وضع حد
للتفجيرات النووية

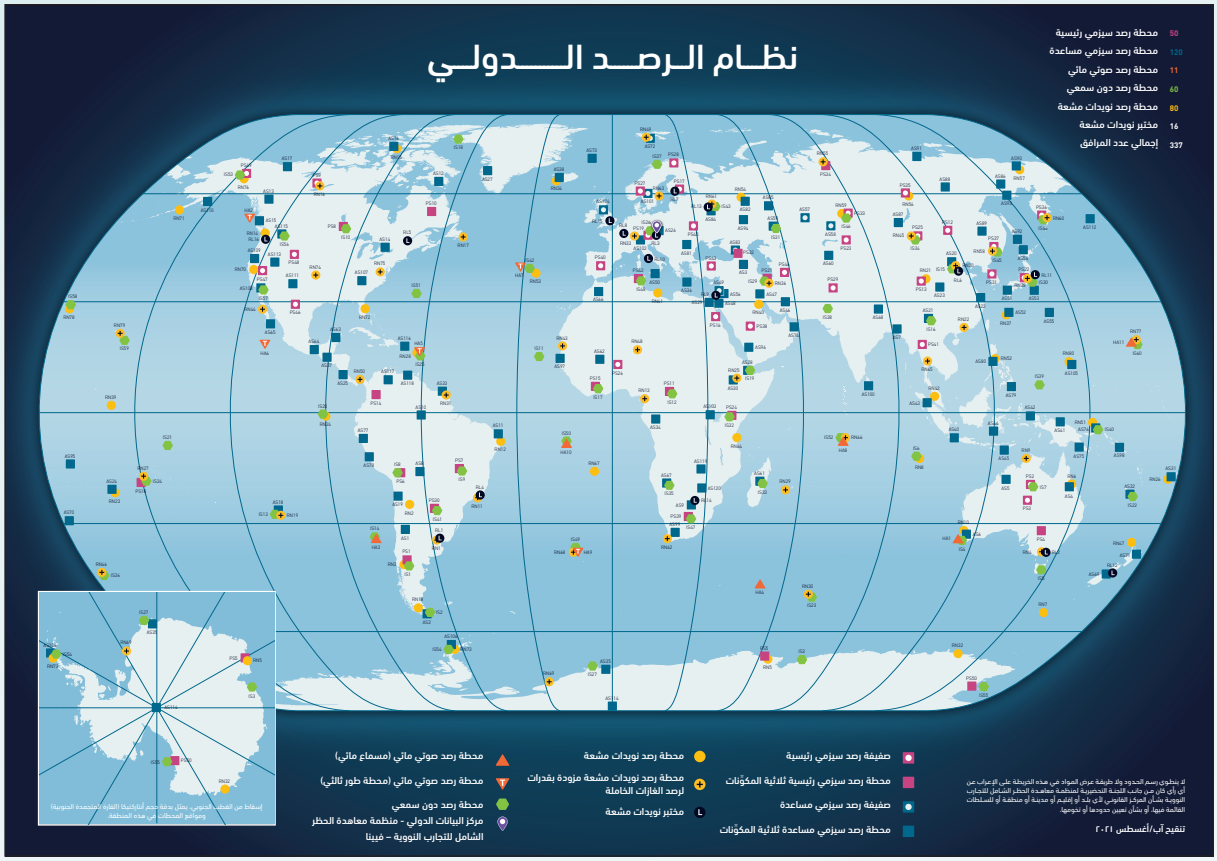
CTBTO
PREPARATORY COMMISSION

نظام التحقُّق الخاص بمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية: رصد الأرض من أجل الكشف عن التفجيرات النووية

تمنع معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (المعاهدة) جميع تجارب الأسلحة النووية. ونظام التحقُّق الفريد الخاص بها مصمم للكشف عن التفجيرات النووية في أي مكان في العالم - في المحيطات وفي باطن الأرض وفي الغلاف الجوي. وسيتألف نظام الرصد الدولي لدى اكتماله من ٣٣٧ مرفقا (٣٢١ محطة رصد و١٦ مختبرا للنويدات المشعة) موزّعا على ٨٩ بلدا في شتى أنحاء العالم. وقد أوشك النظام على الاكتمال مع دخول أكثر من ٩٠ في المائة من مرافقه طور التشغيل الفعلي.

