعل على نطاق عالمي

جوزيف اشباخر
مدير برامج رصد الأرض، وكالة الفضاء الأوروبية (ESA)

54 المساهمة الهامة للاستشعار عن بُعد المنفعل بالموجات الصغرية للتنبؤ العددي بالطقس وكيفية تعامل المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) مع تداخل الترددات الراديوية

ستيفن إنغليش
رئيس قسم استيعاب نظام الأرض، المركز الأوروبي للتنبؤات بالطقس المتوسطة المدى (ECMWF)

59 معالم بارزة في تاريخ مجلة أخبار الاتحاد *الممتد* لمائة وخمسين عاماً

أسباب حاجتنا اليوم إلى رصد الفضاء بالاستشعار

ماريو مانيفيتش

مدير مكتب الاتصالات الراديوية، الاتحاد الدولي للاتصالات

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.

فرصد الفضاء بالاستشعار مسألة لا بُد منها بالفعل لمساعدة القادة والمواطنين على اتخاذ قرارات أفضل استناداً إلى بيانات موثوقة.

إذ تُسهم عدة عشرات من السواتل اليوم في تجميع معارف بالغة الأهمية عن نظام الأرض تمكّن العلماء من توضيح الصلات المحددة بين وقوع خلل طبيعي كبير في طبقات الجو العليا والتغيّرات الجوية الناشئة على بُعد آلاف الأميال منها.

> *"من الأهمية بمكان أن يحصل أخصائيو الأرصاد الجوية على رصدات عالمية دقيقة في الوقت الفعلي لما يحدث في الغلاف الجوي للأرض."*
>
> ماريو مانيفيتش

Shutterstock

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.

النظام العالمي لرصد المناخ - إطار وضعته الأمم المتحدة

تُلبّى الحاجة رسمياً إلى الاطلاع على رصدات عن طريق اتفاقية الأمم المتحدة (UN) الإطارية لتغير المناخ التي أسندت إلى النظام العالمي لرصد المناخ مسؤولية تحديد الاحتياجات من الرصدات المتصلة بتغير المناخ. وتعمل جميع وكالات الأمم المتحدة المعنية معاً ضماناً لاستمرار توفير رصدات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية وسجلات بيانات موثوقة من أجل الإسهام في تحقيق كل هدف من أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر والمقاصد المتصلة بها.

38TH WORLD RADIOCOMMUNICATION CONFERENCE

ITUWRC
SHARM EL-SHEIKH2019

28 October – 22 November
Sharm El-Sheikh, Egypt

www.itu.int/wrc2019
#ITUWRC

المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية للاتحاد لعام 2019 سيتخذ قرارات بشأن الطيف

يُنشر هذا الإصدار من مجلة أخبار الاتحاد في سياق الأعمال التحضيرية للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية للاتحاد لعام 2019 المزمع عقده في الفترة من 28 أكتوبر إلى 22 نوفمبر 2019 في شرم الشيخ بمصر.

وسيتخذ المؤتمر قرارات بشأن استخدام الطيف من جانب مختلف خدمات الاتصالات الراديوية، بما في ذلك علوم الفضاء. ولا بد من أن توفر هذه القرارات الحماية المناسبة لعلوم الفضاء لكي تستمر في دعم التنمية المستدامة للبشرية

> "تُسهم عدة عشرات من السواتل اليوم في تجميع معارف بالغة الأهمية عن نظام الأرض."
>
> ماريو مانيفيتش

الطيف - مورد حاسم الأهمية لنظم الأرصاد الجوية

لذلك، فمن المهم لقرّاء هذا الإصدار من مجلة أخبار الاتحاد فهم أسباب الأهمية الحاسمة لتيسر الطيف المناسب وحمايته لأداء نظم الأرصاد الجوية، ولماذا يتعين على أعضاء الاتحاد إيلاء عناية خاصة لاحتياجات مجتمع علوم الفضاء بسبب ما تنطوي عليه هذه النظم من قيمة اقتصادية ومجتمعية واعدة. وأنا ممتنٌ جداً للمؤلفين لاطلاعنا على خبراتهم ووجهات نظرهم في هذا الصدد.

أنواع أجهزة الاستشعار عن بُعد المحمولة في الفضاء لأغراض رصد الأرض

أجهزة الاستشعار النشيطة هي أنظمة رادارية على منصات محمولة في الفضاء. وتلتقط البيانات من خلال إرسال واستقبال الموجات الراديوية. وهناك 5 أنواع:

الرادارات ذات الفتحة التركيبية (SAR):
تلتقط بيانات طوبوغرافية لسطح الأرض

أجهزة قياس الارتفاع
تقيس الارتفاع الدقيق لسطح المحيط

مقاييس الانتشار
تحدد اتجاه الرياح وسرعتها على سطح المحيط

رادارات قياس الأمطار
تحدد معدلات هطول الأمطار وهيكلاً ثلاثي الأبعاد لهطول الأمطار

رادارات رصد السحب
تقيس غطاء السحب وهيكلها فوق سطح الأرض

أجهزة الاستشعار المنفعلة هي مستقبِلات حساسة للغاية لقياس الطاقة الكهرمغنطيسية التي تبثها الأرض وتنشرها، ولقياس المكونات الكيميائية في الغلاف الجوي للأرض. وهي تتطلب الحماية من تداخل الترددات الراديوية.

مصدركم لتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد (ITU-R)
لجنة الدراسات 7 (خدمات العلوم)

يرد في مصدرك لتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية وصف للخصائص التقنية والتشغيلية ومعايير الحماية والاعتبارات المتعلقة بالتقاسم فيما يخص الأنظمة الساتلية للاستشعار عن بُعد ووصلات التحكم وإرسال البيانات المرتبطة بها.

- السلسلة RS (من أجل الاستشعار عن بُعد)
- السلسلة SA (من أجل تطبيقات الفضاء والأرصاد الجوية)
- الكتيب بشأن خدمة استكشاف الأرض الساتلية
- الكتيب المشترك للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية – الاتحاد الدولي للاتصالات بشأن استعمال الطيف الراديوي في الأرصاد الجوية: المراقبة والتنبؤ فيما يتعلق بالطقس والماء والمناخ

المصدر: قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد (ITU-R)

أنظمة رصد الأرض - لجنة الدراسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات والمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية

جون زوزك

رئيس لجنة الدراسات 7 التابعة الاتصالات الراديوية بالاتحاد (ITU-R) ومدير البرنامج الوطني للطيف (في الإدارة الوطنية الأمريكية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا–NASA)

تُعنى لجنة الدراسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد (ITU-R) بالخدمات العلمية، ومنها الخدمات الساتلية لاستكشاف الأرض وللأرصاد الجوية، التي تعمل بنظم الاستشعار المنفعل والنشيط عن بُعد المحمولة في الفضاء، وهو ما يمكننا من الحصول على بيانات مهمة عن الأرض وغلافها الجوي.

وللأنظمة المستخدمة لتحقيق هذه الأغراض آثار بعيدة المدى على كل من يعيش على كوكب الأرض، إذ تُستخدم البيانات المجموعة عن طريقها في دراسة ورصد ظاهرة تغير المناخ، ومساعدة علماء الأرصاد الجوية في التنبؤ بأحوال الطقس والتنبؤ أيضاً بطائفة مختلفة من الكوارث الطبيعية ورصدها.

ومن المهم الإشارة إلى أنه رغم محدودية عدد البلدان المشغِّلة لسواتل الأرصاد الجوية وسواتل رصد الأرض، فإن البيانات ونواتج البيانات الصادرة من تشغيلها توزَّع وتُستخدم عالمياً، ولا سيما من جانب الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية، في البلدان المتقدمة والبلدان النامية على السواء، والمنظمات المعنية برصد ظاهرة تغير المناخ ودراستها.

> *"تُستخدم البيانات الصادرة من أنظمة رصد الأرض والاستشعار عن بُعد في تطبيقات التنبؤ بوقوع الكوارث ورصدها والتخفيف من آثارها."*
>
> جون زوزك

علاوة على ذلك، تُستخدم البيانات الصادرة من أنظمة رصد الأرض والاستشعار عن بُعد في تطبيقات التنبؤ بوقوع الكوارث ورصدها والتخفيف من آثارها. وقد انتهى تقرير صادر عن الأمم المتحدة إلى أن نحو 90% من مجموع الكوارث في العالم يتصل بأحوال الطقس. ونظراً إلى الطبيعة العالمية لأنظمة رصد الأرض والاستشعار عن بُعد، فلا بد من إيلاء اعتبار عالمي للحماية من التداخلات الضارة.

أجهزة الاستشعار النشيط المحمولة في الفضاء

أجهزة الاستشعار النشيط المحمولة في الفضاء هي أجهزة تحصل على البيانات بإرسال الموجات الراديوية واستقبالها، وهي أساساً أنظمة رادارية مُقامة على منصات محمولة في الفضاء. وهذه الأجهزة على خمسة أنواع، لكل منها غرض محدد يؤديه. فالرادار ذو الفتحة التركيبية (SAR) يُستخدم للحصول على بيانات طبوغرافية عن سطح الأرض، ومقاييس الارتفاع تُستخدم لقياس ارتفاع أسطح المحيطات بالضبط، بينما تُستخدم مقاييس الانتشار لتحديد اتجاه الرياح وسرعتها عند أسطح المحيطات. أما رادارات رصد تساقط الأمطار، فتُستخدم لتحديد معدلات هطول الأمطار والبُنية الثلاثية الأبعاد لهطولها، وتُستخدم رادارات رصد السحب لقياس الغطاء السحابي وبُنية السحب فوق سطح الأرض.

أجهزة الاستشعار المنفعل المحمولة في الفضاء

أجهزة الاستشعار المنفعل المحمولة في الفضاء هي مستقبِلات حساسة جداً تُعرف بأنها مقاييس إشعاع تقيس الطاقة الكهرمغنطيسية التي تُصدرها الأرض وتنثرها والمكونات الكيميائية الموجودة في غلافها الجوي. ولتتمكن هذه المستقبِلات الحساسة جداً من تنفيذ القياسات اللازمة، يلزم حمايتها من تداخل الترددات الراديوية. وتكون أجهزة الاستشعار المنفعل المحمولة في الفضاء العاملة على متون سواتل رصد الأرض مصوَّبة نحو الأسفل باتجاه سطح الأرض وغلافها الجوي، ومن ثم فهي معرّضة للتأثر بالتداخلات الصادرة من المرسِلات العاملة فوق سطح الأرض أو بالقرب منه. ولا يمكن لهذه المستقبِلات الحساسة أن تعمل بنجاح إلا بتوزيع عدد من نطاقات التردد على خدماتها الراديوية وبفضل الحماية التنظيمية الممنوحة لها بموجب العديد من الأحكام الخاصة الواردة في لوائح الراديو.

والواقع أن أجهزة الاستشعار المنفعل تحاول بطبيعتها التقاط ومعالجة الإشارات الراديوية الضعيفة جداً التي تحدث بصورة طبيعية عند ترددات معينة تحددها قوانين الفيزياء الجزئية. وبالتالي، إذا تسببت أي تداخلات في إتلاف هذه الإشارات، لا يمكن اللجوء ببساطة إلى استخدام ترددات أخرى للحصول على المعلومات المطلوبة. فبكل بساطة، لن تتوفر المعلومات المطلوبة.

فور الحصول على البيانات العلمية من أنظمة الاستشعار المستخدمة لرصد الأرض، يجب إرسالها إلى الأرض ليتمكن العلماء من معالجتها واستخدامها. ويجب أيضاً حماية وصلات إرسال البيانات هذه من التداخلات الضارة للترددات الراديوية وإلا فقد تتْلف البيانات العلمية أو تُفقد برمتها.

انظر جميع التوصيات الصادرة عن لجنة الدراسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد بشأن ما يلي:

- أنظمة الاستشعار عن بُعد: السلسلة RS
- التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية: السلسلة SA.

لجنة الدراسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد

تحتفظ لجنة الدارسات 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد بالسلسلتين RS (بشأن الاستشعار عن بُعد) و SA (بشأن التطبيقات الفضائية) من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية اللتين تبيّنان الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الساتلية للاستشعار عن بُعد ووصلات العودة المرتبطة بها الخاصة بالتحكم والبيانات، ومعايير حمايتها، واعتبارات التقاسم الخاصة بها. كما تحتفظ اللجنة بالكتيب الصادر عن القطاع بشأن "خدمة استكشاف الأرض الساتلية» والكتيب المشترك للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية والاتحاد الدولي للاتصالات بشأن "استعمال الطيف الراديوي في الأرصاد الجوية: المراقبة والتنبؤ فيما يتعلق بالطقس والماء والمناخ»، فضلاً عن العديد من التقارير المتعلقة بالاستشعار عن بُعد ورصد الأرض. وتسهم هذه المجموعة من الوثائق في الجهود التي يبذلها المجتمع العلمي عموماً وجماعة أخصائي الاستشعار عن بُعد خصوصاً للمساعدة في حماية استخدام الطيف الراديوي في تطبيقات الاستشعار عن بُعد.

المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية والاستشعار عن بُعد

لقد أدت المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية (WRCs) أيضاً بدور حيوي في قضية الاستشعار عن بُعد.

فمنذ انعقاد المؤتمر الإداري العالمي للراديو لعام 1979 (WARC-79)، نُفذت التوزيعات الأولى من نطاقات التردد لخدمة استكشاف الأرض الساتلية.

وفي المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 1997 (WRC-97)، عُززت التوزيعات الممنوحة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) لإتاحة تشغيل أنظمة الاستشعار النشيط عن بُعد للأرض، كما نُقِّحت وعُززت توزيعات نطاق التردد GHz 71-50 لإتاحة تنفيذ تطبيقات مهمة للاستشعار عن بُعد، وأُكسبت نطاقات تردد الوصلات الهابطة للبيانات الطابع العالمي.

وفي المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 (WRC-2000)، نُفذت تعزيزات إضافية للعديد من نطاقات تردد أنظمة الاستشعار عن بُعد، وأُعيد تنظيم التوزيعات من 71 إلى GHz 275 وحُدِّثت، اعترافاً باستخدام هذه الأنظمة لها في نطاقات تردد معينة.

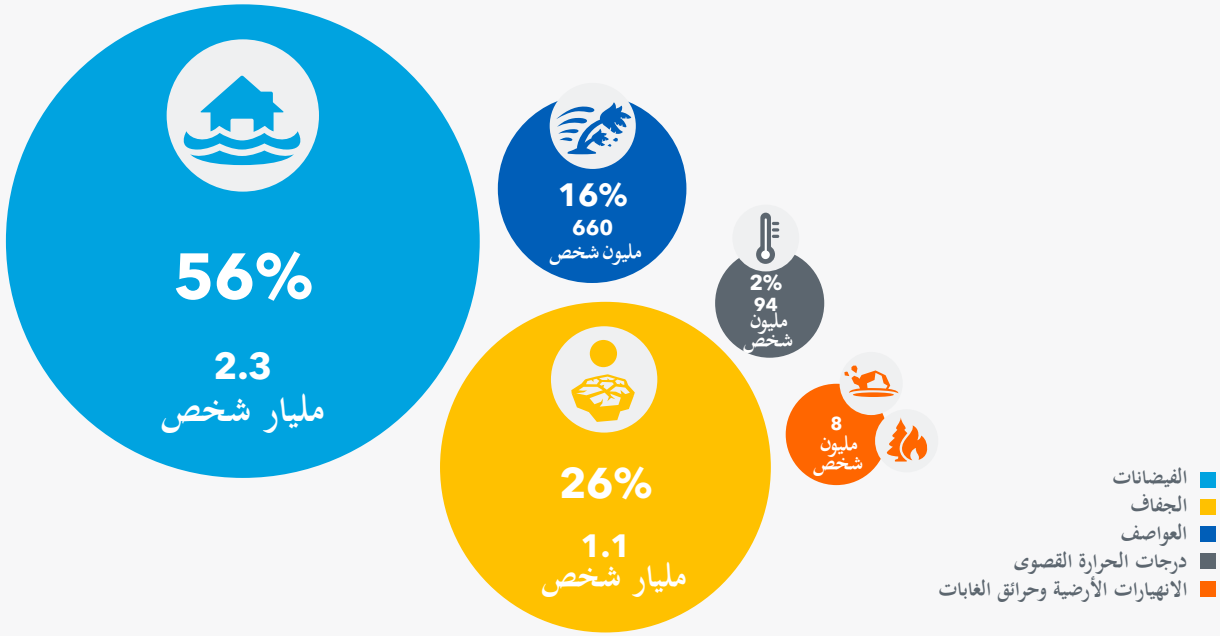
وفي المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2007 (WRC-07)، مُنحت الحماية لبعض النطاقات المستخدمة لأنظمة الاستشعار المنفعل عن بُعد، بما في ذلك حماية نطاقات التردد الموزعة لخدمات منفعلة كلياً من الإرسالات الخارجة عن النطاق الصادرة من مرسلات الخدمات النشيطة القريبة منها.

واعترف المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2012 (WRC-12) رسمياً في لوائح الراديو بأهمية الاتصالات الراديوية في عمليات رصد الأرض. وقد ساعدت كل هذه الإجراءات في صياغة الاستخدام الحالي لأنظمة الاستشعار عن بُعد والمنافع الاجتماعية والاقتصادية المتصلة بها، وتتوخى استخدام هذه الأنظمة في المستقبل لعقود مقبلة.

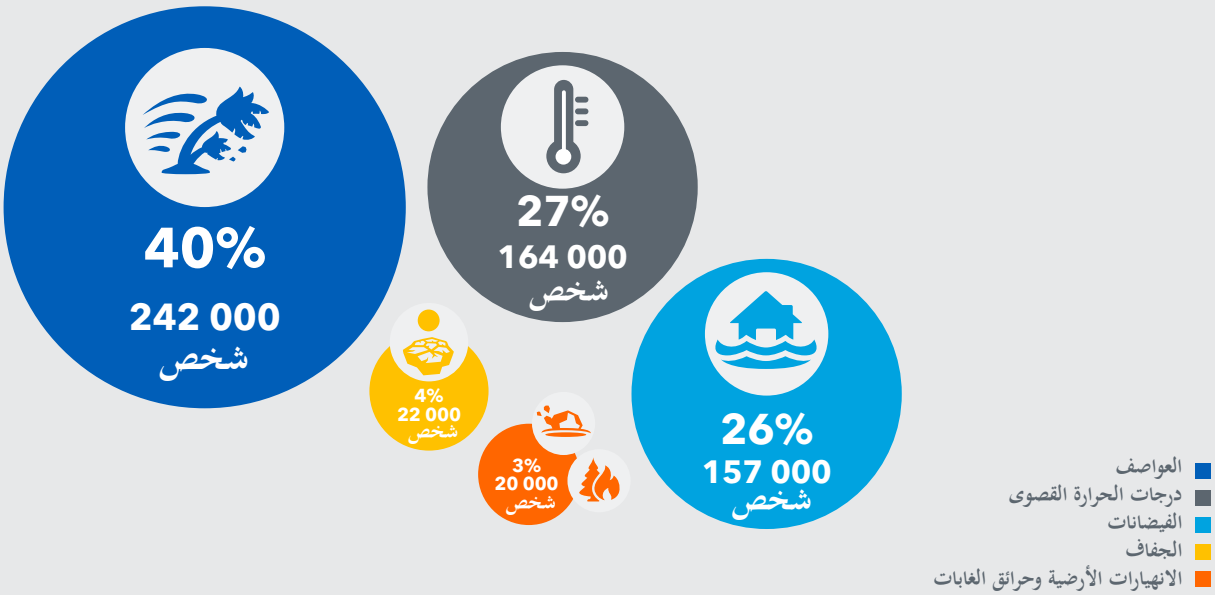
التكلفة البشرية للكوارث المتعلقة بالطقس في الفترة 2015-1995

أعداد الأشخاص الذين تأثروا بالكوارث المتعلقة بالطقس في الفترة 1995-2015

(ملاحظة: تستثنى حالات الوفاة من مجموع الأشخاص المتأثرين.)



عدد الأشخاص الذين لقوا حتفهم بحسب نوع الكارثة في الفترة 1995-2015



المصدر: *التكلفة البشرية للكوارث المتعلقة بالطقس في الفترة 1995-2015*.

مركز الأبحاث بشأن علم أوبئة الكوارث (CRED)/مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث (UNISDR).

المكون الفضائي في النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)

بيتيرتي تالاس

بيتيرتي تالاس الأمين العام للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

يُعترف بفوائد استخدام السواتل التي تدور حول كوكب الأرض لرصد الأرض منذ أوائل القرن العشرين. وتسنى لهذه الفوائد أن تتحقق أخيراً عند إطلاق الساتل الاصطناعي الأول، سبوتنيك، يوم 4 أكتوبر 1957 الذي آذن ببدء عصر الفضاء.

وفي عام 1961، واستجابة لطلب تقدمت به اللجنة المعنية باستخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية (COPUOS) التابعة للجمعية العامة للأمم المتحدة، أعدت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) تقريراً رائداً اقترحت فيه برنامجاً عالمياً لدفع عجلة أبحاث علوم الغلاف الجوي وتطوير قدرات محسنة للتنبؤ بالطقس باستخدام تكنولوجيا الفضاء (انظر النظام العالمي للرصد بالساتل: تجربة ناجحة).

> *"تعد المراقبة العالمية للطقس أحد أفضل الأمثلة على التشارك في منافع الفضاء بين جميع البلدان"*
>
> بيتيرتي تالاس

"المراقبة العالمية للطقس" - حماية الأرواح والممتلكات

وأصبح البرنامج يُعرف باسم "المراقبة العالمية للطقس». فهو يجمع بين نظم الرصد ومرافق الاتصالات ومراكز معالجة البيانات والتنبؤ التي يشغّلها أعضاء المنظمة العالمية للأرصاد الجوية لإتاحة معلومات الأرصاد والمعلومات الجيوفيزيائية المتصلة بها بغية تقديم الخدمات الفعالة وحماية الأرواح والممتلكات في جميع البلدان.

وقد نما نظام المراقبة العالمية لمراقبة الطقس، وهو النظام العالمي للرصد (GOS)، ليصبح نظاماً مُحْكَم التخطيط لسواتل الأرصاد الجوية والبيئية، متكاملاً مع شبكات الرصد في مواقعها المعتادة وداعماً لطائفة واسعة من برامج التطبيقات في المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. وهو يتألف من عدة سواتل في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض، ومدار أرضي منخفض، وكذلك في مواقع مختلفة أخرى في نظام الأرض–الشمس.

