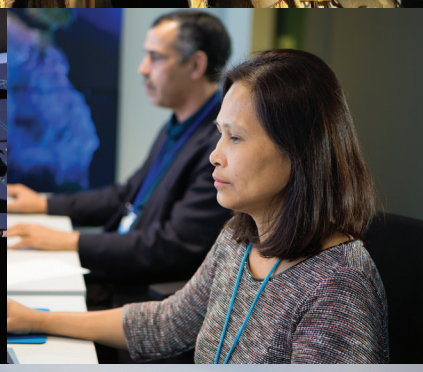
وضع حد
للتفجيرات النووية

CTBTO
PREPARATORY COMMISSION



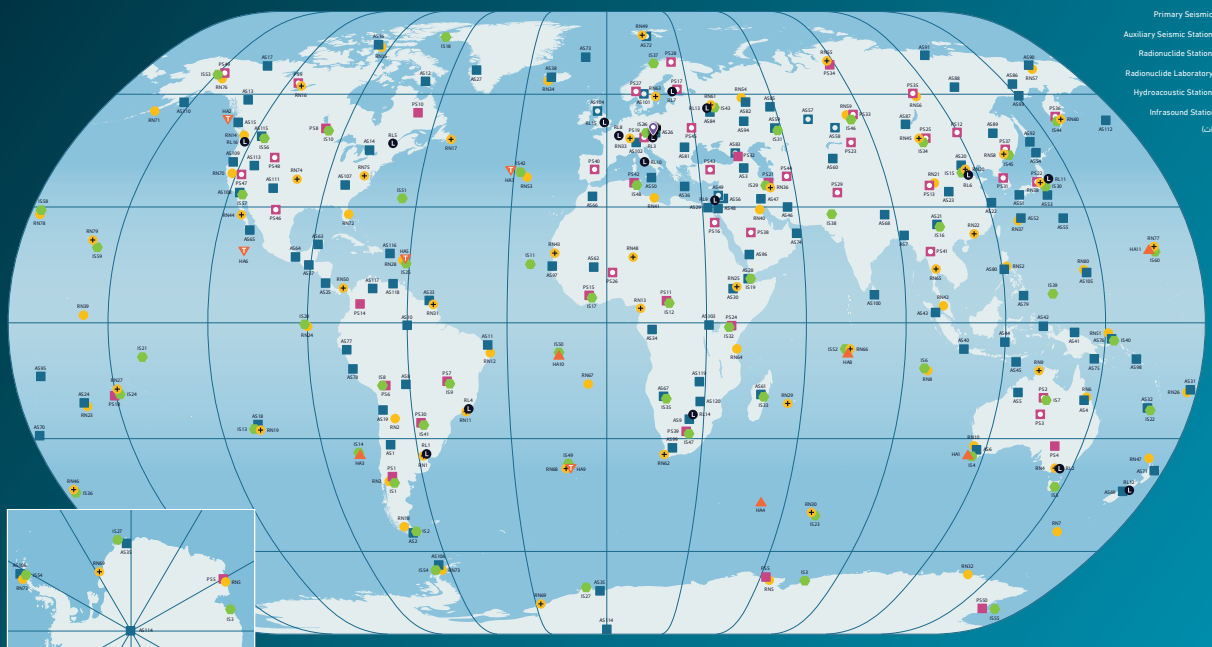
نظام التحقّق الخاص بمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (CTBT)

رصد كوكب الأرض من أجل الكشف عن التفجيرات النووية

دورة تدريبية على التفتيش الموقعي عقدتها
المنظمة في منطقة البحر الميت في الأردن

"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
رسالة الأمين العام للأمم المتحدة إلى مؤتمر المادة
الرابعة عشرة لمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية
[ألقتها السيدة إيزومي ناكاميتسو، الممثلة السامية لشؤون نزع السلاح]



توجد أكثر من 300 محطة تستخدم أربع تكنولوجيات ترصد كوكب الأرض بحثاً عن التفجيرات النووية.

دورة تدريبية إقليمية على التفتيش الموقعي عُقدت في كيب تاون، جنوب أفريقيا، شارك فيها مشاركون من 33 بلدا أفريقيا

تمرين متكامل على التفتيش الموقعي أجرته منظمة المعاهدة في سيميبالاتينسك، كازاخستان (قياس مجال الأرض المغنطيسي)

تمنع معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (CTBT) 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 (IMS) لدى اكتماله من 337 مرفقا (321 محطة رصد و16 مختبرا للنويدات المشعة) موزّعا على 89 بلدا في شتى أنحاء العالم. وقد أوشك النظام على الاكتمال مع دخول أكثر من 90 في المائة من مرافقه طور التشغيل الفعلي.