"إن حظر التجارب النووية عنصر أساسي في عالم خال من الأسلحة النووية. وقد استطاعت معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، بعد ربع قرن من التفاوض عليها، إرساء قاعدة اعتُمدت على الصعيد العالمي تقريبا ضد تجارب الأسلحة النووية".

أنطونيو غوتيريش، الأمين العام للأمم المتحدة، في رسالة إلى المؤتمر المعقود بمقتضى المادة الرابعة عشرة من المعاهدة، في أيلول/سبتمبر ٢٠٢١



هناك أكثر من ٣٠٠ محطة تستخدم أربع تكنولوجيات ترصد الأرض والمحيطات والغلاف الجوي بحثا عن التفجيرات النووية.

تركيب المسماع المائي في محطة الرصد الصوتي المائي HA11، جزيرة ويك، الولايات المتحدة الأمريكية.

محطة الرصد السيزمي الرئيسية PS15 في ديمبروكو، كوت ديفوار.

تولِّد محطات الرصد بيانات تُنقل إلى مركز البيانات الدولي في مقر منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في فيينا. ويجري إطلاع الدول الأعضاء على البيانات ونتائج التحاليل.

يبحث نظام الرصد الدولي عن مؤشرات على وقوع تفجيرات نووية

ترصد مرافق نظام الرصد الدولي كوكب الأرض بصفة مستمرة بحثا عن أي مؤشر على وقوع تفجير نووي. ويستخدم النظام أربع طرائق متكاملة للتحقق تستعين بأحدث التكنولوجيات المتاحة. وترصد المحطات السيزمية والصوتية المائية ودون السمعية باطن الأرض والمحيطات والغلاف الجوي على التوالي. وتكشف محطات رصد النويدات المشعة الغبار المشع المتخلف عن التفجيرات النووية التي تتم في الغلاف الجوي أو تحت سطح الماء أو الغازات الخاملة المنبعثة من التفجيرات التي تتم في باطن الأرض. وهذه التقنية الأخيرة ربما تستهلك وقتا أكثر من غيرها، ولكنها توفر الدليل القاطع على ما إذا كان انفجار نووي قد وقع أم لم يقع.

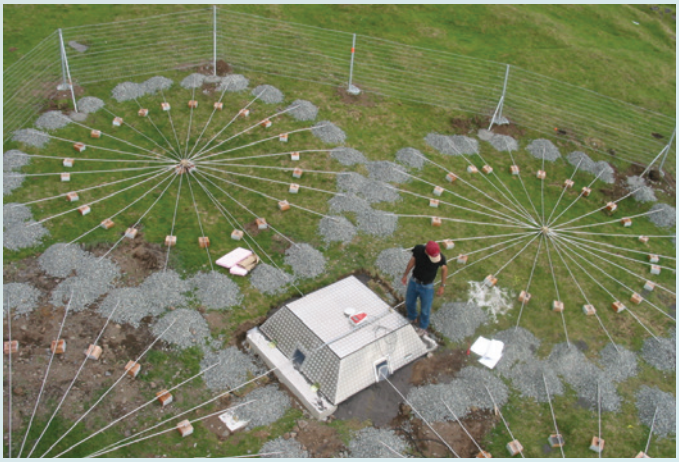
كشف التجارب النووية التي أجرتها جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية

أعلنت جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية في الأعوام ٢٠٠٦ و٢٠٠٩ و٢٠١٣، ومرتين في عام ٢٠١٦ (كانون الثاني/يناير وأيلول/سبتمبر)، وأخيرا في عام ٢٠١٧ أنها أجرت تجربة نووية. وفي جميع الحالات الست، كشفت محطات الرصد التابعة لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية الحدث المعني بموثوقية ودقة. وفي غضون ساعتين - وفي الأعوام ٢٠٠٩ و٢٠١٣ و٢٠١٧، قبل أن تعلن جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية أنها أجرت تجربة نووية - تلقت الدول الأعضاء أول تحليل مؤتمت للبيانات، يحتوي على معلومات أولية عن وقت الحدث وموقعه وشدته.