وتقدم البيانات الناتجة عن هذه السواتل مدخلات أساسية لمجموعة واسعة من برامج التطبيقات. فهي، على سبيل المثال، حسنت دقة التنبؤات الجوية من خلال التنبؤ العددي بالطقس، وهي تقدم في الوقت المناسب إنذارات موثوقة بأحداث الطقس المتطرفة. وتسهم المنتجات والخدمات التي تستخدم البيانات الفضائية في تنفيذ جداول أعمال التنمية العالمية، بما في ذلك خطة التنمية المستدامة لعام 2030، وإطار سينداي للحد من مخاطر الكوارث، واتفاق باريس لمكافحة تغير المناخ.

وتعد المراقبة العالمية للطقس أحد أفضل الأمثلة على التشارك في منافع الفضاء بين جميع البلدان. وتتاح بياناتها ومعلوماتها لجميع البلدان، بمعزل عن مدى تطورها الاجتماعي والاقتصادي. ويشمل ذلك إتاحة الاستلام والتحليل، والمعدات وبناء القدرات، في شكل برامج تدريب وبرامج زمالات دراسية وأشكال دعم أخرى.

Ana Ricov/WMO

إطار جديد لرصد التقلبات المناخية العالمية

واستجابة للولايات الموسعة للخدمات الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) وللتقدم التقني والعلمي والحقائق الاقتصادية، أصبح النظام العالمي للرصد عنصراً رئيسياً في إطار يدمج نظام الرصد العالمي القائم، مع النظام العالمي المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS). وضمن هذا الإطار الجديد، سيُدمج النظام العالمي للرصد (GOS) مع مكونات نظام الرصد في مجالات التطبيق التي سبق تطويرها بشكل مستقل.

وإذ يلج مناخ الأرض قسراً حقبةً جديدةً، بفعل الأنشطة البشرية، فضلاً عن العمليات الطبيعية، من الأهمية بمكان الحفاظ على نظام رصد قادر على كشف وتوثيق التقلبات المناخية العالمية والتغيير على مدى فترات زمنية طويلة. ويتطلب مجتمع البحوث وصانعو السياسات وعامة الناس رصدات مناخية عالية الجودة لتقييم الحالة الراهنة للمحيطات والغلاف الجليدي والغلاف الجوي واليابسة، ووضعها في سياق مع الماضي. ويتواصل التفاعل النشط بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والنظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)، إلى جانب فريق التنسيق المعني بسواتل الأرصاد الجوية (CGMS) واللجنة المعنية بسواتل رصد الأرض (CEOS) لضمان الكفاءة المثلى للمكون الفضائي فعال ومُحسَّن في نظام مراقبة المناخ.

> *"من الأهمية بمكان الحفاظ على نظام رصد قادر على كشف وتوثيق التقلبات المناخية العالمية والتغيير على مدى فترات زمنية طويلة"*
>
> بيتيرتي تالاس

ويقدم النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) إطاراً للتكامل عبر الحدود الوطنية والتنظيمية والتكنولوجية، وعبر مستويات مختلفة من الأداء، باستخدام شبكات مرجعية ومعيارية، فضلاً عن البيانات الجماعية. وفي عملية تسمى الاستعراض المتجدد للمتطلبات، تقيَّم قدرات الرصد بانتظام للتأكد من تلبية أنظمة الرصد التي ينفذها أعضاء المنظمة لمتطلبات المستخدمين. ويستجيب فريق التنسيق المعني بسواتل الأرصاد الجوية (CGMS) واللجنة المعنية بسواتل رصد الأرض (CEOS) لتوصيات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية لسد الثغرات في نظام الرصد الفضائي. وسيكون النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) جاهزاً للتشغيل اعتباراً من عام 2020 فصاعداً.

ويجري تبادل غالبية البيانات عادةً بين أعضاء المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) دون أي تكلفة ويجري نشرها من خلال مجموعة متنوعة من قنوات الاتصالات المنسقة في إطار نظام معلومات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WIS).

ويقوم برنامج الفضاء لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، الذي أنشئ في عام 2003، بتنسيق ودعم تطوير المكون الفضائي في النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) وهو يستجيب للدور المتنامي الذي تؤديه السواتل في برامج تطبيقات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية.

وتحدد رؤية النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) في عام 2040 الكيفية اللازمة لتطور نظام الرصد الفضائي في العقدين المقبلين لمواكبة المتطلبات المتزايدة للمستخدمين.

ومن بين العوامل التي تؤدي إلى تزايد الطلب على استخدام الطيف الترددي في الاستشعار الفضائي، أنماط جديدة من أجهزة الاستشعار، وتزايد عدد السواتل، بما فيها تلك التي تُنشر في كوكبات وتشكيلات، بالإضافة إلى مجالات جديدة للتطبيقات ومتطلبات عرض النطاق المتزايدة لإرسال البيانات.

والدور الحيوي للاتحاد الدولي للاتصالات في الإدارة العالمية لطيف الترددات الراديوية والمدارات الساتلية يتجلى في أهمية الأنظمة الفضائية وما تجود به من فوائد مباشرة للمواطنين في جميع أنحاء العالم وما تقدمه من بيانات ومعلومات لدعم صنع السياسات وصنع القرارات من أجل التنمية المستدامة.

ولذلك، يظل التعاون الوثيق بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والاتحاد الدولي للاتصالات أمراً ضرورياً للغاية لضمان تيسر العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) وتكامله ولضمان استمرار مساهمة الرصدات العالمية لكوكبنا في تنميته المستدامة

Karolin Eichler/Deutscher Wetterdienst/WMO

المراقبة العالمية للطقس (WWW)

للتنبؤ بالطقس، تعتمد الأرصاد الحديثة على التبادل شبه الآني لمعلومات الطقس حول العالم. وتشمل المراقبة العالمية للطقس، التي أنشئت في عام 1963، وهي البرنامج المحوري في برامج المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، نظم الرصد ومرافق الاتصالات ومراكز معالجة البيانات والتنبؤ التي يشغّلها أعضاء المنظمة العالمية للأرصاد الجوية لإتاحة معلومات الأرصاد والمعلومات الجيوفيزيائية المتصلة بها بغية تقديم الخدمات الفعالة وحماية الأرواح والممتلكات في جميع البلدان.

اقرأ المزيد هنا.

أهمية الطيف الراديوي في رصد الأرض

إيريك ألكس

رئيس الفريق التوجيهي المعني بتنسيق الترددات الراديوية

إن مورد الطيف الراديوي المهم للغاية والنادر أساس جميع أنشطة رصد الأرض، من قبيل جمع وقياس بيانات الرصد والدراسات التحليلية والتنبؤات والإنذارات. وهذه العمليات حيوية من أجل ضمان حماية الأشخاص والممتلكات ومراقبة التغير المناخي والبيئي وتوقعه.

والأنظمة الرئيسية التي تعمل من أجل رصد الأرض هي رادارات الطقس (قياسات الهطول وخصائص الرياح) ومساعدات الأرصاد الجوية (المسابير الراديوية والمسابير الهابطة والمسابير الصاروخية) والسواتل.

> *"تعد التغطية المتكررة والتي يمكن الاعتماد عليها التي تقوم بها أنظمة الرصد البيئي الفضائية أساسية في جميع أنحاء العالم."*
>
> إيريك ألكس

أجهزة الاستشعار النشيطة والمنفعلة

وفي هذا الصدد، تُستعمل عادة فئتان من أجهزة الاستشعار عن بُعد المحمولة في الفضاء: أجهزة الاستشعار النشيطة والمنفعلة. ويقوم جهاز الاستشعار النشيط بالإرسال والاستقبال وهو محمول على المتن. فهو يضيء الهدف ويقيس الإشعاع الذي يعكسه. وبالتالي، يتم في كثير من الأحيان في الساتل ذاته إرسال إشارة ذات قدرة عالية وكشف إشارة ذات قدرة منخفضة جداً. وجهاز الاستشعار المنفعل هو مستقبل يستهدف شدة إشعاع منخفضة جداً من أصل طبيعي لنظام الغلاف الجوي للأرض.

وتستعمل أجهزة الاستشعار المنفعلة والنشيطة العديد من تقنيات الرصد التي تغطي طائفة واسعة من أطوال موجات الطيف الكهرمغنطيسي، من أشعة غاما إلى الموجات الراديوية.

وتحدد القوانين الأساسية للفيزياء والإشعاع نطاقات التردد الضرورية من أجل رصد الأرض. وعلى سبيل المثال، هناك أجزاء معينة فقط من طيف الموجات الصغرية قابلة للاستعمال من أجل رصد الأرض لأنها تحتوي على نطاقات امتصاص الأكسجين أو بخار الماء أو مكونات أخرى من الغلاف الجوي. ويُستخدم الإشعاع الذي يستقبله الساتل في تحليلات الطقس الرقمية ونماذج التنبؤ لتقديم القياسات بشأن درجة الحرارة والرطوبة ومحتوى الماء السائل مثلاً.

الموجات الصغرية - الوصول إلى السحب وما بعدها

من المزايا الكبيرة للموجات الصغرية أنها، على خلاف الأشعة تحت الحمراء، من الممكن استخلاص المعلومات عبر السحب وما بعدها. وهذا ذو أهمية كبيرة بالنسبة إلى رصد الأرض، لأنه بشكل عام، تغطي السحب ما يقرب من ثلثي سطح الأرض. وإضافة إلى هذه الإمكانية التي تتيح رصد الأرض مهما تكن حالة الطقس، يمكن كذلك إجراء قياسات بأجهزة الاستشعار المنفعلة العاملة بالموجات الصغرية في أي وقت نهاراً أو ليلاً، لأنها لا تقيس الضوء المنعكس من الشمس أو القمر. وتعني مستويات الإشعاعات الأدنى لإشارات الموجات الصغرية الطبيعية مقارنة مع الأشعة تحت الحمراء أن القيام بهذه القياسات تقنياً أصعب بكثير من الفضاء، ولهذا رغم أن السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض تغطي قدراً أكبر كونها أبعد عن الأرض فالسواتل ذات المدارات الأقرب إلى الأرض أساسية أيضاً.

وجدير بالذكر أيضاً أن تقنية قياس بعض الخواص للغلاف الجوي ولسطح الأرض تتطلب مجموعة من القياسات العديدة بواسطة أجهزة استشعار متنوعة تعمل على ترددات مختلفة.

> *"لا يمكن أن يستمر تطور رصد الأرض على المستوى العالمي إلا عن طريق استعمال نطاقات التردد المناسبة."*
>
> إيريك ألكس

وبالتالي، قد يؤدي أي تداخل يتعرض له جهاز استشعار ما إلى إفشال قياسات عدة.

إن مجموعات البيانات التي تجمعها أنظمة رصد الأرض الفضائية والعاملة في الطيف الراديوي تؤدي على نحو متزايد دوراً رئيسياً في الأبحاث والعمليات البيئية، ولا سيما للحد من أثر الكوارث المتعلقة بالحوال الجوية وبالمناخ ومن أجل الفهم العلمي لتغير المناخ وآثاره على كوكبنا ورصده والتنبؤ به.

ضمان رصد الأرض على المستوى العالمي

تعد التغطية المتكررة والتي يمكن الاعتماد عليها التي تقوم بها أنظمة الرصد البيئي الفضائية أساسية في جميع أنحاء العالم. وإن إدارة نطاقات التردد المخصصة لمختلف الخدمات العلمية وخدمات الأرصاد الجوية بطريقة فعالة ومستنيرة لها أهمية قصوى من أجل ضمان وتحسين جودة ودقة منتجات الأرصاد الجوية وتطبيقاتها الناتجة عن عمليات الرصد هذه.

ويتاح حول العالم جميع المعلومات تقريباً التي تجمعها أنظمة رصد الأرض (توفر السواتل اليوم ثلاثة أرباع هذه البيانات). ولدى كل إدارة (دولة عضو في الاتحاد)، سواء كانت مالكة أو غير مالكة لشبكات ساتلية أو محطات استقبال واقعة في أراضيها، نفاذ إلى البيانات اللازمة من أجل التنبؤات بالطقس والقياسات عند سطح المحيطات (ارتفاع الموج ودرجة حرارة سطح البحر والملوحة وسماكة جليد البحر وما إلى ذلك) أو على سطح الأرض (بخار الماء وسرعة الرياح وكثافة هطول الأمطار وكثافة الأشجار في الغابات وغير ذلك) وجميع أشكال البحوث المتعلقة بآثار تغير المناخ.

ولا يمكن أن يستمر تطور رصد الأرض على المستوى العالمي إلا عن طريق استعمال نطاقات التردد المناسبة، الخاضعة لخصائص فيزيائية دقيقة وفريدة لا يمكن تغييرها أو تكراراها في نطاقات التردد الأخرى.

ويشهد الطيف الراديوي ضغطاً متزايداً بفعل الاحتياجات الجديدة والمتزايدة، ولكن أيضاً بفعل التكثيف العالي للاستعمالات، والحساسية العالية لأجهزة الاستشعار المنفعلة التي ليس بمقدورها تمييز الإشارة المطلوبة عن أي إشارة تداخل تتلقاها.

ولهذا السبب، جددت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والاتحاد الدولي للاتصالات اتفاق التعاون بينهما بشأن حماية وتحقيق الاستعمال الأمثل للترددات البالغة الأهمية من أجل رصد الأرض وغلافها الجوي، ولا سيما في سياق التحضير للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019، الذي سينظر في بنود من جدول أعماله تتسم بأهمية كبيرة بالنسبة إلى المجتمعات العلمية ومجتمعات الأرصاد الجوية.

وأتاح أيضاً هذا التعاون الوثيق تحديث الكتيب الصادر بشأن استعمال الطيف الراديوي في الأرصاد الجوية: المراقبة والتنبؤ فيما يتعلق بالطقس والماء والمناخ.

ويتاح الكتيب باللغات الرسمية الست للأمم المتحدة ويوفر معلومات تقنية شاملة بشأن استعمال أنظمة الأرصاد الجوية للترددات الراديوية.

كتيب بشأن استعمال الطيف الراديوي في الأرصاد الجوية: المراقبة والتنبؤ فيما يتعلق بالطقس والماء والمناخ

اقرأ المزيد هنا

قياس الارتفاع من الفضاء

جان بلا

نائب رئيس لجنة الدراسات 7 بقطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

قياس الارتفاع من الفضاء هو تقنية لقياس الارتفاع عن السطح الواقع تحت الساتل. ويقيس الرادار الوقت الذي تستغرقه النبضة للانتقال من هوائي الساتل إلى السطح والعودة إلى مستقبِل الساتل. وتنتج الإشارات المستقبلة مدىً واسعاً من المعلومات مثل القياسات الدقيقة لطبوغرافيا المحيطات من أجل استخلاص الارتفاع الدقيق لسطح المحيطات في الأرض أو تحسين معرفة حركة التيارات في المحيطات. وقد تسنى القيام بجميع هذه العمليات من خلال استخدام أداة على متن الساتل تسمى "المستشعر النشط» الذي يمكن أن يقدم تغطية مستمرة (ليلاً ونهاراً) في أي ظرف من الظروف الجوية، بغض النظر عن التغطية السحابية.

وتقدم السواتل التي تدور حول الأرض منظوراً ممتازاً يُستشعَر منه بسطح الأرض (اليابسة والمحيطات)، وبمكونات الغلاف الجوي للأرض، وكذلك المناطق القطبية. وتقدم السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض مراقبة مستمرة لمساحة واسعة، في حين تغطي السواتل القطبية ذات المدار المنخفض كوكب الأرض كله على فترات منتظمة. وتستخرج سواتل قياس الارتفاع الخرائط الطبوغرافية للمحيطات من أجل الحصول على معرفة دقيقة بمتوسط مستوى المحيطات، والحصول على رؤية أفضل للجليد، والحصول على مستوى دقيق للبر على كوكب الأرض والكواكب الأخرى. ويكشف قياس متوسط مستويات البحر قرائن حيوية بشأن الاحترار العالمي.

> *"يكشف قياس متوسط مستويات البحر قرائن حيوية بشأن الاحترار العالمي."*
>
> جان بلا

ويبين الجدول 1 مهمات قياس الارتفاع الرئيسية السابقة والحالية.

مقياس الارتفاع هو رادار يعمل بورود عمودي (انظر الشكل المرفق: مبدأ قياس الارتفاع)، والإشارة التي تعود إلى الساتل تشبه إلى حد بعيد الانعكاس عن سطح أملس (انعكاس مرآوي).

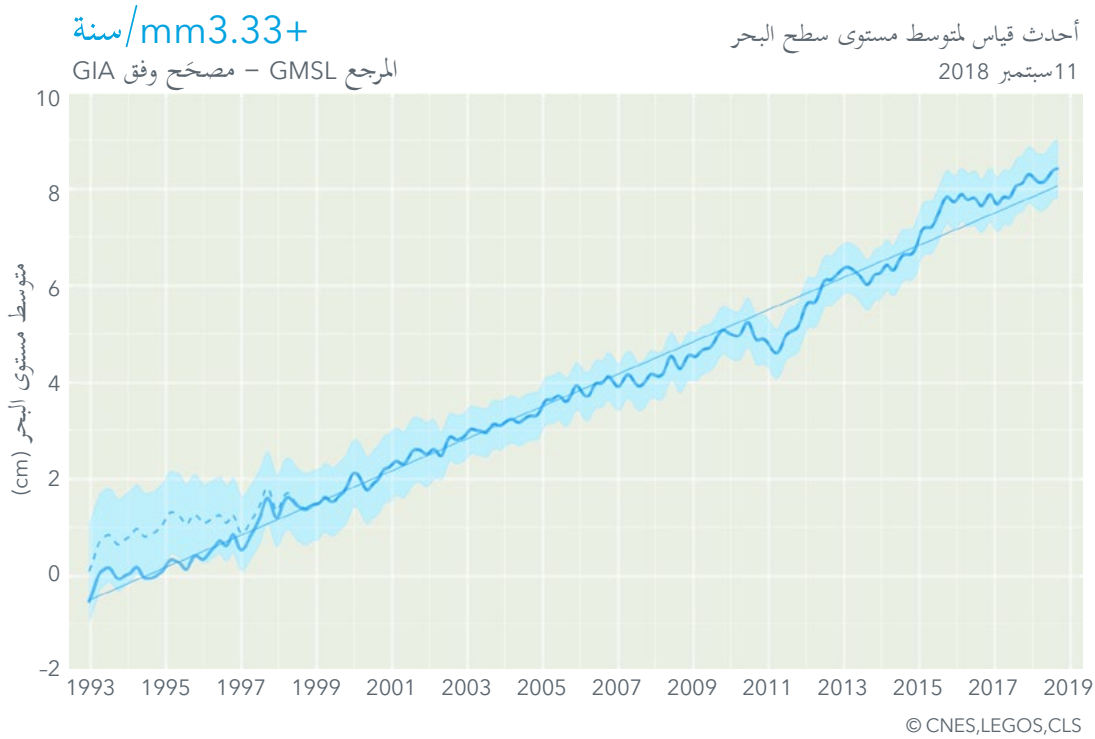
الجدول 1: الخصائص الرئيسية لمهمات قياس الارتفاع الفضائية السابقة والحالية

المهمة	تاريخ الاطلاق	التردد المركزي	المدار
GEOSAT	1985، توقف التشغيل في عام 1986	13.5 GHz	مدار قطبي متزامن مع الشمس، الميل 108,1°، الارتفاع 757-814 km
ERS-1 and 2	1991، 1995، توقف التشغيل في عامي 2000، 2011 على التوالي	13.8 GHz	مدار قطبي متزامن مع الشمس، الميل 98,5°، الارتفاع 780 km
TOPEX-POSEIDON	1992، توقف التشغيل في عام 2005	13,575 و5,3 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 66,039°، الارتفاع 1336 km، دور التكرار 10 أيام
JASON-1	2001، توقف التشغيل في عام 2013	13,575 و5,3 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 66°، الارتفاع 1324 km، دور التكرار 10 أيام
JASON-2	2008	13,575 و5,3 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 66°، الارتفاع 1336 km، دور التكرار 9,9 أيام
CRYOSAT-2	2010	13.575 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 92°، الارتفاع 717 km
HY-2A	2011	13,575 و5,3 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 99,3°، الارتفاع 971 km، دور التكرار 14 يوماً
SARAL	2013	35.75 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 98,5°، الارتفاع 800 km، دور التكرار 35 يوماً
JASON-3	2016	13,575 و5,3 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 66°، الارتفاع 1336 km، دور التكرار 9,9 أيام
SENTINEL-3A	2016	13,575 و5,3 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 98,6°، الارتفاع 815 km، دور التكرار 27 يوماً
SENTINEL-3B	2018	13,575 و5,3 GHz	مدار دائري غير متزامن مع الشمس، الميل 98,6°، الارتفاع 815 km، دور التكرار 27 يوماً

والموقع الدقيق للساتل مطلوب من خلال معرفة مدار دقيق. ويتطلب علماء المحيطات ارتفاعاً نسبياً لسطح البحر إلى المجسم الأرضي. وسيقدم مقياس الارتفاع الراداري قياسات دقيقة للمسافة من الساتل إلى سطح الأرض وكذلك لقدرة وشكل الصدى العائد من سطح المحيط والجليد والبر.

ويعد المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر (GMSL) في المحيطات أحد أهم مؤشرات تغير المناخ: ويعتمد GMSL على بيانات من مهمات TOPEX/Poseidon وJason-1 وJason-2 وJason-3 منذ يناير 1993 حتى الوقت الحاضر. ويقدَّر المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 3,3 mm/ سنة (انظر الشكل 1).