تولّد محطات الرصد بيانات تُنقل إلى مركز البيانات الدولي (IDC) في مقر منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في فيينا (CTBTO) .وتتاح البيانات والمنتجات للدول الأعضاء.

يبحث نظام الرصد الدولي(IMS) عن مؤشرات على وقوع تفجيرات نووية

ترصد مرافق نظام الرصد الدولي كوكب الأرض بصفة مستمرة بحثا عن أي مؤشر على وقوع تفجير نووي. ويستخدم نظام الرصد أربع طُرق متكاملة للتحقق ويستعين بالتكنولوجيات الحديثة المتاحة. وترصد المحطات السيزمية والصوتية المائية ودون السمعية باطن الأرض والمحيطات والغلاف الجوي على التوالي. وتكشف محطات رصد النويدات المشعة الجسيمات المشعّة الناتجة 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 تحتاج وقتا أكثر من غيرها، ولكنها توفر "الدليل القاطع" على ما إذا كان انفجار نووي قد وقع بالفعل أم لم يقع.

كشف التجارب النووية التي أجرتها جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية

أعلنت جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية (DPRK) في الأعوام 2006 و2009 و2013، ومرتين في عام 2016 (كانون الثاني/يناير وأيلول/سبتمبر)، وأخيرا في عام 2017 أنها أجرت تجربة نووية. وفي جميع الحالات الست، كشفت محطات الرصد التابعة لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية(CTBTO) الحدث المعني بموثوقية ودقة. وفي غضون ساعتين - وفي الأعوام 2009 و2013 و2017، قبل أن تعلن جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية أنها أجرت تجربة نووية - تلقت الدول الأعضاء أول تحليل آلي 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
9 تشرين الأول/أكتوبر 2006	4.1	180	22
25 أيار/مايو 2009	4.5	252	61
12 شباط/فبراير 2013	4.9	286 (85%)	96
6 كانون الثاني/يناير 2016	4.8	301 (89%)	102
9 أيلول/سبتمبر 2016	5.1	301 (90%)	108
3 أيلول/سبتمبر 2017	6.1	304 (90%)	134

4 تكنولوجيات للتحقق

1 التكنولوجيا السيزمية (SEISMIC)

تُستخدم التكنولوجيا السيزمية لرصد الأرض للكشف عن الموجات الصدمية التي تسببها التفجيرات النووية. وتتألف الشبكة السيزمية من 50 محطة رئيسية ترسل بياناتها في الوقت الحقيقي إلى منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، و120 محطة مساعدة تتيح بياناتها عندما تطلب منها منظمة المعاهدة ذلك. وتتيح البيانات السيزمية معرفة موقع الأحداث السيزمية والتمييز بين التفجيرات النووية التي تحدث في باطن الأرض والأحداث السيزمية الأخرى، مثل الزلازل أو انفجارات الألغام التي تحدث في شتى أرجاء العالم كل عام.

2 التكنولوجيا الصوتية المائية (HYDROACOUSTIC)

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 11 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.

محطة الرصد الصوتي المائي HA03،
جزر خوان فرناندس، شيلي

محطة الرصد السيزمي الرئيسية PS12
طهران، إيران.

""لقد بنت منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية نظاما للتحقق على أحدث طراز، أثبت فعاليته في كشف التفجيرات النووية. كما يوفر هذا النظام خزينة ثمينة من البيانات التي يمكن استخدامها في التطبيقات المدنية والعلمية".