التاريخ	الشدة	عدد محطات الرصد الدولي* التي كانت منشأة في ذلك الوقت	عدد محطات الرصد الدولي التي كشفت الحدث	اكتشاف النويدات المشعة
9 تشرين الأول/أكتوبر 2006	4,1	180 (53%)	22	نعم، اكتشفتها محطة رصد النويدات المشعة التابعة لنظام الرصد الدولي في يلونايف، كندا بعد أسبوعين
25 أيار/مايو 2009	4,5	252 (75%)	61	لا، لم تكتشفها منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية ولا أي منظمة أخرى
12 شباط/فبراير 2013	4,9	286 (85%)	96	نعم، اكتشفتها محطتان لرصد النويدات المشعة تابعتان لنظام الرصد الدولي في تاكاساكي، اليابان، وأوسوريسك، روسيا بعد 55 يوما.
6 كانون الثاني/يناير 2016	4,8	301 (89%)	102	لا، لم تكتشفها منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية ولا أي منظمة أخرى
9 أيلول/سبتمبر 2016	5,1	302 (90%)	108	لا، لم تكتشفها منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية ولا أي منظمة أخرى
3 أيلول/سبتمبر 2017	6,1	304 (90%)	134	لا، لم تكتشفها منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية ولا أي منظمة أخرى

* يشمل هذا العدد جميع مرافق نظام الرصد الدولي (المحطات والمختبرات التابعة لنظام الرصد الدولي)

محطة رصد النويدات المشعة RN13، دوالا، الكاميرون.



صفائف محطة الرصد دون السمعي IS49، تريستان دا كونيا، المملكة المتحدة.

تكنولوجيات التحقق الأربع المستخدمة في نظام الرصد الدولي

التكنولوجيا السيزمية

ترصد مرافق نظام الرصد الدولي كوكب الأرض بصفة مستمرة بحثا عن أي مؤشر على وقوع تفجير نووي. ويستخدم النظام أربع طرائق متكاملة للتحقق تستعين بأحدث التكنولوجيات المتاحة. وترصد المحطات السيزمية والصوتية المائية ودون السمعية باطن الأرض والمحيطات والغلاف الجوي على التوالي. وتكشف محطات رصد النويدات المشعة الغبار المشع المتخلف عن التفجيرات النووية.

التكنولوجيا الصوتية المائية

تمسح الشبكة الصوتية المائية المحيطات بحثا عن الموجات الصوتية المنبعثة من التفجيرات النووية. ولما كانت الموجات الصوتية تنتقل بكفاءة بالغة تحت سطح الماء، فإن وجود ١١ محطة كاف لرصد جميع المحيطات. وتُستخدم البيانات الواردة من هذه المحطات للتمييز بين التفجيرات التي تحدث تحت سطح الماء وغيرها من الظواهر، مثل الانفجارات البركانية والزلازل في أعماق البحار، التي تنشر طاقة صوتية أيضا في المحيطات.

التكنولوجيا دون السمعية

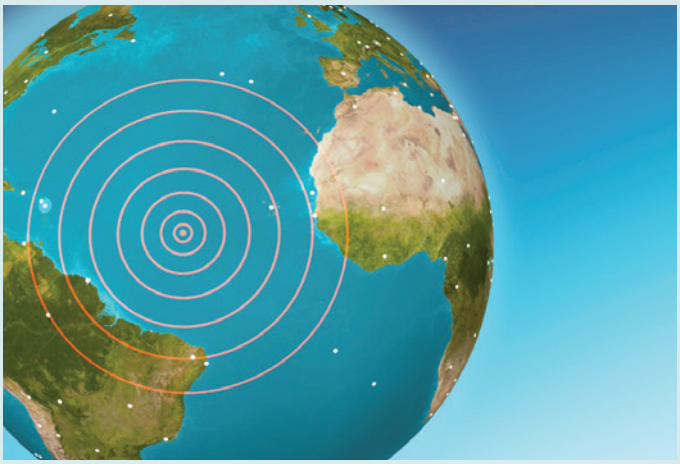
تستخدم الشبكة دون السمعية المؤلفة من ٦٠ محطة ميكروبارومترات (أجهزة استشعار للضغط الصوتي) للكشف عن الموجات الصوتية ذات الترددات البالغة الانخفاض في الغلاف الجوي الناجمة عن أحداث طبيعية وبشرية. وتمكّن البيانات مركز البيانات الدولي في فيينا من تحديد موقع التفجيرات التي تتم في الغلاف الجوي والتمييز بينها وبين الظواهر الطبيعية مثل النيازك والانفجارات البركانية والظواهر المناخية أو البشرية، مثل عودة الحطام الفضائي إلى الغلاف الجوي وإطلاق الصواريخ وتحليق الطائرات الأسرع من الصوت.