الشكل 1: متوسط ارتفاع مستوى سطح البحر



توقُّع ظاهرة النينيو - ممكن الآن

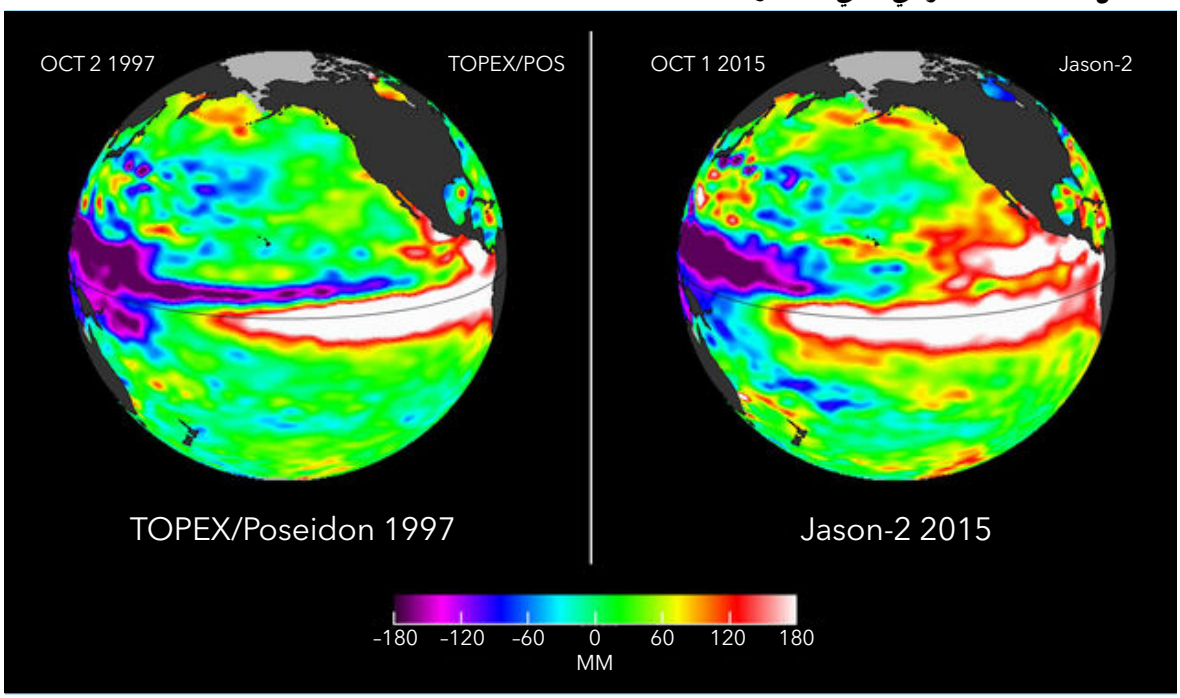
تمثل ظاهرة النينيو مثالاً يسترعي اهتماماً خاصاً في أمريكا الجنوبية. وتمكّننا المعرفة الأفضل لحركة المحيطات من تحسين فهمنا للمناخ والتنبؤ به، وخاصة ما يتعلق بالكوارث الطبيعية (القحط والفيضانات والأعاصير) مثل النينيو (تجمع مياه دافئة على غير المعتاد قبالة الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية، مرتبط بتفاعلات معقدة واسعة النطاق بين الغلاف الجوي والمحيط في المحيط الهادئ).

ويوضح الشكل 2 إمكانية التنبؤ الآن بظاهرة النينيو من بيانات المحيطات المحصَّلة بواسطة السواتل: فتمكن رؤية وصول سيل عرمرم شاذ من المياه الدافئة إلى ساحل بيرو في عامي 1997 و2015.

ويطفح ارتفاع مستوى سطح البحر على نطاق واسع عن متوسط مستواه بسبب ظاهرة النينيو. وخلال عام 1997، حدث ارتفاع محلي يبلغ حوالي 20 CM من ارتفاع مستوى سطح البحر في منطقة المحيط الهادئ الاستوائية عندما كانت هذه الظاهرة في أوجها (و30 سنتيمتراً من ساحل بيرو).

> *"يمكن التنبؤ الآن بظاهرة النينيو من بيانات المحيطات المحصَّلة بواسطة السواتل."*
>
> جان بلا

الشكل 2: أحداث النينيو في عامي 1997 و2015



أسفرت الهزة الأرضية وكارثة التسونامي في المحيط الهندي عن تدمير مدينة باندا آتشيه بإندونيسيا في 26 ديسمبر 2004

الجدول 2: مهمات فضائية مستقبلية لقياس الارتفاع

اسم المهمة	الغرض منها	المدار
CFOSAT	تحديد الاتجاه والاتساع والطول الموجي للموجات السطحية وقياس سرعة الرياح	متزامن مع الشمس، الارتفاع 520 km، الميل 97,4°
(JASON-CS (Sentinel 6	تحديد طوبوغرافيا سطح المحيط الدقيقة، وتحقيق الاستمرارية مع الساتل Jason-3	غير متزامن مع الشمس، الارتفاع 1336 km، الميل 66°
SWOT	هيدرولوجيا البر وعلوم المحيطات	غير متزامن مع الشمس، الارتفاع 890,6 km، الميل 77,6°

بيد أن المؤثرات الجوية الناجمة عن ظاهرة النينيو في الفترة 1997-1998 كانت ملموسة في جميع أنحاء العالم، ومن الواضح أن هذه الحالات الشاذة جميعها أثرت على المستوى العالمي لمستوى سطح البحر: ففي عام 1997، حدث ارتفاع عالمي قدره 15 mm.

قياس الارتفاع وكشف إعصار التسونامي على نحو غير مرتقب

من التطبيقات غير المتوقعة لقياس الارتفاع، كشف إعصار التسونامي. وكانت محض مصادفة أنه في الصباح المبكر يوم 26 ديسمبر 2004 وفي ساعات الزلزال الكبير الذي هز أرضية المحيط الهندي، فإن ساتلين مشتركين للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء NASA/ووكالة الفضاء الفرنسية (هما Topex و1-Jason)، ENVISAT والساتل التابع لوكالة الفضاء الأوروبية والساتل GFO التابع للإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) قد كشفت على غير انتظار موجات تسونامي عبر خليج البنغال.

وتقوم وكالات الفضاء بإعداد مهمات فضائية مستقبلية لقياس الارتفاع (انظر الجدول 2).

نطاقات الاستشعار الجوي المنفعل واختيارها

ريتشارد كيلي

الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، وزارة التجارة الأمريكية

معلومات أساسية عن الاستشعار المنفعل عن بُعد باستعمال الموجات الصغرية

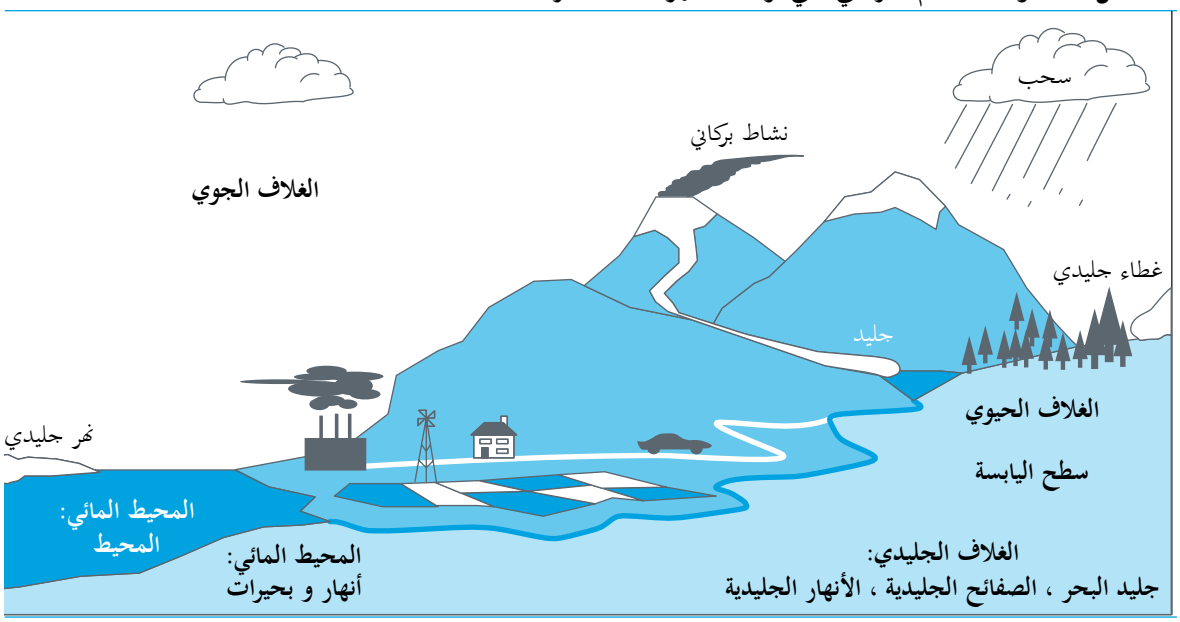
خصصت الهيئات التنظيمية الدولية والوطنية أجزاءً معينة من طيف الموجات الصغرية لأغراض الرصد المنفعل. ويُعد الاستشعار المنفعل عن بُعد في نطاقات الموجات الصغرية التقنية رقم واحد المستعملة لتحسين دقة التنبؤ العددي بالطقس. ويكتسي هذا النوع من الاستشعار بالأهمية أيضاً لتحديد حالة الثلوج والجليد وسطح التربة على الأرض.

وتقوم أجهزة الاستشعار الموجودة على متن السواتل بمسح الأرض انطلاقاً من السطح عبر العمود الهوائي الواصل إلى الفضاء. وتقوم أجهزة الاستشعار هذه بمسح جميع مكونات النظام الأرضي المعروضة في الشكل 1.

تستفيد البلدان من تكنولوجيا السواتل العاملة بالموجات الصغرية المنفعلة، بغض النظر عما إذا كانت هذه البلدان تمتلك السواتل أو تشغلها أو تطلقها.

> *"خصصت الهيئات التنظيمية الدولية والوطنية أجزاءً معينة من طيف الموجات الصغرية لأغراض الرصد المنفعل."*
>
> ريتشارد كيلي

الشكل 1: مكونات النظام الأرضي التي تُرصد بأجهزة الاستشعار المنفعلة



المصدر: مأخوذ بتصرف من "تقرير تغير المناخ لعام 2001: فريق العمل الأول: الأساس العلمي – النظام المناخي" – الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

والمشروع الإيضاحي للتنبؤ بالطقس القاسي للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية يحسن من قدرات المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا على تقديم تنبؤات وإنذارات محسنة بالطقس القاسي بغرض إنقاذ الأرواح، وحماية سبل العيش، والحفاظ على الممتلكات والبنى التحتية في أقل البلدان نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية وذلك باستعمال منتجات أنظمة الموجات الصغرية المنفعلة.

ويستفيد من هذا الأمر أكثر من 75 بلداً من البلدان النامية، بما في ذلك بلدان الجنوب الإفريقي، وجنوب المحيط الهادئ، وشرق إفريقيا، وجنوب شرق آسيا، وخليج البنغال (جنوب آسيا)، وآسيا الوسطى، وغرب إفريقيا، وشرق الكاريبي. ويتم ذلك من خلال المساهمات التي تقدمها مراكز الأرصاد الجوية العالمية والإقليمية ودعم الجهات المانحة/الشركاء.

وبالإضافة إلى التنبؤ بالطقس، تعد بيانات الموجات الصغرية المنفعلة الأخرى حيوية بالنسبة للعالم. ويعتبر الكثير من هذه البيانات حاسماً بالنسبة للدراسات طويلة الأجل لمناخ الأرض. ويعرض الجدول 1 بعض الأمثلة على المعلومات الهامة التي توفرها أنظمة الموجات الصغرية المنفعلة.

وتقوم أجهزة الاستشعار المنفعلة بجمع الطاقة باستمرار من الأرض ضمن نطاقات تردد راديوية معينة وترسل البيانات ثانية إلى المحطات الأرضية. وتُعد تقارير البيانات هذه حيوية بالنسبة للإدارات، حيث تزودها بالمعلومات القيمة المطلوبة لحماية الأرواح والممتلكات.

الجدول 1: عينة من المعلومات التي يتم استشعارها عن بُعد	
1	تحديد محتوى التربة من الرطوبة باستعمال أجهزة الاستشعار النشيطة والمنفعلة انطلاقاً من الفضاء
2	الكشف عن التسربات النفطية لحفظ الحياة البحرية والبيئة
3	تحديد التشكيلات الحرجية وحساب مساحتها لتقدير إمدادات الغابات
4	قياس سرعة الرياح واتجاهها لصالح مجمعات توربينات الرياح والتنبؤ بالطقس وممارسي رياضة ركوب الأمواج
5	التنبؤ بالطقس للتحذير من الكوارث الطبيعية
6	الكشف عن أنواع الغطاء/الاستعمال الأرضي من أجل عملية صنع القرار
7	رصد تدفق تيارات المحيطات ودورانها
8	دراسة ذوبان الأنهار الجليدية وآثارها على مستوى البحر
9	تتبع الأخطار للاستجابة لها على نحو أفضل والتعافي منها. وقد أصبح دمج بيانات رصد الأرض ونظم المعلومات الجغرافية في حالات الخطر أداة رئيسية في إدارة الكوارث
10	الحيلولة دون تدهور وفقدان النظم البيئية للأراضي الرطبة
11	مقارنة العوامل المناخية من الماضي إلى الحاضر
12	إصدار إشارات الإنذار المبكر بالمجاعة على نطاق واسع
المصدر: المشروع الإيضاحي للتنبؤ بالطقس القاسي للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية	

لا يمكن نقل نطاقات أجهزة الاستشعار المنفعلة إلى ترددات أخرى

تُحدد النطاقات المنفعلة بناء على الخصائص الأساسية لكوكب الأرض وغلافه الجوي. ولا يمكن لأي قدر كان من الأعمال الهندسية والأموال أن يغير من هذه الخصائص.

ويمكن لأجهزة الاستشعار المنفعلة أن تحدد التغير الرأسي والتوزيع الأفقي لدرجة الحرارة والرطوبة في الغلاف الجوي، وهما متغيران جويان رئيسيان. وهناك العديد من المعلمات المادية الأخرى مثل الجليد والماء السائل وحالة البحر، التي تحدد حالة الكوكب. ويعرض الجدول 2 الروابط بين نطاقات التردد وهذه المعلمات.

أجهزة الاستشعار المنفعلة التي تعمل في نطاقات تردد

على نحو عام، تكون عتامة الغلاف الجوي منخفضة عند الترددات المنخفضة وتزيد في الترددات المرتفعة، ويرجع ذلك أساساً إلى امتصاص بخار الماء وزيادة الامتصاص والانتشار بسبب السحب والهواطل. وبالإضافة إلى ذلك، هناك نطاقات يكون فيها الامتصاص الذي تحدثه غازات جوية مختلفة أكثر ارتفاعاً، مثلاً يكون الأكسجين قريباً من النطاق 60 GHz وبخار الماء قريباً من النطاق 183 GHz. وتنشأ هذه الترددات المميزة من الأساليب الدورانية لهذه الجزيئات ويتم تثبيتها بواسطة فيزياء الجزيئات. وتُعد نطاقات التردد المنفعلة هذه مورداً طبيعياً محمياً.

وفي النطاقات دون 10 GHz، يكون الغلاف الجوي شفافاً تماماً تقريباً، حتى في وجود السحب. وهذا يتيح لأجهزة الاستشعار التي تعمل تحت 10 GHz أن تستشعر سطح الكوكب مباشرة.

الجدول 2: النطاقات المنفعلة المختارة لرصد مكونات النظام الأرضي الواقعة دون GHz 275

نطاق التردد (GHz)	المعلمة المادية
1.427-1.37	رطوبة التربة، ملوحة المحيط، حرارة سطح البحر، مؤشر الغطاء النباتي
2.7-2.64	ملوحة المحيط، رطوبة التربة، مؤشر الغطاء النباتي
4.4-4.2	حرارة سطح البحر
7.25-6.425	حرارة سطح البحر
10.7-10.6	معدل الأمطار، محتوى الماء الثلجي، تشكل الجليد، حالة البحر، سرعة رياح المحيط
15.4-15.2	بخار الماء، معدل الأمطار
18.8-18.6	معدلات الأمطار، حالة البحر، جليد البحر، بخار الماء، سرعة رياح المحيط، إشعاعية ورطوبة التربة
21.4-21.2	بخار الماء، الماء السائل
22.5-22.21	بخار الماء، الماء السائل
24-23.6	بخار الماء، الماء السائل، القناة المرتبطة لسبر الغلاف الجوي
31.8-31.3	جليد البحر، بخار الماء، البقع النفطية، السحب، الماء السائل، حرارة السطح، النافذة المرجعية للمدى GHz 60-50
37-36	معدلات الأمطار، ثلج، جليد البحر
50.4-50.2	نافذة السحاب المرجعية لتحديد نمط حرارة الغلاف الجوي (حرارة السطح)
59.3-52.6	تحديد نمط حرارة الغلاف الجوي (خطوط امتصاص O_2)
92-86	سحب، بقع نفطية، جليد، ثلج، مطر، نافذة مرجعية لسبر الحرارة قرب GHz 118
102-100	N_2O, NO
111.8-109.5	O_3
116-114.25	CO
122.25-115.25	تحديد نمط حرارة الغلاف الجوي (خطوط امتصاص O_2)
151.5-148.5	N_2O، حرارة سطح الأرض، معلمات السحاب، نافذة مرجعية للسبر الحراري
158.5-155.5	معلمات الأرض والسحاب
167-164	N_2O، ماء وجليد السحب، مطر، CO، ClO
191.8-174.8	N_2O، تحديد نمط بخار الماء، O_3
209-200	ClO، N2O، بخار الماء، O3
231.5-226	سحب، رطوبة، O_3 (GHz 231,28)، CO (GHz 230,54)، N2O (GHz 226,09)، نافذة مرجعية
238-235	O_3
252-250	N_2O

المصدر: التوصية ITU-R RS.515 "نطاقات التردد وعروض النطاق المستعملة للاستشعار الساتلي المنفعل عن بُعد".

أما عند النطاق 10 GHz فيظل السحاب وبخار الماء شفافين إلى حد كبير، مما يوفر معلومات خاصة عن هطول الأمطار وإن كانت الأمطار الغزيرة توهن هذه الشفافية (تُعد التقنيات الأخرى غير مباشرة).

وعند النطاق 18 GHz، تصل خصائص العزل الكهربائي لماء البحر إلى حد تصبح فيه الطاقة التي تجمعها أجهزة الاستشعار المنفعلة مستقلة تقريباً عن درجة حرارة سطح البحر، ولكن التموجات والموجات التي تحدثها الرياح تغير قدرة البث، لذلك يمكن تحديد المعلومات الخاصة بالرياح.

وفي النطاق 22-24 GHz، يتواجد خط امتصاص ضعيف للماء، ويمكن من خلال قياس هذا الخط تحديد قياس عمود بخار الماء الإجمالي. ويتميز النطاق 24 GHz بحساسية عالية إزاء عمود بخار الماء الإجمالي وبحساسية ضعيفة إزاء ماء السحب السائل.

وعند النطاق 31 GHz، يعطي توهين الماء السائل محتوى الماء السائل في السحب.

وعلى الرغم من الإشارة إلى النطاق 24 GHz كقناة لبخار الماء والنطاق 31 GHz كقناة للسحب، فإن ضياع البيانات من قناة منهما يقلل أيضاً قيمة الاثنتين.

ويمتص الأكسجين الطاقة في النطاق بين 50 و60 GHz في عدة نطاقات فردية ضيقة (الخطوط). وتقدم أجهزة الاستشعار المنفعلة التي تعمل في هذه النطاقات معلومات عن المظاهر الجانبية الرأسية لدرجات الحرارة، مما يبين كيفية تغير درجة الحرارة على ارتفاعات جوية مختلفة (المظاهر الجانبية الرأسية لدرجات الحرارة).

"البيانات من أجل توفير منتجات للمجتمع العالمي مثل الإنذارات والرصدات البيئية، وتغطية الكوارث، وإجراء دراسات طويلة الأجل بشأن مناخ الأرض."

ريتشارد كيلي

وهناك حاجة إلى عدد كبير من القنوات عبر مركب الخط الطيفي لامتصاص الأكسجين من أجل تقديم معلومات عن المظاهر الجانبية الرأسية.

وفوق النطاق 60 GHz، يعد الخط الطيفي لبخار الماء عند النطاق 183 GHz الأكثر أهمية. ويخضع هذا الخط للاعتيان بشكل تدريجي من التردد المركزي للحصول على معلومات عن المظاهر الجانبية. وتكون تأثيرات السحب أشد عند النطاق 183 GHz مقارنة بالنطاق 50 GHz، وبالتالي فهناك حاجة إلى قنوات إضافية لتقديم معلومات عن السحب، ولا سيما عند النطاقات 89 GHz و150 GHz و229 GHz.

ويوجد أيضاً خط مهم لامتصاص الأكسجين عند النطاق 118 GHz. ويسمح طول الموجة القصير لمجالات رؤية أضيق لأجهزة الاستشعار لاكتشاف الخواص صغيرة النطاق للظواهر الجوية السيئة مثل الأعاصير المدارية.

المزايا العامة للسواتل البيئية.

ترعى أكثر من 100 منظمة وطنية ومتعددة الجنسيات ودولية السواتل البيئية، وتوفر بدورها بيانات أجهزة الاستشعار المنفعلة الساتلية لكثير من المنظمات الأخرى. وتُستعمل هذه البيانات من أجل توفير منتجات للمجتمع العالمي مثل الإنذارات والرصدات البيئية، وتغطية الكوارث، وإجراء دراسات طويلة الأجل بشأن مناخ الأرض.

ويعد المجتمع العالمي للأحوال الجوية أكبر مستعمل لبيانات الموجات الصغرية المنفعلة. وتستعمل نماذج التنبؤ بالطقس القائمة على الحاسوب بيانات أجهزة الاستشعار المنفعلة وبيانات من مصادر أخرى لإعداد منتجات التنبؤ العددي بالطقس. ولأن الغلاف الجوي يتغير من ثانية إلى ثانية، تُنزّل البيانات المنفعلة القابلة للضياع بسرعة وتُرسل إلى مراكز التنبؤ العددي بالطقس التي يتم فيها إدخال هذه البيانات في النماذج. وتغطي نماذج التنبؤ بالطقس القائمة على الحاسوب المناطق الجغرافية ذات المساحات المختلفة، انطلاقاً من العالم أجمع وصولاً إلى المناطق الصغيرة. وتُرسل نشرات التنبؤ العددي بالطقس إلى البلدان التي لا تملك هذه الإمكانية بعد.

موجز

في جميع أنحاء العالم، استثمرت الإدارات بشكل كبير في مشروعات السواتل البيئية وما يتصل بها من ملحقات البنية التحتية. ويُعتبر استعمال هذه الترددات الخاصة بواسطة أجهزة الاستشعار المنفعلة أمراً حاسماً لفهم الأرض وغلافها الجوي، ويمكن من اتخاذ قرارات حاسمة وفقاً للوظائف التي تم رصدها.

ولا يمكن إجراء القياسات المادية لبيئة الكوكب إلا باستعمال المجموعة الحالية من نطاقات التردد المنفعلة.

NOAA

رصد أحوال الطقس والمناخ من الفضاء - أمر لا غنى عنه لمجتمعنا العالمي الحديث

ماركوس دريس

مدير دائرة الترددات بالمنظمة الأوروبية لاستغلال السواتل المخصصة للأرصاد الجوية (EUMETSAT)

إن حساسية مجتمعنا لأحوال الطقس آخذة في التزايد، وقد أصبح اليوم أقل تسامحاً مع عدم دقة الرصدات والتنبؤات والإنذارات الجوية. لذا، تطالب الحكومات ودوائر الصناعة باستمرار تحسين التنبؤات والإنذارات بأحوال الطقس لتتمكن من إدارة المخاطر المتزايدة لأحوال الطقس القاسية والآثار المقترنة بها (مثل الفيضانات وحالات الجفاف وحرائق البراري والتلوث، إلخ.). ويطالب المجتمع كذلك بالحصول على المزيد من المعلومات الموثوقة عن أحوال الطقس في الوقت الفعلي للأغراض الاقتصادية وأغراض السلامة، بل وللاستخدام الخاص أيضاً. وفي هذا السياق، تستخدم الدوائر الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHS) في جميع أنحاء العالم الرصدات التي تُجريها منظمة (EUMETSAT) وتسهم في الوفاء بهذه المتطلبات.