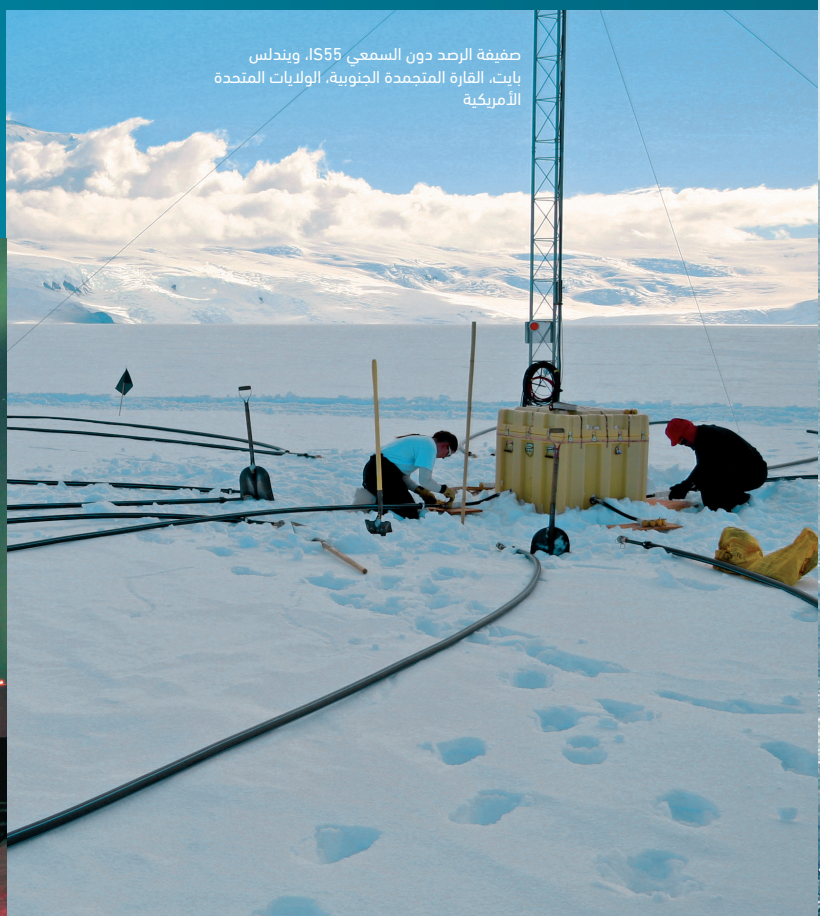
روبرت فلويد
الأمين التنفيذي لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية

3 التكنولوجيا دون السمعية أو تحت الصوتية (INFRASOUND)

تستخدم الشبكة دون السمعية المؤلفة من 60 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 والبراكين والظواهر المناخية أو البشرية، مثل عودة الحطام الفضائي إلى الغلاف الجوي وإطلاق الصواريخ وتحليق الطائرات الأسرع من الصوت.

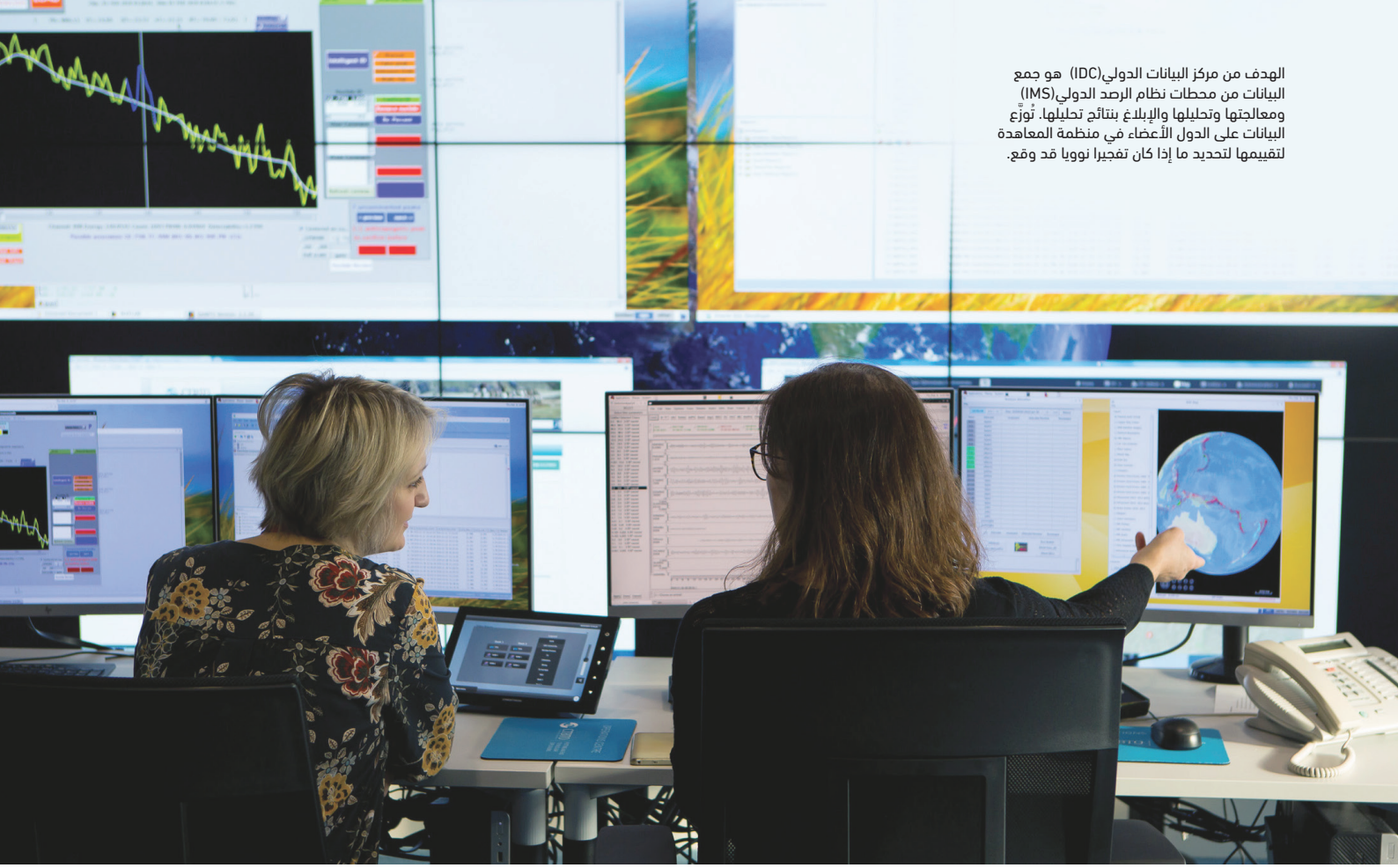
4 تكنولوجيا النويدات المشعة (RADIONUCLIDE)