تكنولوجيا النويدات المشعة

تتألف شبكة رصد النويدات المشعة من ٨٠ محطة تستخدم أجهزة لفحص عينات الهواء (مُعاينات هوائية) للكشف عن الجسيمات المشعة الناجمة عن التفجيرات النووية التي تحدث في الغلاف الجوي والجسيمات المشعة التي تتسرب من التفجيرات التي تتم على أعماق منخفضة في باطن الأرض أو تحت سطح الماء. وسيكون بوسع نصف هذه المحطات أيضا أن تكشف عن غاز الزينون المشع، وهو غاز خامل من النواتج الثانوية للتفجيرات النووية ويمكن أن يتسرب إلى الغلاف الجوي بعد وقوع أي انفجار في باطن الأرض. ووجود جسيمات مشعة وغازات خاملة معينة وكثرتها النسبية هي من العوامل التي تتيح معرفة مصدر الانبعاث، أي ما إذا كان ذلك المصدر تطبيقة مدنية أم تفجيرا تجريبيا نوويا. ومن ثمَّ، تتيح تكنولوجيا النويدات المشعة معرفة ما إذا كان تفجير نووي قد وقع أم لا بوضوح مطلق. وتُجري الشبكة المؤلفة من ١٦ مختبرا للنويدات المشعة عمليات تحليل شامل لعينات الجسيمات المشعة المحتوية على مواد نويدية مشعة ربما نشأت عن تفجير نووي.

> "إن نظام التحقق الخاص بمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية أحد الإنجازات العظيمة التي حققها العالم الحديث. وقد أوشك نظام الرصد الدولي على الاكتمال؛ وهو نظام قوي وفعال ساهم ببيانات علمية حاسمة عن كل شيء، من الإنذار بالتسونامي إلى تتبع النشاط الإشعاعي وحوادث المفاعلات النووية".
>
> *وزير الخارجية الأمريكي السابق جون كيري، الاجتماع الوزاري بشأن معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، نيويورك، أيلول/سبتمبر ٢٠١٤*

نظام التحقق جاهز للعمل.



يحدث تفجيرٌ يُطلق موجات صدمية تلتقطها عدة محطات ...

... ترسل هذه المحطات فورا الإشارات عبر الأقمار الاصطناعية ...