وتدعم التنبؤات بأحوال الطقس النمو الاقتصادي أيضاً، ذلك أن اقتصاداتنا البالغة التطور شديدة الحساسية لأحوال الطقس في العديد من مناحي حياتنا الحديثة مثل النقل والطاقة والزراعة والسياحة والغذاء والتشييد، إلخ. وبالتالي، فإن المنافع الاجتماعية-الاقتصادية للتنبؤات بأحوال الطقس ودوام تحسين هذه التنبؤات في البلدان أو المناطق يتناسبان طردياً مع الناتج المحلي الإجمالي فيها.

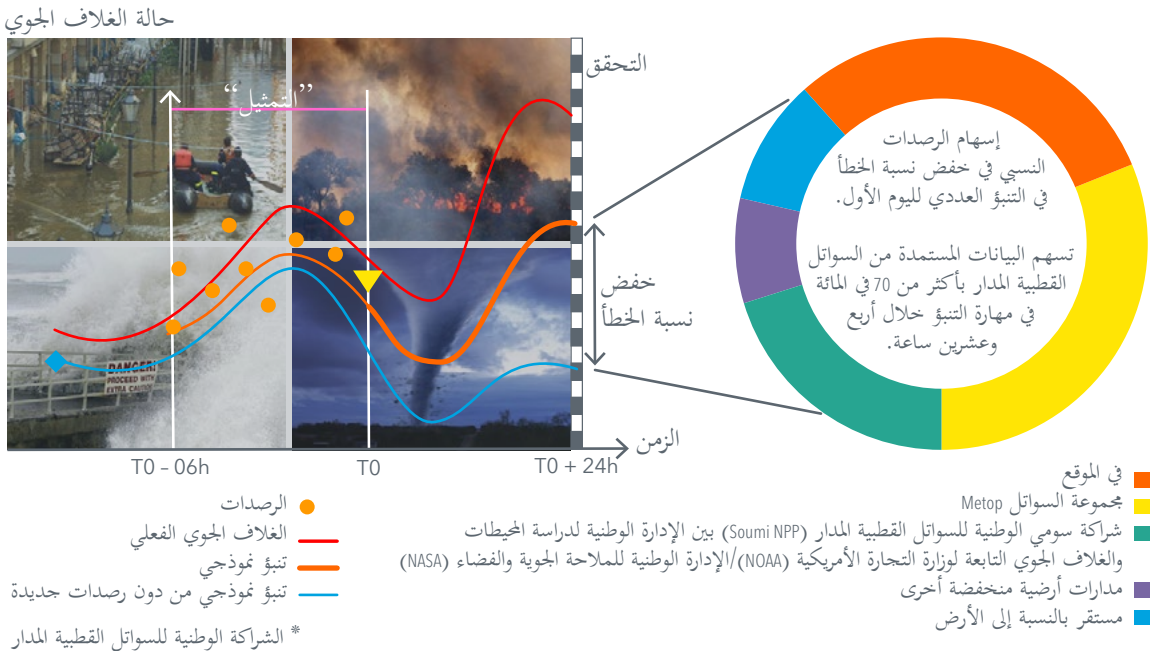
> *"لقد أصبحت البيانات الصادرة من سواتل الأرصاد الجوية في مجتمعنا الذي يتزايد اعتماده على أحوال الطقس حيوية للدوائر الوطنية للأرصاد الجوية من أجل التنبؤ بأحوال الطقس على جميع الآجال."*
>
> ماركوس دريس

التنبؤ بأحوال الطقس في الوقت الحاضر يتطلب الرصد من الفضاء

تعدّ الرصدات الساتلية لأحوال الطقس والمناخ حديثة جداً حتى الآن من الناحية التاريخية. فمنذ عشرين عاماً لا أكثر كان تأثيرها محدوداً جداً على نظم التنبؤ العددي بالطقس (NWP)، إذ كانت معظم البيانات آنذاك تُستمد من القياسات الميدانية.

وقد شهدت هذه العملية تطوراً هائلاً على مدى العشرين عاماً الماضية، حيث أصبحت الرصدات الساتلية أهم عنصر في عملية التنبؤ العددي بالطقس. وفي الوقت الحاضر، تعوّل التنبؤات بأحوال الطقس بشكل كبير على هذه الرصدات التي تسهم بنسبة تتجاوز 70 في المائة من التحسن (انخفاض نسبة الخطأ) في تنبؤات اليوم الأول (الشكل 1).

الشكل 1: تحسن مهارات التنبؤ بأحوال الطقس بفضل سواتل الأرصاد الجوية



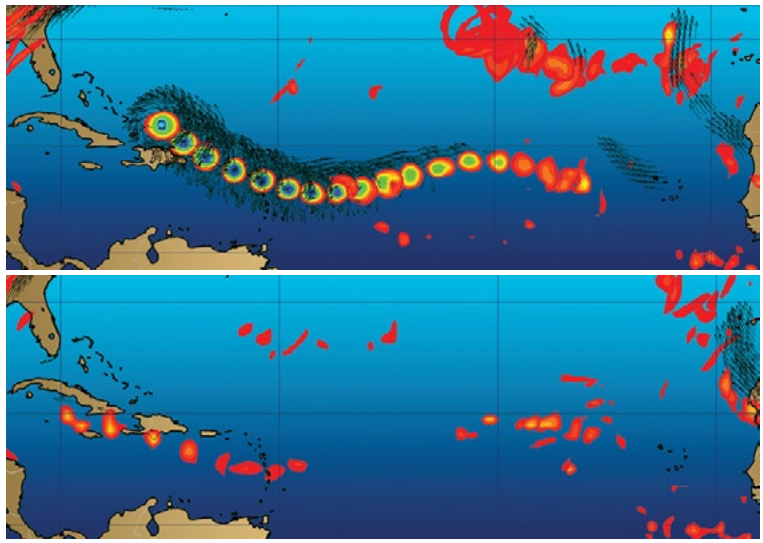
ويوضح الشكل 2 إسهام سواتل الأرصاد الجوية في عملية التنبؤ، الذي قد يضيع من دونه الوقت الثمين اللازم للتأهب للأحداث الجوية الخطرة وآثارها المدمرة على المجتمع.

تحسين عملية رصد الأرض من الفضاء

مع استمرار هذا الاتجاه، سيكون من اللازم أن تفي البيانات الساتلية بمتطلبات النماذج الرقمية المبتكرة والعالية الاستبانة جداً للتنبؤ بأحوال الطقس، التي سيتزايد استخدامها من جانب الدوائر الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا لأغراض التنبؤات القصيرة المدى جداً، إلى جانب الرصدات في الوقت الفعلي.

الشكل 2 إسهام سواتل الأرصاد الجوية في عملية التنبؤ– مثال: إعصار إيرما

(مثال: النظام الساتلي القطبي المدار الأولي المشترك (IJPS) التابع للإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي التابعة لوزارة التجارة الأمريكية (NOAA) وسواتل (EUMETSAT) القطبية المدار)



لقد كان تحديد الأحوال الأولى لإعصار إيرما، بالرصدات الساتلية بشكل كبير (أعلى الجانب الأيمن من الشكل، باللون الأحمر)، مسألة أساسية بالنسبة إلى المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) للتنبؤ بتكونه ومساره قبل وقوعه بأربعة أيام.

لولا الرصدات الساتلية لفقد نموذج التنبؤ ذاك الأحوال الأولى لتكون إعصار إيرما.

(المصدر: ECMWF)

وبالتالي، يُتوقع أن تقوم المنظمات المشغِّلة لنظم سواتل الأرصاد الجوية كمنظمة (EUMETSAT)، المنظمة الأوروبية لاستغلال السواتل المخصصة للأرصاد الجوية، بإجراء المزيد من الرصدات المحسَّنة بدرجة أكبر، من حيث التوقيت المناسب ودرجة الاستبانة والحجم، من الفضاء.

ولتغذية نظم التنبؤ هذه، تمتلك (EUMETSAT)، شأنها شأن غيرها من مشغلي سواتل الأرصاد الجوية، سلسلة من السواتل (الشكل 3) في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض والمدارات الأرضية المنخفضة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، تحمل على متنها أجهزة مخصصة وتكميلية. واستناداً إلى البيانات الواردة من هذه السواتل، تصدر باستمرار وبدقة وفي الوقت المناسب تنبؤات من قصيرة إلى طويلة المدى بأحوال الطقس ونوعية الهواء وأحوال المحيطات والغلاف الجليدي، إقليمياً وعالمياً. ويتحقق ذلك عن طريق وضع قائمة مستمرة للنواتج العالمية والإقليمية والمحلية لرصد الغلاف الجوي والمحيطات والجليد وسطح الأرض، بما في ذلك الغطاء الثلجي.

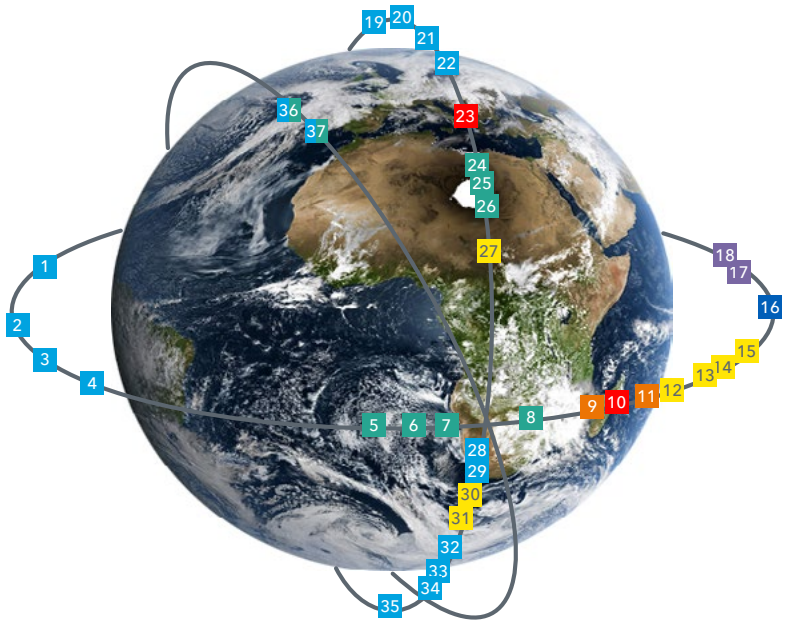
إنشاء أطول السجلات المناخية

إلى جانب الإصدار الدائم للتنبؤات بأحوال الطقس، تسهم سواتل الأرصاد الجوية أيضاً في إنشاء أطول السجلات المناخية من الفضاء، حيث يتجاوز عمر البيانات الصادرة من سواتل الأرصاد الجوية 35 عاماً. إذ تُرصد عالمياً من الفضاء المتغيرات المناخية الأساسية (ECV) للغلاف الجوي والمحيطات والجليد وسطح الأرض، ثم تصدر سجلات البيانات المناخية هذه، وتُحدَّث بانتظام، باستخدام البيانات التي يجمعها مشغلو سواتل الأرصاد الجوية مثل (EUMETSAT). وتشكل سجلات البيانات المناخية الناتجة عن الرصدات الساتلية مدخلات لخدمات المعلومات المناخية المقدمة في إطار المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، كما أن هذه السجلات تدعم المبادرات المتعلقة بتغير المناخ.

سواتل الأرصاد الجوية تغذي المكون الفضائي في نظام الرصد العالمي التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

يتمثل المكون الفضائي في النظام العالمي للرصد (GOS) التابع للمنظمة العالمية الأرصاد الجوية في شبكة عالمية من سواتل الأرصاد الجوية الموجودة في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض والمدارات الأرضية المنخفضة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (الشكل 3).

الشكل 3 سواتل الأرصاد الجوية المشغَّلة حالياً



سواتل الأرصاد الجوية المستقرة بالنسبة إلى الأرض

1 GOES-15 (USA) 135°W
2 GOES-14 (USA) 105°W (احتياطي)
3 GOES-17 (USA) 89.5°W (احتياطي)
4 GOES-16 (USA) 75.2°W
5 METEOSAT-11 (EUMETSAT) 0°
6 METEOSAT-9 (EUMETSAT) 3.5°E (احتياطي)
7 METEOSAT-10 (EUMETSAT) 9.5°E
8 METEOSAT-8 (EUMETSAT) 41.5°E
9 INSAT-3DR (INDIA) 74°E
10 ELECTRO-L N2 (RUSSIA) 76°E
11 INSAT-3D (INDIA) 82°E
12 FY-2E (CHINA) 86.5°E
13 FY-2G (CHINA) 105°E
14 FY-4A (CHINA) 105°E
15 FY-2F (CHINA) 112°E (احتياطي)
16 COMS (SOUTH KOREA) 128.2°E
17 HIMAWARI-8 (JAPAN) 140.68°E
18 HIMAWARI-9 (JAPAN) 140.73°E (احتياطي)

سواتل الأرصاد الجوية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

19 DMSP-F17 (USA) ECT 06:20 هابطة
20 NOAA-15 (USA) ECT 06:30 هابطة
21 DMSP-F18 (USA) ECT 07:08 هابطة
22 NOAA-18 (USA) ECT 07:40 هابطة
23 METEOR-M N2 (RUSSIA) ECT 09:30 صاعدة
24 METOP-A (EUMETSAT) ECT 09:30 هابطة
25 METOP-B (EUMETSAT) ECT 09:30 هابطة
26 METOP-C (EUMETSAT) ECT 09:30 هابطة
27 FY-3C (CHINA) ECT 10:15 هابطة
28 NOAA-20 (USA) ECT 13:25 صاعدة
29 SNPP (USA) ECT 13:25 صاعدة
30 FY-3B (CHINA) ECT 13:38 صاعدة
31 FY-3D (CHINA) ECT 14:00 صاعدة
32 DMSP-F15 (USA) ECT 14:50 صاعدة
33 NOAA-19 (USA) ECT 15:44 صاعدة
34 DMSP-F16 (USA) ECT 15:50 صاعدة
35 DMSP-F14 (USA) ECT 17:00 صاعدة
36 JASON-2 (USA, EUROPE) 66° ميل
37 JASON-3 (USA, EUROPE) 66° ميل

ضمان استمرار توفر البيانات المستمدة من الفضاء

لضمان استمرار توفر البيانات المستمدة من الرصدات الفضائية للأرصاد الجوية، عالمياً، يتعاون مشغّلو سواتل الأرصاد الجوية من أجل توفير شبكة عالمية من هذه السواتل. ولتوفير عنصر الاستمرارية اللازم في البيانات الجوية والمناخية على مدى عقود، لا بد من الاستعاضة عن السواتل المشغَّلة بسواتل جديدة من نفس سلسلة سواتل الأرصاد الجوية، أو بسواتل من الجيل التالي لهذه السواتل تكون ذات قدرات أكبر على الرصد وأعلى استبانة (كما تضمن في الوقت ذاته استمرارية بيانات الرصد). والجيل الأحدث من هذه السواتل مصمم بأحدث الأجهزة ومزوّد بعدد متزايد من قنوات القياس ودرجة أكبر من الحساسية والدقة على النحو اللازم للوفاء بطلبات أوساط مستخدمي الأرصاد الجوية. ويستلزم ذلك استثمارات تكرس في البنى التحتية العالمية والفضاء وعلى الأرض تحقيقاً للاستفادة المثلى من هذه الجهود المشتركة/المنسّقة المبذولة من عدد محدود من مشغلي سواتل الأرصاد الجوية.

وسواتل الأرصاد الجوية مجهزة بأجهزة التصوير والمسابير العاملة بالرؤية المباشرة أو بالأشعة تحت الحمراء. وتُستخدم البيانات الواردة من هذه الأجهزة في وضع اشتقاق من معلمات الأرصاد الجوية. أما السواتل القطبية المدار فمجهزة، إضافةً إلى ذلك، بأجهزة بالموجات الصغرية نشطة ومنفعلة تقدم، على سبيل المثال، صوراً رأسية لدرجة حرارة الغلاف الجوي ورطوبته، ومعلومات عن توزيع السحب والغطاء الثلجي والجليدي ودرجات حرارة أسطح المحيطات والرياح في العالم. وتُعرَف كل متغيرات الغلاف الجوي هذه بأداء دور مهم في الرصد الطويل الأجل لتغير المناخ.

وإضافة إلى الأجهزة المحمولة على متن سواتل الأرصاد الجوية، تحمل هذه السواتل أيضاً أنظمة لجمع البيانات (DCS) تجمع بيانات الأرصاد الجوية والبيانات البيئية الأساسية للنظام العالمي للرصد من منصات جمع البيانات (DCP) الواقعة في أي مكان في العالم (من القياسات الميدانية في المناطق النائية أو العوامات في البحار). وتُستخدم المعلومات المقدمة، في الوقت الفعلي تقريباً، في تطبيقات بيئية مختلفة كتطبيقات علم الهيدرولوجيا وعلم الزلازل، بيد أنها تنطوي أيضاً على مكون للحماية المدنية كالإنذار بوقوع تسونامي.

سواتل الأرصاد الجوية واستخدام الترددات المنظمة في إطار الاتحاد الدولي للاتصالات

تَستخدم سواتل الأرصاد الجوية، بل ويجب أن تستخدم، العديد من الترددات الراديوية (التي تنظمها لوائح الراديو الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات) لتشغيلها وتشغيل مجموعة متنوعة من الأجهزة وإرسال البيانات الناتجة إلى الأرض لمواصلة معالجتها وتوزيعها على المستخدمين. وتشمل استخدامات الترددات هذه ما يلي:

- القياس عن بُعد والتحكم عن بُعد وقياس المدى للمركبات الفضائية؛
- أجهزة الاستشعار بالموجات الصغرية النشيط والمنفعل؛
- إرسالات بيانات الرصد من سواتل الأرصاد الجوية إلى محطات الاستقبال الرئيسية؛
- عمليات إعادة إرسال البيانات قبل معالجتها إلى محطات مستعملي الأرصاد الجوية عبر سواتل الأرصاد الجوية؛
- إرسالات البث المباشر إلى محطات مستعملي الأرصاد الجوية من سواتل الأرصاد الجوية؛
- عمليات التوزيع البديلة للبيانات على المستخدمين (كخدمة GEONETCast عبر أنظمة ساتلية أخرى بخلاف سواتل الأرصاد الجوية (لا تقع في نطاقات التردد الموزّعة لخدمة الأرصاد الجوية الساتلية (MetSat)/خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS))؛
- إرسالات من منصات جمع البيانات عبر سواتل الأرصاد الجوية؛
- ترحيل رسائل البحث والإنقاذ (كنظام COSPAS-SARSAT).

وتستلزم هذه الطائفة الكبيرة من استخدامات الترددات الراديوية الاستمرار في تيسر موارد طيف الترددات الراديوية الموزعة لخدمات الاتصالات الراديوية المقابلة الواردة في لوائح الراديو، وحمايتها من التداخلات على الأجل الطويل (ولا سيما لأغراض الاستشعار المنفعل)، حيث تتطلب اعترافاً خاصاً في لوائح الراديو بأهميتها نظراً إلى حساسيتها.

النفاذ إلى بيانات القياس من سواتل الأرصاد الجوية

تُصدر سواتل الأرصاد الجوية بيانات حرجة زمنياً، وبالتالي، فإن أحد أهدافها الرئيسية هو تقديم البيانات إلى مستخدميها في أقصر زمن كمون ممكن وبأعلى مستوى ممكن من التيسر والموثوقية، وهو ما يستلزم تقديم خدمات بيانات رفيعة المستوى بأقل تكلفة ممكنة للمستخدمين.

وتقدَّم خدمات البيانات هذه باستخدام الترددات الراديوية بوسائل مختلفة. فإلى جانب الآليات التقليدية لتوزيع البيانات على المستخدمين عبر سواتل الأرصاد الجوية مباشرةً، توزَّع البيانات المعالَجة أيضاً عليهم بطرق بديلة لنشر البيانات، مثل خدمة GEONETCast التي تستخدم أكفأ معايير الإذاعة الفيديوية الرقمية، في ظل إدارة مُثلى لعرض النطاق المتاح، لتقديم البيانات الجوية والمناخية عالمياً عبر السواتل التقليدية المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاقين C– وKu–. وتُعنى هذه الخدمة أيضاً بتعزيز خدمات البيانات الإقليمية، حيث تحقق زمن كمون يتراوح بين 15 و30 دقيقة من لحظة جمع الأجهزة لبيانات القياس حتى بث هذه البيانات لشبكة محطات أرضية.

تزايد الأهمية الحيوية للبيانات الساتلية في التنبؤ بأحوال الطقس

لقد أصبحت البيانات الصادرة من سواتل الأرصاد الجوية في مجتمعنا الذي يتزايد اعتماده على أحوال الطقس حيوية للدوائر الوطنية للأرصاد الجوية من أجل التنبؤ بأحوال الطقس على جميع الآجال، وإصدار إنذارات ومعلومات أخرى في الوقت المناسب لدعم عملية صنع القرار على الصعيدين العام والخاص تحقيقاً لرفاهنا الاجتماعي والاقتصادي.

ويعتمد استغلال سواتل الأرصاد الجوية هذه على توفر الموارد اللازمة من الترددات (والمضمونة بموجب الأحكام ذات الصلة من لوائح الراديو)، من دون تداخلات، من أجل التحكم في هذه السواتل، وتشغيل عدد من أجهزة الاستشعار النشيط والمنفعل العاملة بالموجات الصغرية، وتوزيع البيانات في الوقت المناسب من السواتل مباشرةً أو بوسائل بديلة لتوزيع البيانات باستخدام أنواع أخرى من خدمات أخرى للاتصالات الراديوية.

الحاجة إلى استجابة منسقة طويلة الأجل

يشكل رصد الأحوال الجوية والمناخية تحدياً عالمياً، فهو يستلزم استجابة منسقة طويلة الأجل تقوم على استثمارات استراتيجية في البنى التحتية الضخمة، في الفضاء وعلى الأرض لصالح المجتمع البشري. ولتحقيق هذا الهدف، من اللازم أيضاً ضمان الحفاظ على تيسر طيف الترددات اللازم لتشغيل سواتل الأرصاد الجوية وأجهزتها العاملة بالموجات الصغرية بدون تداخل، وهو ما يقتضي الدعم من إدارات الاتصالات الراديوية في العالم.

الاستشعار النشيط المحمول في الفضاء لأغراض دراسة الأرض والتنبؤ بالكوارث الطبيعية

براين هونيكوت

مندوب الاتحاد الدولي للاتصالات للاستشعار عن بُعد، مختبر الدفع النفاث، معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، وكالة ناسا

يوفر الفضاء الموقع المثالي الممتاز الذي يمكن دراسة الأرض منه. وتُستعمل أجهزة الاستشعار النشيطة المحمولة في الفضاء وذات المدار الأرضي لدراسة البر وسطح المحيطات والجو في كوكب الأرض عن بُعد. ويمكن استعمالها لكشف ورصد الكوارث الطبيعية، مثل الأعاصير والفيضانات والحرائق والانهيارات الطينية، وتوفر معلومات قيمة من أجل جهود الاستجابة والاستعادة.

وتحصل أجهزة الاستشعار المحمولة في الفضاء والنشيطة هذه (انظر الملاحظة الجانبية 1) على المعلومات عن طريق إرسال موجات راديوية واستقبال الطاقة المنعكسة (المرتدة المنتشرة) منها. وقد تم توزيع أربعة عشر نطاق تردد تتراوح من 432 MHz إلى 238 GHz لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) كي تستعملها أجهزة الاستشعار النشيطة المحمولة في الفضاء. وتم الحصول على توزيعات التردد تلك عن طريق العمل من خلال قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد (ITU-R) والمؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية

> "يوفر الفضاء الموقع المثالي الممتاز الذي يمكن دراسة الأرض منه."
>
> براين هونيكوت

1 أجهزة الاستشعار

تستعمل أجهزة الاستشعار النشيطة مرسلاً ومستقبلاً على حد سواء. فهي ترسل إشارة باتجاه الهدف الذي يراد دراسته. وتكشف بعد ذلك الإشارة المرتدة المنتشرة وتقيسها. ولا يوجد مرسل في أجهزة الاستشعار المنفعلة. فهي مستقبلات فقط تقوم بالكشف عن الإشعاع الذي يحدث طبيعياً (على سبيل المثال، ضوء الشمس) الذي ينعكس من الشيء الجاري رصده.

3 الفتحة التركيبية

تتولد الفتحة التركيبية عن طريق تسجيل الإشارة المرتدة المنتشرة على طول مسار رحلة الرادار. وتُعالج البيانات بخوارزميات الرادارات ذات الفتحة التركيبية وتحول إلى صورة، وبالتالي يتم تركيب فتحة افتراضية أطول بكثير من الطول المادي للهوائي.

قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد – حماية نطاقات التردد من التداخلات الضارة

يقوم قطاع الاتصالات الراديوية بإجراء دراسات تقاسم للتأكد من أن الأنظمة الجديدة المقترحة لن تتسبب في تداخلات ضارة RFI على نطاقات التردد قيد الاستعمال. ويمكن أن تؤدي التداخلات الضارة RFI إلى إفساد الإشارة المرتدة المنتشرة لأجهزة الاستشعار النشيطة، التي ترتد عادة بمستوى منخفض جداً أكبر بقليل من ضوضاء المستقبل. وعلى سبيل المثال، فإن إمكانية إدخال أنظمة نفاذ لاسلكي تشمل شبكات محلية راديوية (WAS/RLAN) (انظر الملاحظة الجانبية 2) في نطاق التردد MHz 54705350، الموزع حالياً على أساس أولي لأجهزة الاستشعار النشيطة المحمولة في الفضاء، يعد مجال دارسة حيّ في قطاع الاتصالات الراديوية من أجل المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19).

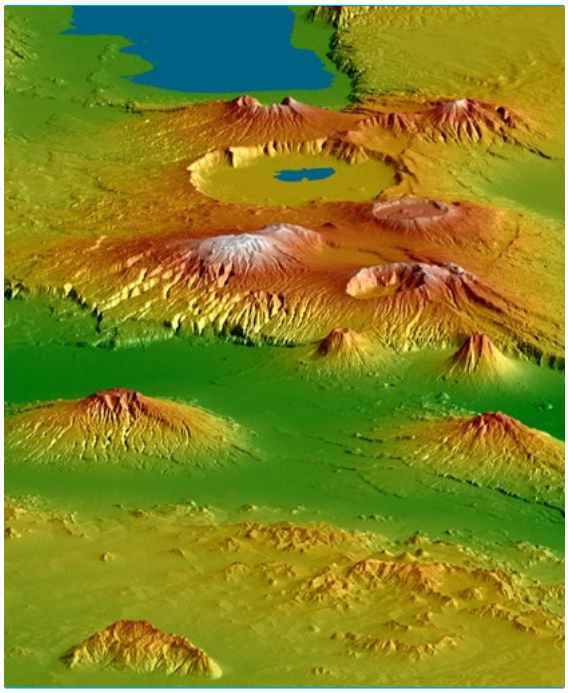
الأنواع الخمسة الرئيسية لأجهزة الاستشعار النشيطة المحمولة في الفضاء

إن أنواع أجهزة الاستشعار النشيط المحمولة في الفضاء التي درست في قطاع الاتصالات الراديوية في إطار خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) هي: الرادارات ذات الفتحة التركيبية (SAR) وأجهزة تحديد الارتفاع ومقاييس الانتشار ورادارات قياس الهواطل (PR) ورادارات رصد السحاب (CPR).

الرادارات ذات الفتحة التركيبية توفر الصور والخرائط الطوبوغرافية

نظراً إلى قدرة التصوير في الرادارات ذات الفتحة التركيبية في جميع الأحوال الجوية ليلاً–نهاراً وحساسيتها للتغيرات التي تصل في صغرها إلى سنتيمترات قليلة، فقد استعملت هذه الرادارات (انظر الملاحظة الجانبية 3) بنجاح في جميع أنحاء العالم للاستجابة للكوارث بما في ذلك تسرّب النفط والزلازل. واستعملت البعثة المكوكية لرسم الخرائط الطوبوغرافية بالرادار (SRTM) الرادار ذا الفتحة التركيبية ذا التردد GHz 5 لمختبر الدفع النفاث/وكالة ناسا من أجل الحصول على خرائط ارتفاع رقمية عالية الاستبانة لسطح الأرض. ويظهر الشكل 1 صورة التقطها الرادار ذو الفتحة التركيبية للبعثة SRTM في عام 2000 لمرتفعات كراتر على طول صدع شرق إفريقيا في تنزانيا.

الشكل 1: (الرادار ذو الفتحة التركيبية) صورة لمرتفعات كراتر، تنزانيا التقطتها البعثة SRTM التابعة لوكالة ناسا



2 البند 16.1 من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019

يُعنى البند 16.1 من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019، في جزء منه، بعملية الإدخال المحتملة لأنظمة النفاذ اللاسلكي/الشبكات المحلية الراديوية في مدى التردد MHz 5470-5350. وحتى الآن، لم تحدد دراسات قطاع الاتصالات الراديوية تقنية تخفيف فعّالة لمنع التداخل الضار للترددات الراديوية على أجهزة الاستشعار النشيطة المحمولة في الفضاء من أنظمة النفاذ اللاسلكي/الشبكات المحلية الراديوية.

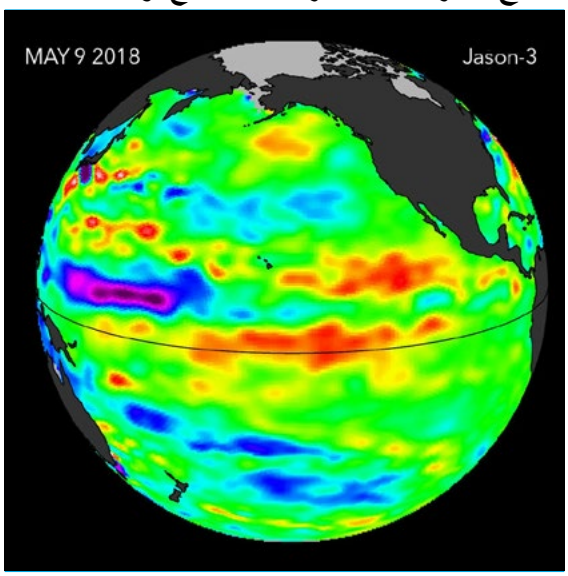
تراقب أجهزة الاستشعار في الرادار ذي الفتحة التركيبية جانباً واحداً من مسار النظير (انظر الملاحظة الجانبية 4) النظير، وتجمع تاريخاً لطور وزمن الإشارة المرتدة المتماسكة للرادار. ومن هذه المعلومات تُنتج صورة رادارية باستبانة جيدة أو خريطة طوبوغرافية لقياس التداخل لسطح الأرض.

أجهزة قياس الارتفاع توفر قياسات الارتفاع وارتفاع مستوى سطح البحر

يستعمل جهاز Jason-3 لقياس الارتفاع ترددات مزدوجة في توزيعات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) حول 13.6 GHz و5.3 GHz من أجل تصوير ارتفاع سطح البحر. ويُظهر الشكل 2 صورة بتاريخ مايو 2018 التقطها الجهاز Jason-3 عندما كان يتوجه شرقاً عبر المنطقة المدارية من المحيط الهادئ. وعندما تظهر موجة كيلفن (اللون الأحمر) عند خط الاستواء فإن هذا يعتبر عادة تمهيداً لحدث El Niño (انظر الملاحظة الجانبية 5). وقد يتسنى التنبؤ بالآثار الكارثية للفيضانات والجفاف والتخفيف من حدتها من خلال فهم نماذج دورات المناخ وتأثيراتها مثل حدث El Niño.

تراقب أجهزة الاستشعار في مقاييس الارتفاع في اتجاه النظير، وتقيس الوقت الدقيق الفعلي بين حدث إرسال وحدث استقبال من أجل اشتقاق الارتفاع الدقيق لمستوى سطح البحر.

الشكل 2 (جهاز قياس الارتفاع) صورة لارتفاع مستوى سطح البحر التقطها جهاز Jason-3 التابع لوكالة ناسا



مقاييس الانتثار توفر معلومات عن اتجاه الرياح وسرعتها على سطح المحيط

قام جهاز قياس الانتثار SeaWinds الذي يعمل بالتردد 13 GHz المحمول على متن الساتل QuikSCAT التابع لوكالة ناسا بجمع بيانات استعملت لإنتاج صورة لإعصار فرانسيس عندما كان يقترب من كوبا في سبتمبر 2004. ويستعمل الشكل 3 ألوان تقريبية بغية إظهار سرعات الرياح قرب السطح ويستعمل الخطوط السوداء للإشارة إلى سرعة الرياح واتجاهها.

تراقب أجهزة الاستشعار الخاصة بمقاييس الانتثار جانبي مسار النظير بنسب باعية مختلفة، وتقيس تغير قدرة الإشارة المرتدة مع الزاوية الباعية لتحديد اتجاه الرياح وسرعتها على سطح المحيط على كوكب الأرض.

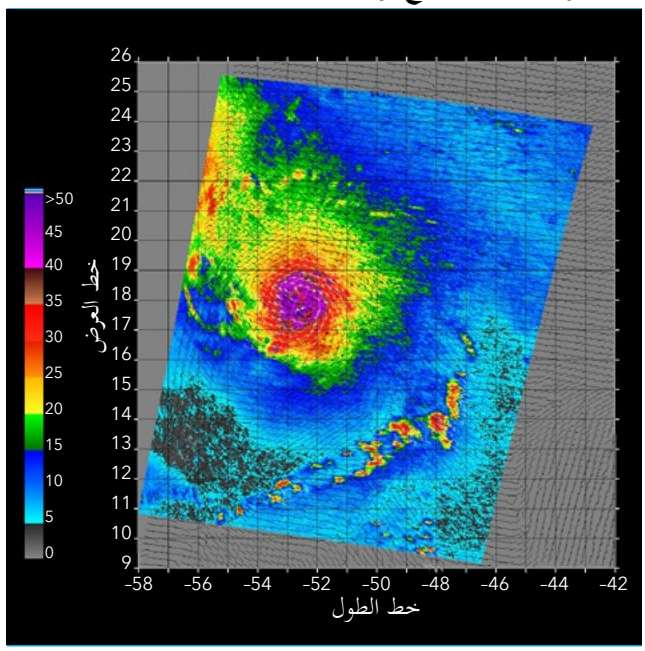
4 النظير

النظير هو النقطة في المجال السماوي التي تقع أسفل موقع ما أو مراقب ما مباشرة. وهو عكس السمت.

5 ظاهرة El Niño

تُشير ظاهرة El Niño للتذبذب الجنوبي للمناخ (ENSO) إلى دورة من درجات الحرارة الدافئة والباردة المقاسة بدرجة حرارة سطح البحر للمنطقتين المداريتين الوسطى والشرقية للمحيط الهادئ. وظاهرة El Niño هي المرحلة الدافئة من ظاهرة التأرجح الجنوبي وظاهرة La Niña هي المرحلة الباردة منها. وتسبب ظاهرتا El Niño و La Niña تغيرات عالمية في درجات الحرارة وهطول الأمطار على حد سواء.

الشكل 3 (مقياس الانتشار) صورة للإعصار فرانسيس التقطها الجهاز SeaWinds التابع لوكالة ناسا

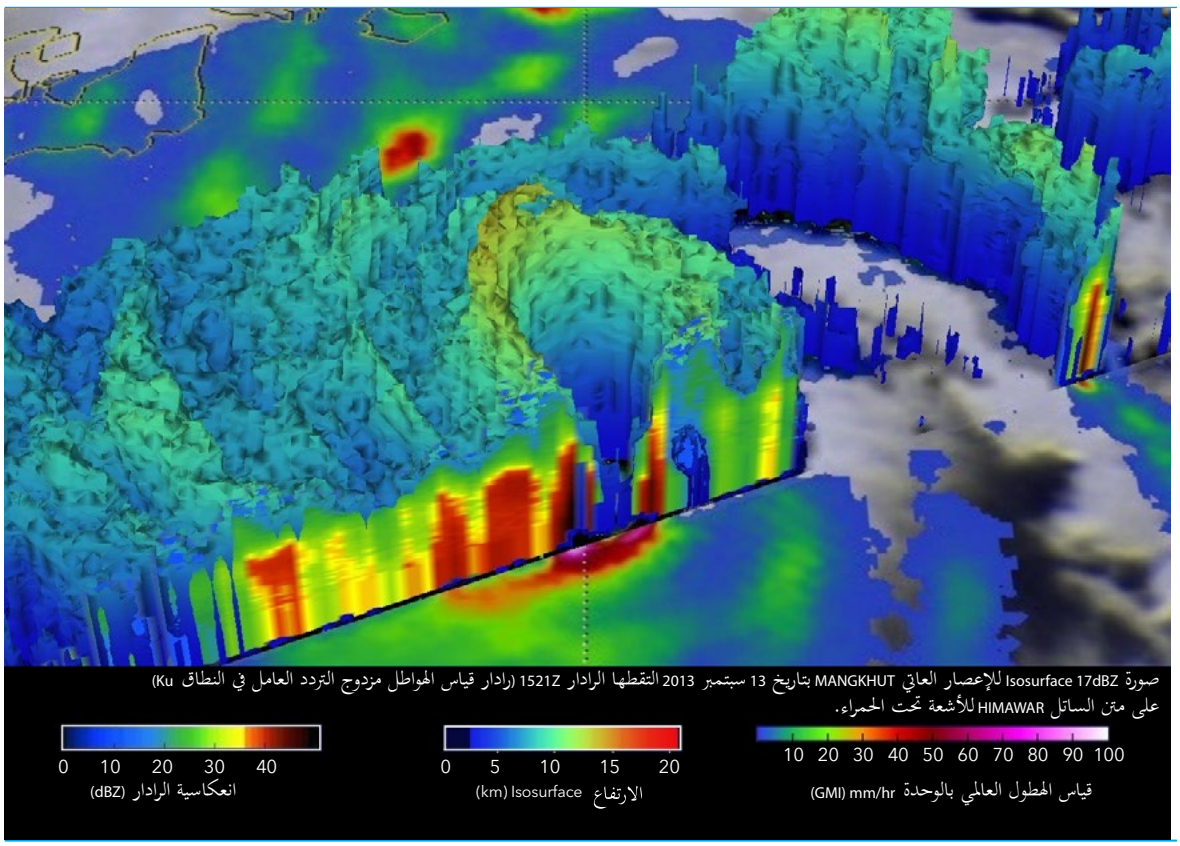


رادارات قياس الهواطل توفر معدل سقوط الأمطار في المناطق المدارية

يستعمل رادار قياس الهواطل مزدوج التردد (DPR) للبعثة الفضائية المعنية بالهواطل العالمية (GPM) نطاقي التردد 13.6 GHz و35.5 GHz من أجل عرض ثلاثي الأبعاد لمعدلات هطول الأمطار وبنية الهواطل.

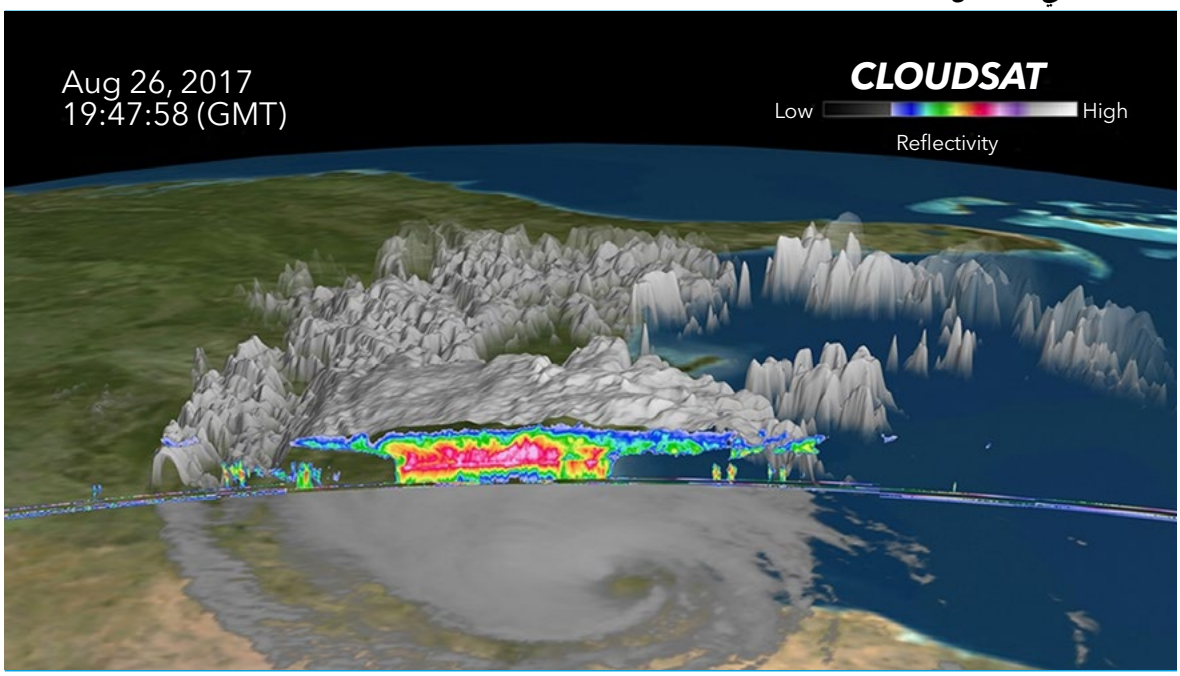
ويظهر الشكل 4 عرضاً ثلاثي الأبعاد لبنية إعصار MANGKHUT العاتي عندما كان يتجه نحو الفلبين في سبتمبر 2018. ويظهر هذا المقطع ثلاثي الأبعاد لرادار قياس الهواطل مزدوج التردد للبعثة الفضائية المعنية بالهواطل العالمية ارتفاع قمم العاصفة وكثافة الانسكابات في مركز إعصار MANGKHUT والنطاقات المطرية الأخرى.

الشكل 4: (رادار قياس الهواطل) صورة للإعصار العاتي MANGKHUT التقطتها البعثة الفضائية المعنية بالهواطل العالمية التابعة لوكالة ناسا



صورة Isosurface 17dBZ للإعصار العاتي MANGKHUT بتاريخ 13 سبتمبر 2013 التقطها الرادار 1521Z (رادار قياس الهواطل مزدوج التردد العامل في النطاق Ku) على متن الساتل HIMAWAR للأشعة تحت الحمراء.

الشكل 5 (رادار رصد السحاب): العاصفة المدارية Harvey التي تم قياسها بالرادار المحمول على الساتل CloudSat في أغسطس 2017



تُظهر صورة كلاودسات (CloudSat) بطريقة عرض ستاري كيف تبدو السحب على طول الخط الأحمر في الصورة الأعلى المستمدة من الساتل أكوا لوكالة ناسا.

تمسح أجهزة الاستشعار في رادارات قياس الهواطل مسحاً متعامداً مع مسار النظير، وتقيس الإشارة الرادارية المرتدة من هطول الأمطار من أجل تحديد معدل سقوط الأمطار فوق سطح الأرض بالتركيز عادة على المناطق المدارية.