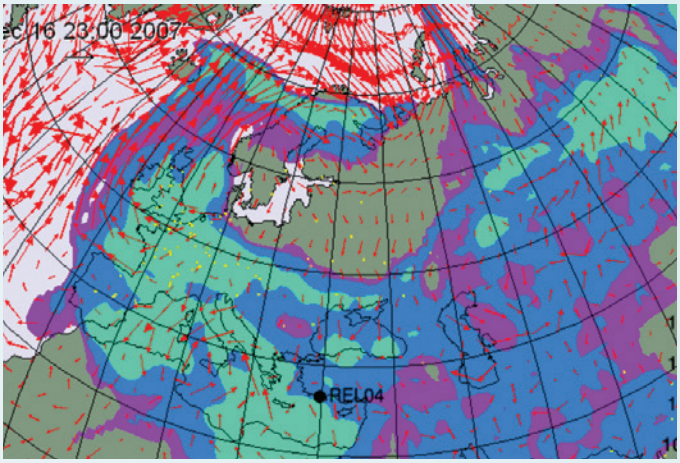
بث الإشارات إلى المقر في فيينا

بمجرد أن تكتشف محطة أو أكثر إشارة تنبئ باحتمال وقوع تفجير نووي، تُرسَل إلى مقر منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في فيينا بيانات تفيد بوقت وموقع وشدة "الحدث"، وهو التعبير الذي يستخدمه الخبراء المختصون بالمعاهدة للإشارة إليه. وتُبث البيانات عبر مرفق الاتصالات العالمي الذي يستخدم تكنولوجيا اتصالات حديثة مثل السواتل والوصلات الأرضية المؤمَّنة للبيانات. وقد خضع مرفق الاتصالات العالمي لعملية تحديث شامل في عام ٢٠١٨ ونُقل إلى شبكة مقدم خدمات جديد. ويقدم المرفق ٣٠ غيغابايت من البيانات يوميا، أي ما يعادل حوالي ٢٠ يوما من الموسيقى الرقمية المتواصلة. ولا يزيد الفاصل الزمني من وقت تسجيل المحطة للإشارة المنبعثة من التجربة المحتملة إلى وقت وصول البيانات إلى مركز البيانات الدولي في فيينا على ٥ ثوان على الأكثر. وعلاوة على ذلك، تفي جميع مكونات مرفق الاتصالات العالمي بمعيار الـ٩٩,٥ في المائة الرفيع لجاهزية البيانات.

... وعبر وصلات أرضية مؤمَّنة للبيانات إلى مركز البيانات الدولي في فيينا.

ومن مركز البيانات الدولي، تُوزَّع البيانات الخام وتحليلاتها على الدول الأعضاء.

فريق التفتيش أثناء البحث عن آثار تفجير نووي محتمل خلال التمرين الميداني المتكامل في الأردن في عام 2014.



يمكن تحديد منشأ الجسيمات المشعة أو الغاز الخامل عن طريق نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي.

تجهيز البيانات وتحليلها وبثها إلى الدول الأعضاء

بتجهّز البرامج الحاسوبية في فيينا البيانات الواردة وتحللها من أجل توفير معلومات هامة عن الحدث المكتشف، مثل موقعه وطبيعته. ويراجع الخبراء نتائج التحاليل لضمان أعلى جودة ممكنة. ودقة تحديد موقع الحدث وطبيعته يمكن أن تتوقف إلى حد بعيد على عدد المحطات التي اكتشفت الإشارة وعلى توزعها الجغرافي.

وإذا ما اكتشفت إحدى محطات رصد النويدات المشعة جسيمات مشعة أو غازات خاملة، فيمكن معرفة مصدرها بأسلوب يُعرَف باسم نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي. وعندئذ تتم مضاهاة منطقة المنشأ على النتائج المستقاة من تكنولوجيات التحقق الأخرى. وقد أُبرم اتفاق تعاون مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية يتيح الاطلاع على حسابات نمذجة الانتقال في الغلاف الجوي المستمدة من مراكز ذات شهرة عالمية، وقد عزز هذا الاتفاق إلى حد بعيد من قدرات منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في هذا المجال.

ومعالجة البيانات وتحليلها يوفران للدول المعلومات اللازمة للإجابة عن الأسئلة الأكثر إلحاحا التي تبرز بعد اكتشاف الحدث، مثل موقعه وطبيعته. ومن ثمَّ، تُوزَّع البيانات الخام ونتائج التحليلات إلكترونيا على الدول الأعضاء في منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في شتى أرجاء العالم من أجل إخضاعها لتقييم نهائي.

إجراء تفتيش موقعي بناء على طلب دولة عضو

بمجرد أن تصبح المعاهدة جزءا من القانون الدولي، سوف يصبح بمقدور منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية إجراء عمليات تفتيش موقعي بناء على طلب من دولة أو أكثر من الدول الأعضاء. وينبغي، إن أمكن، أن تسبق التفتيش الموقعي عملية تشاور وتوضيح تسعى الدول من خلالها أولا إلى توضيح أبعاد الانتهاك المحتمل للمعاهدة وتسوية المسألة فيما بينها أو عن طريق المنظمة.

وبمجرد الموافقة على إجراء تفتيش موقعي، تبدأ المنظمة عملية التفتيش في غضون أيام قليلة من تاريخ الإخطار لأن الأدلة على وقوع التفجير النووي، مثل الهزات السيزمية التابعة أو بعض الجسيمات المشعة المعينة، تتلاشى سريعا. ومساحة المنطقة التي يجوز تفتيشها محدودة بألف كيلومتر مربع.

ويستخدم المفتشون أساليب مختلفة كثيرة للتحقق على نحو متلازم. وهي تتراوح بين الرصد البصري من الطائرات المروحية إلى إجراء أنواع مختلفة من القياسات السيزمية أو أخذ عينات بيئية للكشف عن الجسيمات المشعة أو الغازات الخاملة.