رادارات رصد السحاب توفر مقاطع ثلاثية الأبعاد لانعكاسية السحب

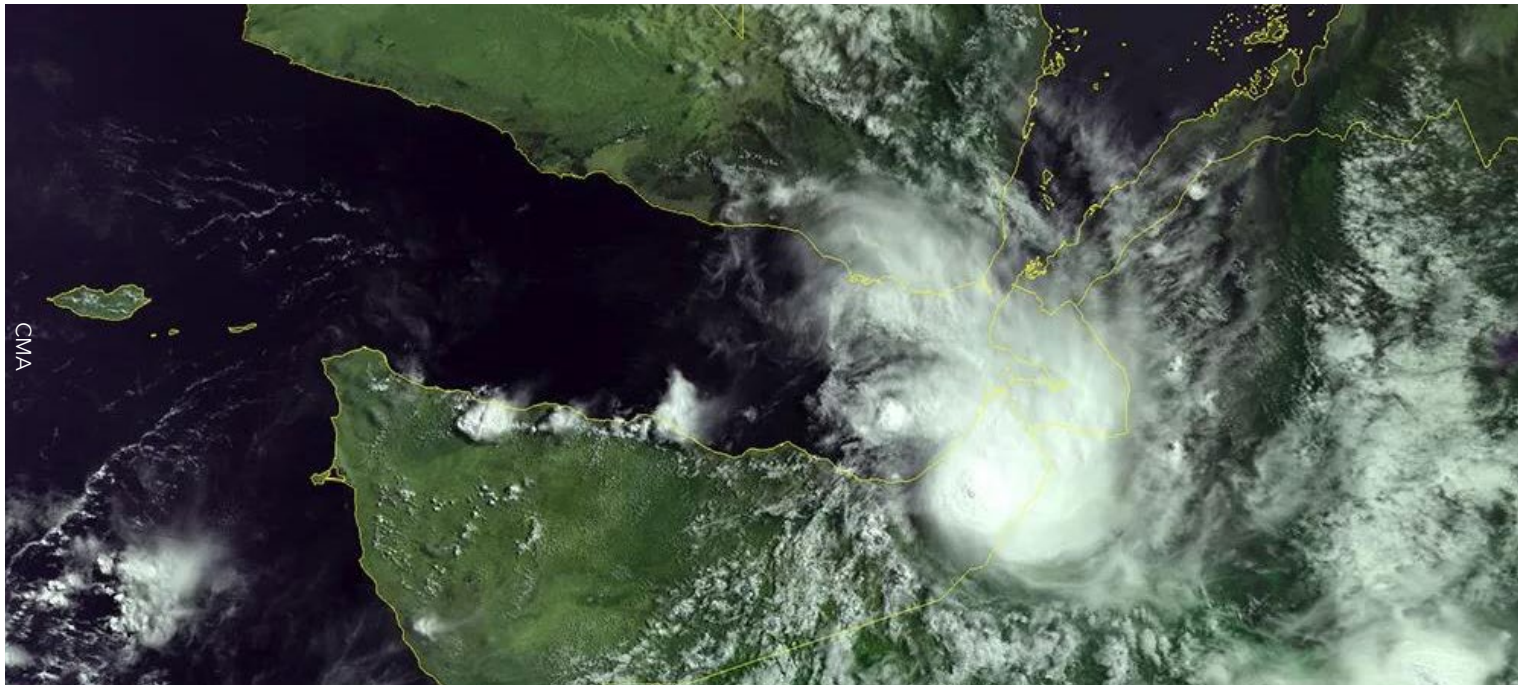
يدعم الساتل CloudSat لمختبر الدفع النفاث/وكالة ناسا راداراً بتردد 94 GHz لرصد السحب على سطح الأرض، بما في ذلك مقاطع الأعاصير والعواصف العاتية. ويظهر الشكل 5 مقطعاً رأسياً متخللاً السحب السحيقة للعاصفة المدارية Harvey التي تم قياسها برادار الساتل CloudSat في أغسطس 2017.

وتراقب أجهزة استشعار رادار رصد السحب في اتجاه النظير وتقيس الإشارة الرادارية المرتدة من السحب من أجل تحديد المقطع ثلاثي الأبعاد لانعكاسية السحب فوق سطح الأرض.

أهمية أجهزة الاستشعار النشيطة المحمولة في الفضاء ذات المدار الأرضي في التنبؤ بالكوارث وتحسين نوعية الحياة

تؤدي أجهزة الاستشعار النشيطة المحمولة في الفضاء ذات المدار الأرضي دوراً هاماً في فهمنا لكوكبنا الذي نعيش عليه. وأحدثت أجهزة الاستشعار هذه ثورة فيما يتعلق بقدرتنا على قياس الأرض ورصدها، مما أتاح فهماً أفضل للأرض كنظام كامل وهو ما من شأنه أن يساعدنا على التنبؤ بالكوارث وتحسين نوعية الحياة في المستقبل.

ملاحظة: أُجري البحث في مختبر الدفع النفاث، معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، بموجب عقد مبرم مع الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء.



في مايو 2018، رصد الساتل FY-3B أول عاصفة إعصارية (ساجار) فوق المناطق الشمالية من المحيط الهندي، المركز الوطني للأرصاد الجوية

كيف تستخدم أجهزة الاستشعار عن بُعد المنفعلة في التنبؤات الجوية

يو يانغ

مهندس، المركز الوطني للأرصاد الجوية الساتلية، الإدارة الصينية للأرصاد الجوية (CMA)، الصين

تسمى أنظمة الاستشعار عن بُعد، والتي تقوم بقياس الطاقة المتواجدة في الطبيعة، "أنظمة الاستشعار المنفعلة". وهذه الأنظمة يمكن استخدامها فقط للكشف عن الطاقة التي تتولد بشكل طبيعي، ويعتمد تردد الاستشعار المنفعل على الخصائص الفيزيائية. وهذا يعني أن كل نطاق تردد في نظام الاستشعار عن بُعد المنفعل يستخدم للتحقق من خاصية فيزيائية واحدة فقط، كدرجة الحرارة أو الرطوبة مثلاً. وتوفر العديد من هذه الخصائص الفيزيائية معلومات قيمة في مجالات الأرصاد الجوية وعلم المحيطات وفي التنبؤ بأحوال الطقس وتنبؤات المناخ والرصد البيئي.

> "تتم التنبؤات الجوية في الوقت الحاضر عن طريق جمع أكبر قدر ممكن من البيانات عن الحالة الراهنة للغلاف الجوي باعتبارها مدخلات في عملية التنبؤ العددي بأحوال الطقس."
>
> يو يانغ

وهناك ثلاثة أنواع رئيسية لأجهزة الاستشعار المنفعلة: أجهزة الاستشعار التصويري، وأجهزة الاستشعار لسبر الغلاف الجوي وأجهزة الاستشعار لسبر الحافة بالموجات الصغرية.

أجهزة الاستشعار التصويري

يمكن أن تحصل أجهزة الاستشعار التصويري على البيانات البيئية المتولدة باستخدام خوارزميات متعددة المتغيرات للحصول على مجموعة من المعلمات الجيوفيزيائية في ذات الوقت من الصور الإشعاعية المعايرة متعددة القنوات بالموجات الصغرية.

أجهزة الاستشعار لسبر الغلاف الجوي

تقيس أجهزة سبر الغلاف الجوي التوزيع الرأسي للخصائص الفيزيائية لهذا الغلاف مثل الضغط ودرجة الحرارة وسرعة الرياح واتجاه الرياح ومحتوى الماء السائل وتركيز الأوزون والتلوث وخصائص أخرى.

أجهزة الاستشعار لسبر الحافة بالموجات الصغرية

تستعمل أجهزة الاستشعار لسبر الحافة بالموجات الصغرية من أجل رصد الغلاف الجوي في اتجاهات تماسية لطبقات الغلاف الجوي وتستعمل لدراسة الطبقات السفلى والعليا من الغلاف الجوي حيث تؤثر الأنشطة المتصلة بالكيمياء الضوئية تأثيراً كبيراً على مناخ الأرض.

التنبؤ العددي – أنظمة التنبؤ بأحوال الطقس المستخدمة في الوقت الحالي

باستخدام نطاق الترددات المحدود لنظام الاستشعار المنفعل، توفر أجهزة الاستشعار المنفعلة الطريقة والقدرة على الحصول على بيانات عالمية لرصد الأرض وغلافها الجوي في جميع الأحوال الجوية على مدار اليوم. وتمثل بيانات الرصد هذه الجزء الأهم في البيانات المدرجة في نظام التنبؤ العددي بأحوال الطقس (NWP) الذي يعتبر الأسلوب الأكثر شيوعاً في القيام بالتنبؤات الجوية.

يتنبأ نظام التنبؤ العددي بأحوال الطقس باستخدام "نماذج» للغلاف الجوي وتقنيات حاسوبية. وتستخدم نماذج التنبؤ العددي بأحوال الطقس البيانات كنقطة بداية لتقييم الوضع المستقبلي للغلاف الجوي باستخدام معادلات فيزيائية ومعادلات دينامية الموائع.

أما المعادلات التفاضلية الجزئية المستخدمة للإرشاد فتكملها معلمات اضطراب الانتشار، والإشعاع، والرطوبة، ودرجات الحرارة، والتربة، والغطاء النباتي، والمياه السطحية، والتأثيرات الحركية للتضاريس.

والمعادلات المعقدة التي تحكم كيفية تغير حالة الموائع مع الوقت تتطلب حواسيب فائقة الكفاءة لحلها. إن التنبؤات الجوية في الوقت الحاضر هي تطبيق التكنولوجيات الحديثة القائمة على العلوم على البيانات العددية لتنبؤات الطقس، من أجل التنبؤ بحالة الغلاف الجوي في المستقبل وفي موقع معين.

البيانات - أساس التنبؤ العددي بأحوال الطقس (NWP)

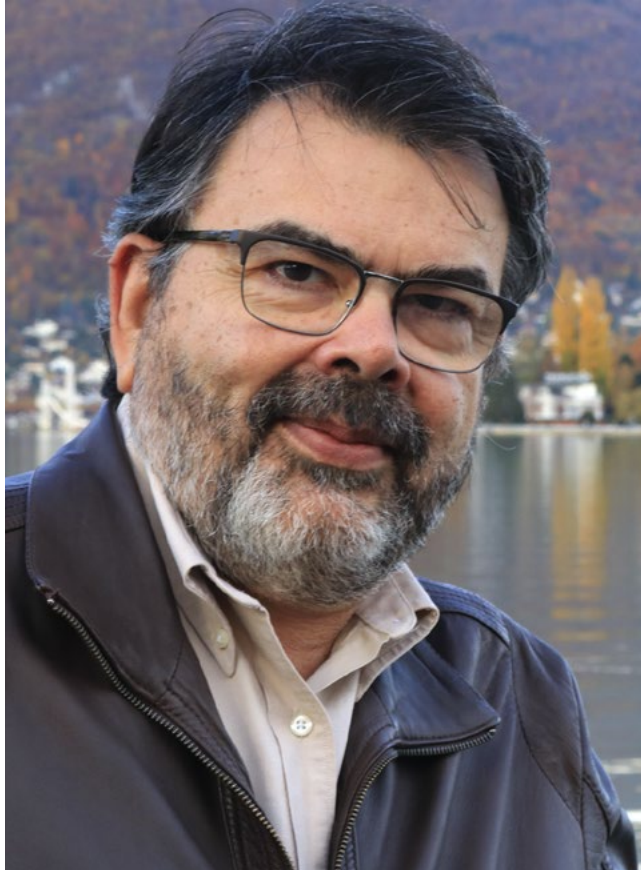
تتم التنبؤات الجوية في الوقت الحاضر عن طريق جمع أكبر قدر ممكن من البيانات عن الحالة الراهنة للغلاف الجوي، ولا سيما درجة الحرارة والرطوبة والرياح، واستخدام ما نفهم عن عمليات الغلاف الجوي من خلال الرصد الجوي من أجل تحديد التغيرات المستقبلية للغلاف الجوي. وبالتالي فإن البيانات المستخلصة من أجهزة الاستشعار المنفعلة، مثل الضغط الجوي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح واتجاه الرياح والرطوبة وكمية الأمطار، توفر مدخلات في معادلات التنبؤ العددي بأحوال الطقس. وهذه البيانات هي أساس توقعات الطقس الحالية.

حماية نطاقات أجهزة الاستشعار المنفعلة في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية

تصمم أجهزة الاستشعار المنفعلة بشكل مشابه للأدوات الفلكية الراديوية، حيث ترصد الانبعاثات ذات الطاقة المنخفضة جداً. أما التداخل فهو مشكلة لكل جهاز استشعار منفعل. لذا فقد أعد الاتحاد لحسن الحظ عدداً من التوصيات ذات الصلة، وسيتم تناول مسألة حماية استعمال نطاقات الاستشعار المنفعل في المؤتمر العالمي المقبل للاتصالات الراديوية لعام 2019.

”لقد أعد الاتحاد الدولي للاتصالات عدداً من التوصيات ... وسيتم تناول مسألة حماية استخدام نطاقات الاستشعار المنفعل في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019.“

يو يانغ



حماية الطيف اللازم لأجهزة الاستشعار الخاصة برصد الأرض، لصالح المجتمع

غيلبيرتو كامارا

مدير أمانة الفريق المعني برصدات الأرض (GEO)

إن البيانات الساتلية ضرورية لطائفة واسعة من عمليات صنع القرار التي تحمي بيئتنا ومجتمعاتنا المحلية وتحافظ عليها. إذ توفر السواتل بيانات المدخلات اللازمة للتنبؤ الرقمي بأحوال الطقس، وقياس ميزانية إشعاع الأرض ودرجة استنفاد الأوزون، وتقدير كميات موارد المياه الجوفية، وتَعقّب حركة المحيطات، وتقييم إنتاجية الأرض والبحار.

وبالنظر إلى أن التنمية المستدامة عملية طويلة الأجل، فلدعم إعداد مؤشرات لقياس التقدم المحرَز في تحقيق أهداف التنمية المستدامة التي وضعتها الأمم المتحدة (SDG)، تلزمنا مجموعات من البيانات الجاهزة للتحليل على الأجل الطويل والتي ترد من سواتل متعددة. فمجموعات البيانات الطويلة الأجل أساسية لتوقع الاتجاهات المستقبلية، ومجموعات البيانات الضخمة الجاهزة للتحليل والواردة من أجهزة استشعار متعددة متطلب رئيسي لاستخدام رصدات الأرض في دعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

> *"إن البيانات الساتلية ضرورية لطائفة واسعة من عمليات صنع القرار التي تحمي بيئتنا ومجتمعاتنا المحلية وتحافظ عليها."*
>
> غيلبيرتو كامارا

نطاقات الترددات الراديوية حاسمة الأهمية لرصد الأرض

تشكل الترددات الراديوية قضية هامة لعملية رصد الأرض، ولا سيما عندما تكون نطاقات التردد هذه حاسمة الأهمية لرصد المعلَمات الفيزيائية للأرض بأجهزة الاستشعار المنفعلة. وفي حال التنازع على توزيع الطيف بين أجهزة الاستشعار الخاصة برصد الأرض والخدمات التجارية، ينبغي حماية الطيف المخصص لأجهزة الاستشعار ليتسنى ترحيل المعلومات الواردة منها دون توقف أو تعطّل.

وحسبما تبين أعمال الأوساط التابعة للفريق المعني برصدات الأرض (GEO)، تُثبت المئات من حالات استعمال البيانات الساتلية احتمال تأثير البيانات المستمرة التدفق والعالية الجودة والمعززة بتوزيعات طيف مناسبة على تحقق الأهداف البيئية والإنمائية.

وتستخدم المبادرة العالمية للرصد الزراعي (GEOGLAM) للفريق المعني برصدات الأرض البيانات الواردة من العديد من أجهزة الاستشعار المحمولة في الفضاء لمكافحة انعدام الأمن الغذائي وتقلب أسعار الأغذية. كما تُستحدث خرائط استخدام الأراضي باستخدام البيانات البصرية والرادارية (الواردة من أنظمة استشعار مثل MODIS وLandsat وRADARSAT-2 وALOS-2 وTerraSAR). والمعلومات الزراعية التي تعتمد على قواعد بيانات أساسية مستقاة من الهواطل ودرجة حرارة سطح الأرض ودرجة رطوبة التربة والتبخّر النتحي والانسيال السطحي للمياه، يلزمها أجهزة استشعار غير بصرية منفعلة ونشيطة محمولة في الفضاء (كأجهزة القياس العالمي للهواطل (GPM)، والاستشعار النشيط والمنفعل لدرجة رطوبة التربة (SMAP)، واستشعار درجة رطوبة التربة وملوحة المحيطات (SMOS)) التي تحتاج، بدورها، إلى حماية الطيف.

الإسهام في تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة: ضمان توافر المياه النظيفة وخدمات الصرف الصحي

يسهم النظام المتكامل لتحليل البيانات الخاصة بالفيضانات، التابع للمركز الدولي لإدارة شؤون المخاطر المتعلقة بالمياه (ICHARM)، في تحقيق الهدف 6 من أهداف التنمية المستدامة (ضمان توافر المياه النظيفة وخدمات الصرف الصحي للجميع) وفي أعمال إطار سينداي للحد من مخاطر الكوارث، وذلك بتمكينه من تحسين التنبؤ بوقوع الفيضانات باستخدام البيانات المتعلقة بهطول الأمطار (خريطة GSMaP) التي يتحصل عليها من السواتل والمحطات الأرضية من أجل تقدير أحوال جريان المياه. وخريطة GSMap هي خريطة عالمية لهطول الأمطار في وقت هطولها الفعلي تقريباً ناتجة من البيانات المجموعة بالمقاييس الراديوية العاملة بالموجات الصغرية، والبيانات المجموعة بالأشعة تحت الحمراء الحرارية، وغير ذلك من بيانات الأرصاد الجوية.

Shutterstock

فوائد رصد الأرض من الفضاء

رصد النمو الحضري- الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة: جعل المدن والمستوطنات البشرية مستدامة

تقوم طبقة المعلومات العالمية عن المستوطنات البشرية (GHSL)، وهي نتاج مبادرة كوكب البشر التي اتخذها الفريق المعني برصد الأرض، بتمكين صناع القرار من رصد النمو الحضري تماشياً مع الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة (جعل المدن والمستوطنات البشرية مستدامة)، وذلك بتقديم معلومات مكانية عالمية عن المستوطنات البشرية على مر الزمن، تشمل المناطق العمرانية وكثافة السكان وخرائط المستوطنات. وتنتج هذه المعلومات من أجهزة الاستشعار الرادارية (مثل Sentinel-1 وEnvisat) والبصرية (مثل Landsat وSentinel-2). وأجهزة الاستشعار الرادارية قادرة على الرصد في جميع الأحوال الجوية لتتيح بذلك تحليلاً أفضل للبيانات في المناطق المدارية وغيرها من المناطق التي يشكل الغطاء السحابي فيها تحدياً لأجهزة الاستشعار البصرية.

ويحدد النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS) مجموعات البيانات المتعلقة بالمتغيرات المناخية الأساسية (ECV)، التي تقدم الأدلة التجريبية اللازمة لفهم تطور الأحوال المناخية والتنبؤ بها، وتوجيه تدابير تخفيف آثارها والتكيف معها، وتقدير المخاطر والتمكين من رد الأحداث المناخية إلى أسبابها الأساسية، ودعم الخدمات المناخية. وهذه المجموعات من البيانات ضرورية لدعم الأعمال المتصلة باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC). وفي الوقت الراهن، يستفيد أكثر من 55 متغيراً من المتغيرات المناخية الأساسية استفادة جمّة من عمليات الرصد الساتلي.

أهمية حماية بيانات رصد الأرض

ما أوردناه لا يمثل سوى بضعة تطبيقات فحسب من التطبيقات العديدة لبيانات رصد الأرض المنتجة بالاستشعار عن بُعد والتي تستخدمها الأوساط التابعة للفريق المعني برصدات الأرض. وحماية هذه البيانات باعتبارها مورداً مجتمعياً عظيم القيمة ينبغي أن تكون هدفاً رئيسياً للهيئات الإدارية. كما أن من اللازم إدارة ما قد ينشأ من نزاعات محتملة على الطيف بين القائمين على رصدات الأرض وطلبات القائمين على الخدمات التجارية والمستخدمين الآخرين من أجل حماية استمرارية تدفق البيانات وموثوقيتها للباحثين وصناع القرار دعماً لسياسات أفضل للصالح العام.

مشكلة التداخل للاستشعار المنفعل على نطاق عالمي

جوزيف اشباخر

مدير برامج رصد الأرض، وكالة الفضاء الأوروبية (ESA)

تتناول هذه المقالة الكيفية التي يمكن أن يؤثر بها تداخل خدمات التردد الراديوي الأخرى على الاستشعار عن بُعد المنفعل بالموجات الصغرية وعلى تطبيقات رصد الأرض المهمة التي تعتمد على هذه القياسات. وهي تتناول كذلك أهمية الأحكام المناسبة في لوائح الراديو لمنع التداخل الضار. وتغطي مقالات أخرى في هذه الطبعة من مجلة أخبار الاتحاد أهمية الطيف ودور رصد الأرض وخصوصية الاستشعار عن بُعد المنفعل بالموجات الصغرية والطبيعة الدولية لهذه الخدمة.

وتستخدم أجهزة الاستشعار المنفعلة عدداً محدوداً من النطاقات المحددة في لوائح الراديو على أساس طبيعة البث الصادر من البر أو الغلاف الجوي أو المحيط، وتقع طيفياً في مدىً واسع يتراوح بين ~1 GHz و~1 THz. وهي تقيس أرضية البث الإشعاعي الطبيعي في الخلفية، وبالتالي يرجح لأي إشارة من صنع الإنسان (مثل الاتصالات والرادارات) ترتفع فوق أرضية البث الطبيعية هذه أن تتداخل على القياسات. ولا يمكن التغاضي عن هذا التداخل إلا إذا كانت طاقته أقل بكثير من حساسية جهاز الاستشعار.

> *"ترد، في جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019، أربعة بنود تتناول البث المحتمل غير المطلوب نحو نطاقات الاستشعار المنفعلة"*
>
> جوزيف اشباخر

وبالنظر إلى المستويات المنخفضة للغاية للبث الطبيعي، يمكن حتى للمستويات المنخفضة للغاية لتداخل التردد الراديوي أن تتسبب بتردي قياسات جهاز الاستشعار المنفعل.

وتؤدي احتياجات السوق إلى عدد متزايد من التطبيقات التجارية ذات الاحتياجات الطيفية المرتبطة بها، وهي لا تكتفي بتغطية المديات المزدحمة أصلاً في طيف الترددات الراديوية بل الترددات الأعلى أيضاً. وقد أصبحت هذه الحالة مصدر قلق جدي على ضمان حماية تطبيقات رصد الأرض (EO).

التأثير الاقتصادي والاجتماعي للتداخل الضار على الاستشعار عن بُعد المنفعل بالموجات الصغرية

تتطلب التطبيقات التشغيلية والبحثية في علوم الأرض مناطق قياس عالمية على عدد من النطاقات الترددية الموزعة على خدمة سواتل رصد الأرض، وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة). وظهرت كذلك قياسات الموجات الصغرية المنفعلة كمساهم رئيسي في التنبؤ العددي بالطقس (NWP)، وهي هامة للتطبيقات الأخرى مثل مراقبة المناخ والتنبؤ به، والهيدرولوجيا، وإدارة الأراضي والزراعة، والتنبؤ بالكوارث الطبيعية (مثل الفيضانات والزلازل والنشاط البركاني) وإدارتها، والعديد من المجالات الأخرى التي تسترعي الاهتمام العام والخاص. وتتعدد نطاقات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) (EESS) ذات الأهمية البالغة للأنظمة التشغيلية. وإذا فُقدت عمليات رصد الاستشعار المنفعل بسبب التداخل من مصادر من صنع الإنسان، فلا توجد نطاقات أو تقنيات بديلة يمكن استخدامها. وبالتالي، فإن فساد القياسات بفعل التداخل سينال من أداء أنظمة الإنذار القائمة على أنظمة التنبؤ العددي الاستراتيجية للغاية.

ومن شأن ذلك أن يلحق انتكاسة بالقدرات الحالية والناشئة، إلى جانب الخسارة المرتبطة بها في استثمارات الحكومات ووكالات الفضاء والكيانات التجارية.

الاحتياجات الخاصة للاستشعار عن بُعد المنفعل

إذا كان مستوى تداخل التردد الراديوي أعلى من مستوى البث الطبيعي المعقول، يمكن كشف التداخل وإلغاء القياسات. وسيُحدث ذلك فجوات في تغطية الأجهزة الاستشعار، مما يحد من القدرة على فهم الظواهر العالمية المعقدة قيد الدراسة بالإضافة إلى أي أحداث محلية. ولكن إذا كان مستوى التداخل أقل وكانت القياسات الناتجة معقولة، فقد يمر التداخل دون أن يُكشف، ثم يؤخذ بالبيانات الفاسدة خطأً على أنها بيانات صحيحة. وسيتضمن تحليل هذه البيانات الفاسدة أخطاء خطيرة.

وتعجز معظم أجهزة الاستشعار المنفعلة عن التمييز بين الإشعاع الطبيعي والإشعاع من صنع الإنسان، ويتعذر اكتشاف أخطاء البيانات و/أو تصحيحها. فعلى سبيل المثال، في علم الأرصاد الجوية (التنبؤ القصير والمتوسط المدى بالطقس) سيؤدي ذلك إلى خفض عامل الجودة المرتبط بهذه القياسات الساتلية، مما يعود القهقرى بالسيرة الظافرة للأرصاد الجوية الساتلية. وبالتالي، فإن الحفاظ على سلامة البيانات يعتمد على منع التداخل الضار الذي تسببه مصادر من صنع الإنسان من خلال تحديد الأحكام المناسبة في لوائح الراديو وتطبيقها وإنفاذها.

حماية الاستشعار عن بُعد المنفعل في لوائح الراديو

في منتصف التسعينات، تمت الموافقة على التوصيات الأولى لقطاع الاتصالات الراديوية (المعايير التقنية) التي تتناول معايير حماية أجهزة الاستشعار الفضائية من التداخل. وبما أن الأنظمة الأرضية مركّزة في النطاقات الترددية المنخفضة، أُولي اهتمام محدود بكيفية تشغيل الخدمات النشطة كي تتجنب تلك الخدمات النشطة التي تتجاوز معايير الحماية التسبب في تداخلات ضارة على أجهزة الاستشعار المنفعلة. ولم تأت القيود التنظيمية الواضحة الأولى لحماية أجهزة الاستشعار إلا منذ عام 2000 فصاعداً، بحماية النطاق 18,6-18,8 GHz، على سبيل المثال. واستغرق الأمر بعض الوقت قبل قبول المفاهيم الأساسية في تقييمات تداخل التردد الراديوي والنظر فيها في تحليل التقاسم والتوافق. وهي تشمل مفاهيم الأثر الكلي للعوامل المتعددة لمصادر التداخل، وتأثير الإرسالات غير المطلوبة من الخدمات في النطاقات المجاورة، وتحديد الحصص في ميزانية تداخل التردد الراديوي فيما بين أنواع متعددة من مصادر التداخل.

واليوم ترد معايير الأداء والتداخل الخاصة بأجهزة الاستشعار المنفعلة في التوصية ITU-R RS.2017.

المشكلة المتزايدة للتداخل الضار على أجهزة الاستشعار المنفعلة

رغم التحسينات التنظيمية، أظهرت صور حديثة العهد مستمدة من تشغيل أجهزة الاستشعار المنفعلة عدداً متزايداً من أحداث تداخل التردد الراديوي. وبوجه خاص، فإن النطاقات الترددية المحددة بموجب الرقم 340.5 من لوائح الراديو، الذي يحظر جميع الإرسالات في نطاقات منفعلة متعددة، تشهد تداخلات ضارة. ويعود ذلك إلى ما يلي:

- الطفرة في عدد وأنواع المستعملين النشطاء للطيف؛
- قدرة أجهزة التردد الراديوي النشطة على العمل بترددات أعلى منها في أي وقت مضى (مثل نطاقات Ka، وQ، وV، وW) وهي ترددات كانت حكراً على أجهزة الاستشعار المنفعلة؛
- انتشار الأجهزة غير المرخصة منخفضة التكلفة التي لا يُضمن أو يُفرض التزامها بلوائح الراديو دوماً.

وعادةً ما ينشأ تداخل التردد الراديوي الذي تتعرض له أجهزة الاستشعار المنفعلة من مرسلات أرضية موزعة على سطح الأرض على صعيد عالمي. ولا تتيح معظم أجهزة الاستشعار تحديد مواقع مصادر التداخل، خاصة إذا جاء تداخل التردد الراديوي من تجميع مصادر تداخل صغيرة متعددة. فهي لا تتيح إلا تحديد المناطق الكبيرة المتأثرة بالتداخل الضار، وكثيراً ما تغطي العديد من البلدان. ولا يمكن القيام بالكثير في هذه الحالة لحماية أجهزة الاستشعار. إذ يتطلب ضبط الحدود على الخدمات النشطة في لوائح الراديو وقتاً، ولا تأثير له إلا بعد مرور سنوات عديدة من اكتشاف مشكلة التداخل، ومن ثم فمن المهم تحديد حدود مناسبة منذ البداية.

وبالنسبة إلى المقاييس الراديوية القليلة التي تتيح شكلاً ما من تحديد موقع مصدر التداخل، تسهل التوصية ITU-R RS.2106 الإبلاغ عن حالات تداخل التردد الراديوي التي تؤثر على أجهزة الاستشعار المنفعلة، وتسهل حلها.

وبالمقارنة مع حالات تداخل التردد الراديوي المتعددة التي تبلغ عنها أنظمة الاتصالات الأرضية والفضائية، يجري التقليل من شأن مشكلة التداخل على أجهزة الاستشعار المنفعلة لأن العديد من حالات تداخل التردد الراديوي لا يبلَّغ عنها إلى الإدارة ذات الولاية القضائية في الأراضي التي يقع فيها مصدر تداخل التردد الراديوي، وإلى مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد.

مثال على التداخل: تجربة ساتل SMOS

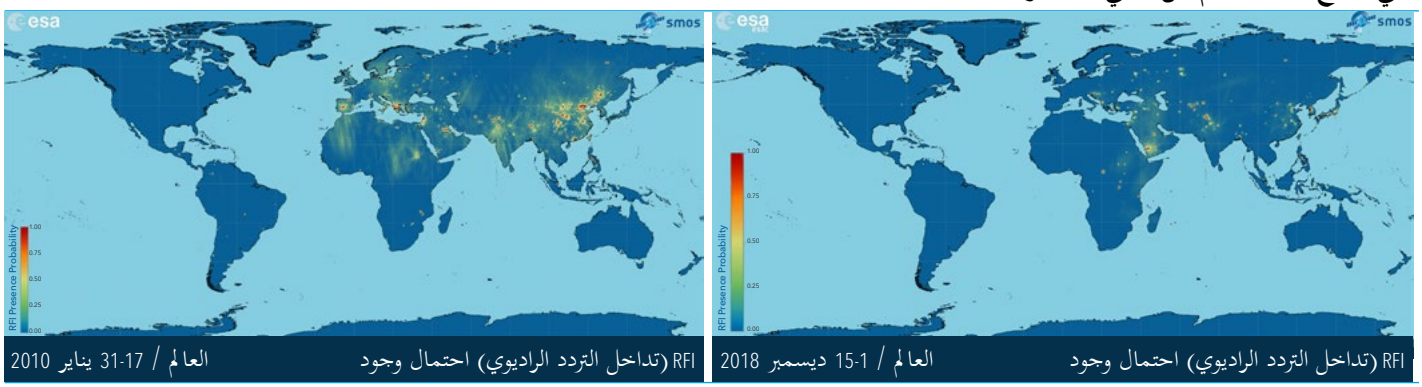
أطلقت وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) ساتل SMOS في نوفمبر 2009، في مهمة تتناول الحاجة إلى عمليات رصد عالمية عالية الجودة من الفضاء لرطوبة التربة وملوحة المحيطات. وكلتا المعلمتين متغيران رئيسيان يصفان دورة الماء في الأرض وقد حُددا كاثنين من متغيرات المناخ الأساسية (ECV).

وتتألف حمولة الساتل SMOS من جهاز قياس للتداخل راديوي تصويري منفعل يعمل في النطاق MHz 1400-1427 (المنفعل تماماً). ومنذ بداية تشغيله، كان مقياسه الراديوي يتعرض لعدد كبير من تداخلات بالترددات الراديوية ذات توزع جغرافي شاسع، مع ما يترتب على ذلك من ترددٍ في قياسات الساتل SMOS. وكُشفت هذه التداخلات أيضاً بواسطة المقاييس الراديوية الخاصة بساتلي SMAP وAQUARIUS العائدين لوكالة ناسا (انظر التقرير ITU-R RS. 2315). وبخلاف معظم المقاييس الراديوية الأخرى، فإن خصائص جهاز استشعار الساتل SMOS تتيح للعلماء تحديد موقع مصدر التداخل بدقة عالية (4-0,5 km).

واستناداً إلى هذه المعلومات، بدأت وكالة الفضاء الأوروبية منذ عام 2010 عملية تفاعل طويلة مع العديد من الإدارات الوطنية في جميع أنحاء العالم. فقد أُبلغت الإدارات المعنية بموقع وشدة مصادر تداخل التردد الراديوي في أراضيها وفقاً للإرشادات الواردة في التوصية ITU-R RS.2106. ويراقَب سيناريو التداخل في الساتل SMOS بشكل منهجي، وتصنَّف مصادر تداخل التردد الراديوي وفقاً لموقعها الجغرافي وشدتها. ولوحظ تحسن كبير على مر السنين بفضل هذه التفاعلات وتعاون العديد من الإدارات (انظر الشكل 1).

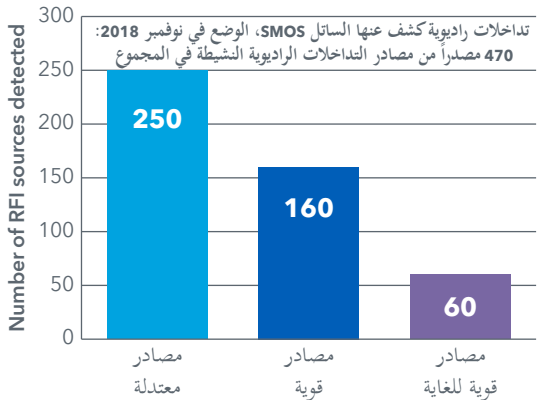
وقد انخفض عدد مصادر التداخل بالغة الشدة (أي بحرارة لمعان تزيد عن 5000 كلفن) من 136 مصدراً من مصادر تداخل التردد الراديوي في عام 2010 إلى 60 مصدراً في عام 2018. ولكن على الرغم مما شوهد من تحسن حقيقي في هذه الحالة، بحلول نهاية عام 2018، لا يزال هناك 470 مصدراً فعالاً لتداخل التردد الراديوي، ولا يزال مستوى تردي البيانات يبعث على القلق بدرجة عالية (الشكل 2).

الشكل 1: خرائط احتمال تداخل التردد الراديوي على الساتل SMOS التي تبين التحسن في توزع مصادر التداخل في جميع أنحاء العالم بين عامي 2010 و2018.



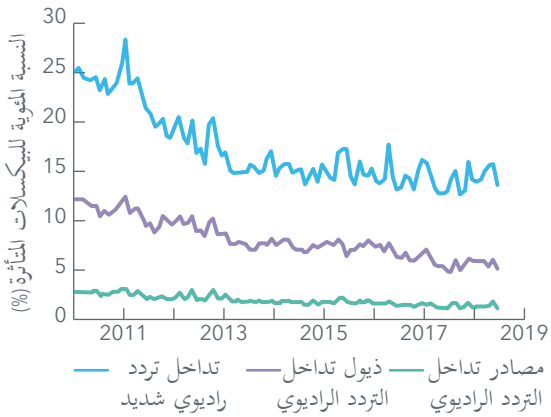
المصدر: وكالة الفضاء الأوروبية

الشكل 2: الإحصاءات العالمية لعدد مصادر تداخل التردد الراديوي المكشوفة بواسطة المقياس الراديوي للساتل SMOS في النطاق المنفعل 1400-1427 MHz.



ملاحظة: تصنَّف مصادر تداخل التردد الراديوي على الساتل SMOS وفق الشدة على أنها "بالغة الشدة" في حرارة لمعان (BT) ≤ 5000 K و"شديدة" في 5000 K > BT ≥ 1000 K و"معتدلة" في 1000 K > BT ≥ 350 K

الشكل 3: تطور النسبة المئوية لعدد بيكسلات الساتل SMOS فوق البر المتأثرة بتداخل التردد الراديوي منذ عام 2010 حتى عام 2018.



المصدر: وكالة الفضاء الأوروبية

وقد أتاح هذا التحسن زيادة كبيرة في كمية البيانات غير المشوبة بتداخل التردد الراديوي الضار. ويعرض الرسم البياني التالي (الشكل 3) التطور الحاصل بمرور الوقت في النسبة المئوية لبيكسلات البر المشوبة بتداخل التردد الراديوي كما رصدها ساتل SMOS. وعادةً ما تكون مصادر التداخل المحددة أنظمة رادارية نمطية تعمل في نطاقات مجاورة ذات مستويات مفرطة من البث غير المطلوب، ووصلات راديوية مختلة الأداء وأنظمة إذاعية غير مجازة تعمل ضمن النطاق المنفعل.

وينبغي تجنب حالات مماثلة في المستقبل بسبب العمل المكثف الذي تلقيه على عاتق مشغل الساتل والإدارات المعنية والاتحاد الدولي للاتصالات في السعي للوقوف على مصادر التداخل وإزالتها. وبالإضافة إلى ذلك، فهي تتسبب في خلل خطير في تشغيل السواتل وفي العوائد العلمية من الرحلات الفضائية.

بنود جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) ذات الاحتمالات الحرجة بالنسبة للاستشعار عن بُعد

يتمثل أحد التحديات الرئيسية للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) في تحقيق التوازن السليم بين الطلب من الخدمات النشطة على زيادة استعمال الطيف وبين حق مستخدمي الخدمات المنفعلة في مواصلة التشغيل دون التعرض لتداخل التردد الراديوي الضار. وتظهر التجربة الصعوبة البالغة في استعادة بيئة تتيح تشغيل أجهزة الاستشعار المنفعلة، بمجرد نشر الأجهزة النشطة دون شروط تنظيمية كافية لحماية أجهزة الاستشعار المنفعلة. وكما سبق الذكر، فإن هذا أمر بالغ الأهمية للتنبؤ العددي بالطقس وخدمات تغير المناخ ذات الوقع الاستراتيجي الهائل على الصعيدين الاقتصادي والاجتماعي.

وترد، في جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019، أربعة بنود تتناول البث المحتمل غير المطلوب نحو نطاقات الاستشعار المنفعلة (بنود جدول الأعمال 6.1 و13.1 و14.1 و9.1.9)، الأمر الذي يتطلب وضع حدوداً مناسبة للبث غير المطلوب:

- البند 13.1 من جدول الأعمال: الطيف للاتصالات المتنقلة الدولية – 2020/الجيل الخامس (IMT2020/5G) قيد الدراسة في النطاقات التالية 27,5-24,25 GHz و33,4-31,8 GHz و43,5-37 GHz و50,2-45,5 GHz و52,6-50,4 GHz و76-66 GHz و86-81 GHz.
- البند 14.1 من جدول الأعمال: تحديد طيف إضافي لمحطات المنصات عالية الارتفاع (HAPS) في بضعة نطاقات، لا سيما في النطاقين 22-21,4 GHz و27,5-24,25 GHz، واحتمال تعديل الحواشي والقرارات القائمة، ولا سيما في النطاقين 440-6 520-6 MHz و31,3-31 GHz.
- البند 6.1: وضع إطار تنظيمي فيما يخص الأنظمة الساتلية للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي يمكن أن تعمل في النطاقات 39,5-37,5 GHz (فضاء – أرض) و42,5-39,5 GHz (فضاء – أرض) و50,2-47,2 GHz (أرض – فضاء) و51,1-50,4 GHz (أرض – فضاء).
- البند 9.1.9: إمكانية توزيع النطاق الترددي 52,4-51,4 GHz للخدمة الثابتة الساتلية (أرض – فضاء).

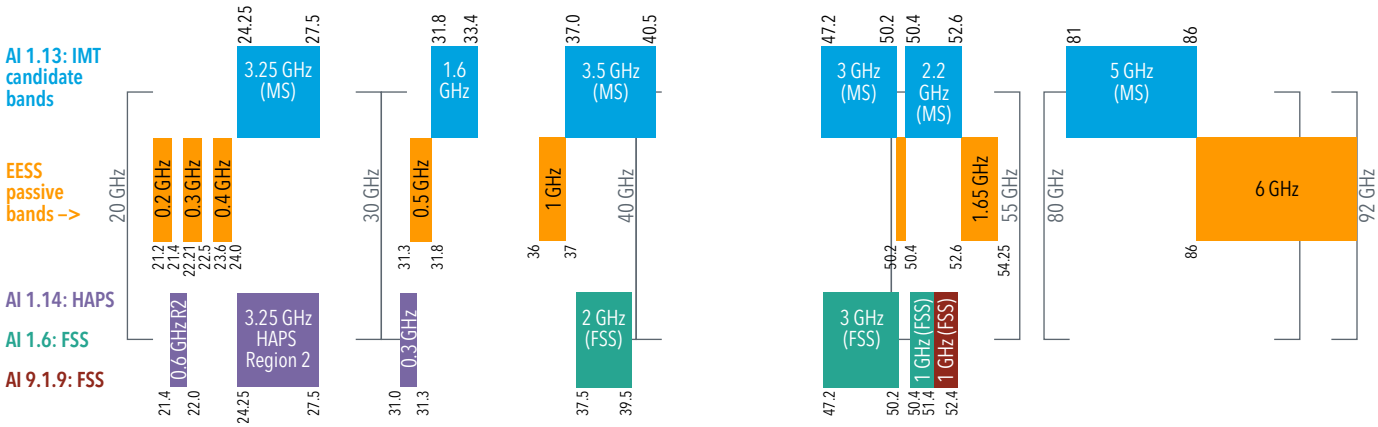
ويبين الشكل 4 تمثيل رسومي للنطاقات الترددية المعنية.

وبالنسبة لأجهزة IMT-2020 (البند 13.1 من جدول الأعمال)، يجب أن تأخذ القيود التنظيمية في الاعتبار العدد الهائل لهذه الأجهزة على المدى الطويل وليس مجرد العدد المحدود المتوقع كنشر أولي. ومن الواضح أن الحدود المتهاونة المحددة في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) ستخلق وضعاً تعجز أجهزة الاستشعار عن تجاوزه على المدى الطويل.

> *"يجب أن تظل الأجيال القادمة قادرة على التمتع بالمنافع الاجتماعية والاقتصادية التي يجلبها الاستشعار عن بُعد في مجال الأرصاد الجوية وعلم المناخ وإدارة الأراضي والمياه والزراعة والتنبؤ بالكوارث الطبيعية والعديد من المجالات الأخرى ذات الاهتمام العام والخاص."*
>
> جوزيف اشباخر

وثمة بند آخر من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 له تأثير محتمل في الخدمات المنفعلة وهو البند 15.1 من جدول الأعمال الذي يتعامل مع تحديد نطاقات الخدمة المتنقلة البرية والخدمات الثابتة في النطاق 450-275 GHz. وعلى الرغم من أن جدول توزيعات الترددات في لوائح الراديو ليس موضوعاً لما فوق التردد 275 GHz، فهناك في المدى 450-275 GHz، بضعة نطاقات هامة لتطبيقات الخدمة المنفعلة جرى تحديدها وحمايتها في الرقم 565.5 من لوائح الراديو. لذلك يجب أن تظهر الدراسات توافق الخدمات النشطة الجديدة مع تشغيلات الاستشعار عن بُعد المنفعل.

الشكل 4: نطاقات ترددية متعددة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (المنفعلة) التي يمكن أن تتأثر بالبث المفرط غير المطلوب من أنظمة الخدمة المتنقلة (IMT-2020/5G) (البند 13.1 من جدول أعمال المؤتمر WRC-19)؛ و/أو أنظمة محطات المنصات عالية الارتفاع (HAPS) (البند 14.1 من جدول الأعمال)؛ و/أو أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) المستقبلية (البندان 6.1 و9.1.9 من جدول الأعمال).



الخلاصة

يُظهر الشكل 5 بيانياً الأسباب الأساسية للزيادة المتوقعة في تداخل التردد الراديوي على الاستشعار عن بُعد المنفعل. ولا سبيل للتخفيف من حدة المشكلة إلا بتحديد حدود مناسبة وقابلة للتطبيق في لوائح الراديو وتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية ضمن الأنظمة النشطة التي يمكن أن تؤثر على قياسات أجهزة الاستشعار المنفعلة.

ويجب أن تظل الأجيال القادمة قادرة على التمتع بالمنافع الاجتماعية والاقتصادية التي يجلبها الاستشعار عن بُعد في مجال الأرصاد الجوية وعلم المناخ وإدارة الأراضي والمياه والزراعة والتنبؤ بالكوارث الطبيعية والعديد من المجالات الأخرى ذات الاهتمام العام والخاص. ولكي يتحقق ذلك، تحتاج جميع الإدارات إلى التصرف بحكمة برؤية طويلة الأجل.

الشكل 5 أسباب الزيادة في تداخل التردد الراديوي على الاستشعار عن بُعد المنفعل

المساهمة الهامة للاستشعار عن بُعد المنفعل بالموجات الصغرية للتنبؤ العددي بالطقس وكيفية تعامل المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) مع تداخل الترددات الراديوية

ستيفن إنغليش

رئيس قسم استيعاب نظام الأرض، المركز الأوروبي للتنبؤات بالطقس المتوسطة المدى (ECMWF)

باعتماد خطة التنمية المستدامة لعام 2030، اتفق قادة العالم على ضرورة وجود إطار مؤشرات عالمي لإحراز تقدم نحو تحقيق 17 هدفاً من أهداف التنمية المستدامة و169 مقصداً مرتبطاً بها.

ويؤدي التنبؤ العددي بالطقس (NWP) دوراً أساسياً في علاقته بمعظم أهداف التنمية المستدامة، مثل القضاء على الجوع، والحياة على البر، والمدن والمجتمعات المستدامة، وما إلى ذلك. ويعد التنبؤ العددي بالطقس أحد أهم أركان تحقيق خفض كبير في مخاطر وقوع كوارث وخسائر تطال الأرواح والأرزاق والصحة والأصول الاقتصادية والمادية والاجتماعية والثقافية والبيئية للأشخاص ومصالح الأعمال والمجتمعات المحلية والبلدان كما حددها إطار سينداي للأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث.