ويواجه نظام التفتيش الموقعي تحديا كبيرا خلال أي عملية تفتيش. فهو يتطلب مراعاة التوازن الدقيق بين القدرة على كشف دلائل على التجربة النووية وحماية مصالح الأمن الوطني للدولة العضو الخاضعة للتفتيش. وأجرت منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية عمليتي محاكاة كاملتي النطاق للتفتيش الموقعي: التمرين الميداني المتكامل في كازاخستان في عام ٢٠٠٨، والتمرين الميداني المتكامل في الأردن في عام ٢٠١٤. وخلال هذين التمرينين، أجرى فريق تفتيش بحثا دقيقا في منطقة تفتيش محددة بوضوح بغية تحديد ما إذا كان قد أُجري تفجير نووي. وقد نُفِّذ التمرينان في إطار الاستجابة لسيناريو واقعي من الناحية التقنية ومحفِّز، ولكنه خيالي، وأثبتا أن عمليات التفتيش الموقعي رادع قوي يُعوَّل عليه لإثناء أيِّ دولة عن محاولة انتهاك أحكام المعاهدة.

يتلقى عدد من مراكز للإنذار بالتسونامي بيانات مباشرةً من محطات نظام الرصد الدولي للسماح بتوجيه الإنذار المبكر على نحو أسرع مما كان إبان كارثة التسونامي في 23 كانون الأول/ديسمبر 2004 (تُظهر الصورة الدمار الذي حدث في سري لانكا بعد تسونامي 2004).

من شأن التنامي المستمر في عدد المحطات التي تنضم إلى شبكة نظام الرصد الدولي والتطوير المستمر لجميع تكنولوجيات الرصد الأربع أن يحد أكثر من الاحتمالات البعيدة لوقوع أي تفجير نووي دون أن يُكشَف.

الدول الأعضاء تحدد الانتهاكات المحتملة لحظر التجارب

نظام التحقق الخاص بالمعاهدة هو نظام إنذار عالمي فريد مزود بمجموعة من الأدوات المدهشة والمتقدمة لرصد كوكب الأرض بحثا عن أي تفجيرات نووية. ومن حق الدول الأعضاء الاطلاع على جميع البيانات الخام والمنتجات التحليلية الناتجة عن عمليات الرصد التي يقوم بها هذا النظام. وهي التي يحق لها أن تستخلص الاستنتاجات النهائية بشأن الحدث المشتبه فيه بناء على المعلومات المستمدة من نظام التحقق.

فإذا أشارت البيانات وتحليلاتها إلى انتهاك محتمل للمعاهدة، يمكن للدول الأعضاء أن تتخذ التدابير اللازمة لضمان الامتثال للمعاهدة. ومن بين هذه التدابير عرض الحالة على الأمم المتحدة.

بيانات الرصد: ذخيرة علمية ثمينة

هناك الكثير من التطبيقات المدنية والعلمية التي يمكن الاستفادة فيها من البيانات المستمدة من نظم الرصد الخاصة بالمعاهدة. وتشمل هذه التطبيقات الإنذار بالكوارث الطبيعية، والبحوث الخاصة بجوف الكرة الأرضية، ورصد الزلازل وأمواج التسونامي والبراكين، وبحوث النيازك، وبحوث تغيُّر المناخ، ورصد النشاط الإشعاعي الناجم عن حوادث محطات الطاقة النووية، على سبيل المثال لا الحصر. وتوفر منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية بالفعل بيانات الرصد في الوقت الحقيقي لمراكز الإنذار بالتسونامي في المحيط الهندي والمحيط الهادئ، مما يساعدها على التبكير بالإنذار بوقوع التسونامي قبل النظم الأخرى بعدة دقائق.

إعــداد:
قسم الإعلام
اللجنة التحضيرية لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية

Public Information
Preparatory Commission for the Comprehensive
Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)
Vienna International Centre, P.O.Box 1200
1400 Vienna, Austria

البريد الإلكتروني info@ctbto.org
الموقع الشبكي www.ctbto.org

© حقوق الطبع محفوظة للجنة التحضيرية لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، ٢٠٢٢

طُبع في النمسا، كانون الثاني/يناير ٢٠٢٢