> *"بالنسبة لتطبيقات التنبؤ العددي بالطقس هذه، يعد طيف الترددات الراديوية حاسماً لعمليات رصد الطقس الساتلية وكذلك للاتصالات."*
>
> ستيفن إنغليش

الاعتماد على عمليات رصد دقيقة للتنبؤ بالطقس

تعتمد أنظمة الإنذار المبكر الوطنية على التنبؤ العددي بالطقس، شأنها في ذلك شأن التنبؤات الجوية اليومية. وبدوره يعتمد التنبؤ العددي بالطقس على عمليات رصد دقيقة. ويمكنه تحليل أنظمة الطقس في مرحلة مبكرة من التطور، وحتى التنبؤ بنشوئها، مقدماً تحذيراً مسبقاً ومتسعاً من الوقت لاتخاذ الإجراءات اللازمة. ويتطلب تحقيق ذلك وجود نظام عالمي للرصد يشتمل على مكون فضائي كبير لإعداد تقدير للظروف المناخية السائدة على الصعيد العالمي. ويمكن بعدئذ للنماذج الرياضية للغلاف الجوي والمحيطات التنبؤ بالطقس في المستقبل.

وبالنسبة لتطبيقات التنبؤ العددي بالطقس هذه، يعد طيف الترددات الراديوية حاسماً لعمليات رصد الطقس الساتلية وكذلك للاتصالات. وتدعو الحاجة إلى قياسات فائقة الدقة، فحتى الأخطاء الصغيرة في عمليات الرصد هذه تقلل من فعالية التنبؤ العددي بالطقس. وبالإضافة إلى المساهمة الهامة في السلامة العامة، يساهم التنبؤ العددي بالطقس مساهمة هائلة في الاقتصاد في مجالات تتراوح بين الطيران والشحن وحركة المرور، والزراعة وإدارة استقرار الشبكة الكهربائية للطاقة المتجددة.

وقد قدرت دراسة حديثة لمكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة (خدمة الطقس الرسمية في المملكة المتحدة) تقديراً كمياً (بأسعار عام 2010)، يستند إلى عدد من الدراسات المستقلة، ويفيد بأن الفوائد الاجتماعية الاقتصادية لمعلومات التنبؤ بالطقس في الاتحاد الأوروبي تبلغ 61,4 مليار يورو سنوياً.

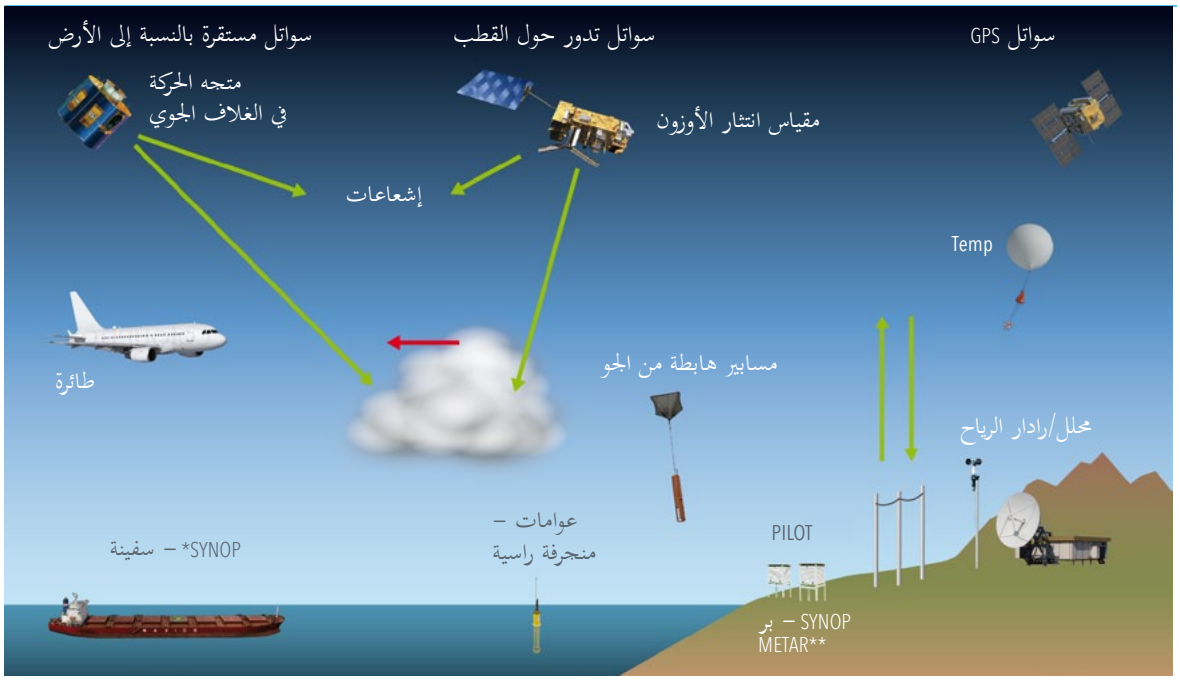
معلومات عن نماذج التنبؤ العددي بالطقس

تُدار نماذج التنبؤ العددي بالطقس (التنبؤ العددي بالطقس) في العديد من البلدان في جميع أنحاء العالم، باستخدام عمليات الرصد الجوية التي يجري ترحيلها كمدخلات من سواتل رصد الأرض، والمسابير الراديوية، والطائرات وأنظمة الرصد الأخرى (انظر الشكل 1). تعتبر بعض نماذج التنبؤ العددي بالطقس نماذج عالمية، بينما تغطي نماذج أخرى منطقة محلية بمزيد من التفصيل.

وتستخدم العديد من عمليات الرصد الساتلية للتنبؤ العددي بالطقس تقنيات الاستشعار المنفعل في نطاقات الترددات الراديوية، وبالتالي فهي تعتمد على توزيعات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS). وتتسم خصائص الامتصاص للغلاف الجوي بذروات الامتصاص الناجمة عن الرنين الجزيئي لغازات الغلاف الجوي، وباستمرار بخار الماء وامتصاص السحب والتشتت الذي يتزايد بتزايد التردد.

وما دون 10 GHz، يكاد يكون الغلاف الجوي شفافاً تماماً، حتى بوجود السحب. وتتأثر هذه الترددات المنخفضة مباشرة بسطح الكوكب. وعند 18 GHz، تكاد الخصائص العازلة لمياه البحر تجعل ذلك البث مستقلاً عن درجة حرارة سطح البحر، لذلك يتحسس البث السطحي أساساً بحالة البحر والموجات الصغيرة. في النطاق 22-24 GHz، يوجد خط امتصاص ضعيف للماء، ومن خلال قياس هذا الخط، نحصل على معلومات عن إجمالي بخار الماء في العمود. وعند 31 GHz، يتسنى الحصول على معلومات عن محتوى الماء السائل من الغيوم.

الشكل 1: يعالج المركز الأوروبي للتنبؤات بالطقس المتوسطة المدى (ECMWF) البيانات على نحو اعتيادي من حوالي 90 منتجاً للبيانات الساتلية كجزء من أنشطته التشغيلية اليومية في استيعاب ومراقبة البيانات. وتعالَج وتُستخدم 40 مليون رصدة يومياً؛ والغالبية العظمى منها هذه قياسات ساتلية، ولكن المركز الأوروبي للتنبؤات بالطقس المتوسطة المدى يستفيد أيضاً من جميع عمليات الرصد المتاحة من مصادر غير ساتلية، بما في ذلك التقارير المستمدة من سطح الأرض ومن الطائرات.



*عمليات رصد إجمالية على سطح الأرض

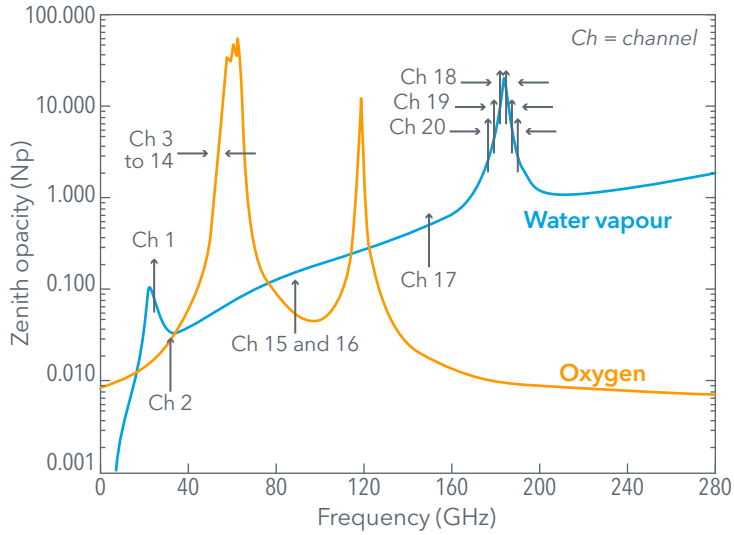
** تقرير الطقس الاعتيادي لطيران الأرصاد الجوية

المصدر: https://www.ecmwf.int/en/research/data-assimilation/observations

ويوجد نطاق امتصاص قوي للأكسجين في النطاق 50-60 GHz. وهذه ميزة طيفية لافتة للنظر، تمكننا من الحصول على معلومات عن البنية ثلاثية الأبعاد لدرجات حرارة الغلاف الجوي بتأثير ضئيل جداً من السحب وبخار الماء. وما فوق GHz 60، فإن أهم خصائص الطيف التي تسترعي الاهتمام هي خط بخار الماء عند GHz 183 الذي يقدم معلومات عن البنية ثلاثية الأبعاد لبخار الماء. وتقدم الترددات ما فوق GHz 200 معلومات مفصلة للغاية عن الغازات النثرية والغيوم الجليدية.

وينشأ تردد جميع هذه الخصائص الطيفية من قوانين الفيزياء ومن ثم فهو يتحدد بالطبيعة، وهو أصل فريد تتعذر الاستعاضة عنه بقياسات أخرى (انظر الشكل 2). ويقدم كل نطاق في خدمة استكشاف الأرض الساتلية معلومات أساسية لأرقى تنبؤ معاصر بالطقس.

الشكل 2: العتامة الجوية في مدى الترددات 0-280 GHz، وتصوير الترددات المستخدمة في قنوات وحدة السبر المتقدمة بالموجات المكروية (AMSU-A، القنوات 1-15، وAMSU-B القنوات 16-20)، وهي من أهم الأدوات المستخدمة في التنبؤ العددي بالطقس، ما برحت تشغَّل باستمرار منذ عام 1998 على سلسلة من السواتل التشغيلية من جانب شركتي NOAA وEUMETSAT، فضلاً عن أدوات الجيل الجديد مثل MWTS-2 وMWHS-2 العائدة للصين، وMTVZA-GY العائدة لروسيا وATMS العائدة للولايات المتحدة الأمريكية، من بين أدوات أخرى كثيرة.



المصدر: *English, S. J.; Guillou, C.; Prigent, C.; and Jones, D. C. (1994), Aircraft measurements of water vapour continuum absorption at millimetre wavelengths*.

ووجدت تقييمات تأثير عمليات رصد الطقس أن عمليات الرصد بالموجات الصغرية هي في الوقت الحاضر نظام الرصد الساتلي الرائد للتنبؤ العددي بالطقس على الصعيد العالمي، إذ تساهم بنحو 30 إلى 40% من التحسن الإجمالي في مهارة التنبؤ القصير المدى. أما تردي التنبؤات بدون عمليات رصد الموجات الصغرية فهو يعني خسارة متوسط مهارة التنبؤ بحوالي 3-6 ساعات لمعظم المراكز. وبعبارة أخرى، لا يمكن إعطاء نفس المستوى من توجيهات التنبؤات إلا بعد مرور 3 إلى 6 ساعات مما هو عليه اليوم.

ويؤدي ذلك إلى ضياع ذي شأن في وقت إصدار التحذيرات، في حالة الأحداث المناخية القاسية مثلاً، على جميع أنظمة التنبؤ العددي بالطقس في مختلف بقاع المعمورة.

وبينت دراسة أجراها المركز الأوروبي للتنبؤات بالطقس المتوسطة المدى (ECMWF) أيضاً عجز نظام الرصد عن تجاوز العثرات جراء فقدان بيانات الموجات الصغرية. وفي الواقع، يكون التردي الناتج عن فقدان عمليات الرصد بالموجات تحت الحمراء فوق الطيفية، في غياب عمليات رصد الموجات الصغرية، أكبر عدة مرات منه بوجود عمليات رصد الموجات الصغرية. وهذا السيناريو سيجعل العديد من الأماكن غير مستعدة وغافلة عن مخاطر طقسية داهمة.

والتأثير الإجمالي الذي يطرأ على أنظمة التنبؤ العددي بالطقس العالمية يظهر أيضاً في أنظمة التنبؤ العددي بالطقس الإقليمية. إذ بينت دراسة حديثة أجرتها خدمة الأرصاد الجوية النرويجية ترديداً كبيراً في التنبؤات في نظامها الإقليمي دون بيانات الموجات الصغرية.

ويجب إيلاء اهتمام خاص لمتطلبات التنبؤ بالطقس التشغيلي. بيد أن لمراقبة المناخ والتنبؤ به أيضاً متطلبات إضافية أخرى، وهي تعتمد بالقدر نفسه على عمليات رصد أجهزة الاستشعار عن بُعد بواسطة الموجات الصغرية.

تداخل الترددات الراديوية والفقدان المحتمل للنطاق

يشهد مستخدمو التنبؤ العددي بالطقس بالفعل دليلاً على تداخل الترددات الراديوية (RFI) في نطاقات ترددات C وX وK، ولا سيما على أداة القياس الراديوي المتقدم الماسح بالموجات الصغرية 2 (AMSR2) اليابانية. ومن شأن خسارة هذه النطاقات وغيرها أن تؤثر سلباً على أنظمة الإنذار بالطقس الوطنية وكذلك على قدرتنا على رصد تغير المناخ.

> *"من شأن خسارة هذه النطاقات وغيرها أن تؤثر سلباً على أنظمة الإنذار بالطقس الوطنية وكذلك على قدرتنا على رصد تغير المناخ."*
>
> ستيفن إنغليش

الدور المهم للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) في حماية نطاقات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) من التداخل

فيما يتعلق ببنود جدول الأعمال التي ستناقش في المؤتمر العالمي القادم للاتصالات الراديوية لعام 2019، يجب أن نشدد على أهمية ضمان حماية نطاقات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) من خطر التداخل المحتمل من الإرسالات غير المطلوبة من اتصالات IMT-2020/5G، وخاصة على النطاق المنفعل 24 GHz، ومن الإرسالات غير المطلوبة من الأنظمة الساتلية التجارية المستقبلية على نطاق الاستشعار المنفعل عند 50/60 GHz.

ونظراً لأهمية التنبؤ بالطقس والمنافع الاقتصادية والمجتمعية المرتبطة به، يتعين على المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 تحديد حدود البث غير المطلوب المناسبة في لوائح الراديو، وذلك للحفاظ على القياسات العالمية في نطاقات الاستشعار المنفعل الفريدة هذه.

معالم بارزة في تاريخ مجلة أخبار الاتحاد *الممتد* لمائة وخمسين عاماً

1869

JOURNAL
TÉLÉGRAPHIQUE
LE BUREAU INTERNATIONAL

صدور العدد الأول من "المجلة التلغرافية"

على إثر توقيع الاتفاقية الدولية الأولى للإبراق في باريس، بتاريخ 17 مايو 1865، التي أُسس بموجبها الاتحاد، قرّر المؤتمر الدولي الثاني للإبراق، الذي عُقد في فيينا عام 1868، إنشاء أمانة دائمة للاتحاد في برن بسويسرا. ومن بين المهام الست التي أُسندت إلى المكتب إصدار "مجلة تلغرافية باللغة الفرنسية» (الاتفاقية الدولية للإبراق (فيينا، 1868)، المادة 61). وهكذا، أقرّت الدول الأعضاء إصدار المجلة التي شكّلت جزءاً مهماً من دور الاتحاد الدولي للاتصالات في نشر المعلومات منذ لحظة إنشاء الأمانة. وصدر العدد الأول من "المجلة التلغرافية" في 25 نوفمبر 1869

1934

JOURNAL
TÉLÉCOMMUNICATIONS
BUREAU DE L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

تغيّر اسم المجلة ليصبح "مجلة الاتصالات»

قرّر المؤتمر الدولي للإبراق والمؤتمر الدولي للإبراق الراديوي، في عام 1932 في مدريد، دمج اتفاقية الإبراق واتفاقية الإبراق الراديوي في اتفاقية واحدة هي الاتفاقية الدولية للاتصالات. وفي الوقت نفسه، اعتُمد اسم جديد يعبّر عن مجمل مسؤوليات الاتحاد وهو الاتحاد الدولي للاتصالات. وبدأ سريان الاسم الجديد في 1 يناير 1934. وبالتزامن مع تغيّر اسم الاتحاد، استعيض في 1 يناير 1934 عن اسم المجلة التلغرافية باسم مجلة الاتصالات.

1948

JOURNAL DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
TELECOMMUNICATION JOURNAL
BOLETIN DE TELECOMUNICACIONES

صدور المجلة في ثلاث لغات هي الإنكليزية والفرنسية والإسبانية

عقب القرارات الصادرة عن المؤتمر الدولي للاتصالات الذي عُقد في أتلانتيك سيتي (1947) بشأن اللغات، بدأت مجلة الاتصالات تصدر في ثلاث لغات (الإنكليزية والفرنسية والإسبانية) اعتباراً من يناير 1948. وكانت اللغات الثلاث تُطبع على الصفحة نفسها جنباً إلى جنب. وترتّب عن إصدار المجلة في نسقها الجديد زيادة كبيرة في حجم العمل وتكلفة الإنتاج.

1962

تخصيص طبعة خاصة لكل لغة من اللغات

في يناير 1962، بدأت المجلة تصدر في ثلاث طبعات منفصلة، واحدة لكلّ من اللغة الإنكليزية والفرنسية والإسبانية، وذلك عوضاً عن شكلها القديم الثلاثي اللغات. ومن فترة الستينات وصولاً إلى الثمانينات، ازداد استخدام المجلة لنشر المعلومات عن الاتحاد وعمله. وشملت هذه الاستراتيجية إرسال نسخ من المجلة إلى الأمم المتحدة وجميع وكالاتها المتخصصة وإلى مراكز المعلومات التابعة للأمم المتحدة في شتى أنحاء العالم، وإلى خبراء الاتحاد المعنيين بالتعاون التقني في الميدان. وإضافةً إلى ذلك، تزايد عدد هيئات الصحافة العامة والتقنية التي تطلب الحصول على المجلة.

1994

تحول المجلة إلى نشرة إخبارية

في 1 يناير 1994، استعيض عن مجلة الاتصالات بما سمي ”النشرة الإخبارية للاتحاد الدولي للاتصالات“. فتغيّرت طريقة العرض وجرى تحديثها، وتبدّلت وتيرة إنتاج النشرة لتصل إلى عشر مرات في السنة. وأُعلن أن المجلة/النشرة الإخبارية بشكلها الجديد سوف ”تركّز على أنشطة الاتحاد، والقضايا الهامة، والنتائج العملية المحققة.“ وأخذ المطبوع بحلته الجديدة يتضمن وجهات نظر، وإن كانت في كثير من الأحيان متباينة، بغية عدم الاكتفاء بتزويد القراء بمعلومات أساسية عن أنشطة الاتحاد، وإنما اطلاعهم أيضاً على ”الجوانب الخفية والأسباب والحيثيات“. وفي عام 1996، اتخذت مجلة أخبار الاتحاد شكل مجلة.

1996

أخذت أخبار الاتحاد شكل مجلة

1999

نسخة إلكترونية ومشتركون يدفعون رسوماً

في إطار الاستجابة لدراسة أظهرت أن هناك حاجة إلى نشر المعلومات عن أنشطة الاتحاد بالوسائل الإلكترونية، صدرت النسخة الإلكترونية الأولى لمجلة أخبار الاتحاد على الموقع الإلكتروني للاتحاد في منتصف عام 1999. ومنذ ذلك الوقت فصاعداً، بدأت مجلة أخبار الاتحاد تصدر في نسخة رقمية وورقية على حد سواء. وفي الفترة 2003-2006، شهد موقع مجلة أخبار الاتحاد إقبالاً شديداً بيّنه متوسط عدد الزيارات في الشهر فكان من بين مواقع الاتحاد الثلاثة الأكثر استقطاباً للزائرين. ومنذ عام 1999، أصبحت النسخة المطبوعة مقابل رسوم بالنسبة إلى غير الأعضاء في الاتحاد. وكان المشتركون، الذين يدفعون الرسوم، يسددون مبلغ 100 فرنك سويسري سنوياً، ومن بين المشتركين عدد من متاجر بيع الكتب وشركات القطاع الخاص.

2009

صدور مجلة أخبار الاتحاد في ست لغات

منذ يوليو 2009، تُنشر مجلة أخبار الاتحاد في جميع لغات الاتحاد الرسمية الست (العربية والصينية والإنكليزية والإسبانية والفرنسية والروسية) وما زالت توفّر تغطية واسعة النطاق لأنشطة الاتحاد وأحداثه التي ترسم ملامح الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في جميع أنحاء العالم.

2016

تحوّل مجلة أخبار الاتحاد إلى مجلة رقمية بالكامل

في عام 2016، أصبحت مجلة أخبار الاتحاد مجلة رقمية بالكامل ولها بوابة إلكترونية جديدة. وأصبحت الأعداد الرقمية التي تصدر طوال السنة لتسلط الضوء على الأحداث والمواضيع الرئيسية المتعلقة بالاتحاد تُوزع الآن عن طريق الرسالة الإخبارية المرسلة بالبريد الإلكتروني. وفي عام 2016 أيضاً، بعد مهمة شاقة وطويلة، قامت دائرة المكتبة والمحفوظات في الاتحاد بإتاحة مجموعة تاريخية مرقمنة لمجلة أخبار الاتحاد على الإنترنت، للأعوام 1869-2015. ويمكن إجراء البحث في المجموعة الكاملة، ويمكنك أيضاً استكشاف المعلومات بشأن تنمية قطاع الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وأنشطة الاتحاد، على مر السنوات. طالع مجلات الاتحاد على مر الزمان في الأعوام 1869-2015.

2019

تحتفل مجلة أخبار الاتحاد بالذكرى السنوية الخمسين بعد المائة لتأسيسها

2019–1869

ITU News
WEEKLY

Stay current.
Stay informed.

The weekly ITU Newsletter keeps you informed with:

- Key ICT trends worldwide
- Insights from ICT Thought Leaders
- The latest on ITU events and initiatives

Sign up today!