تتألف شبكة رصد النويدات المشعة من 80 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 وكثرته النسبية (relative abundance) هي من العوامل التي تتيح معرفة مصدر الانبعاث، أي ما إذا كان ذلك المصدر تطبيقاً مدنياً 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 16 مختبرا للنويدات المشعة عمليات تحليل شامل لعينات الجسيمات المشعة المحتوية على مواد نويدية مشعة ربما نشأت عن تفجير نووي.



صفيفة الرصد دون السمعي IS55، ويندلس باي، القارة المتجمدة الجنوبية، الولايات المتحدة الأمريكية

محطة النويدات المشعة RN49، سبيتسبرغن، النرويج



الهدف من مركز البيانات الدولي(IDC) هو جمع البيانات من محطات نظام الرصد الدولي(IMS) ومعالجتها وتحليلها والإبلاغ بنتائج تحليلها. تُوزَّع البيانات على الدول الأعضاء في منظمة المعاهدة لتقييمها لتحديد ما إذا كان تفجيرا نوويا قد وقع.

مركز البيانات الدولي (IDC): توفير المعلومات التي تحتاجها الدول الأعضاء

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(GCI) الذي يستخدم تكنولوجيا اتصالات حديثة مثل الأقمار الاصطناعية والوصلات الأرضية المؤمَّنة للبيانات. وقد خضع مرفق الاتصالات العالمي (GCI) لعملية تحديث شامل في عام 2018 ونُقل إلى شبكة مقدم خدمات جديد. ويقدم المرفق 30 غيغابايت من البيانات يوميا، أي ما يعادل حوالي 20 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 5 ثوان على الأكثر. وعلاوة على ذلك، تفي جميع مكونات مرفق الاتصالات العالمي (GCI) بالمعيار المرتفع وهو99,5 في المائة لجاهزية البيانات.

تجهيز البيانات وتحليلها وبثّها إلى الدول الأعضاء

تُعالج 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 توزعيها 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 (ATM). وعندئذ تتم مضاهاة منطقة المنشأ على النتائج المستقاة من تكنولوجيات التحقق الأخرى. وقد أُبرم اتفاق تعاون مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية(WMO) 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، تتاح البيانات الخام والمنتجات على البوابة الشبكية الآمنة(SWP) لكي تخضعها الدول للتقييم النهائي.

عمليات التفتيش الموقعي (OSI): التدبير النهائي للتحقق

إجراء تفتيش موقعي بناء على طلب دولة عضو

بمجرد أن تدخل المعاهدة حيز النفاذ، 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 2008 (IFE08) ، والتمرين الميداني المتكامل في الأردن في عام 2014 (IEF14) . وخلال هذين التمرينين، أجرى فريق تفتيش بحثا دقيقا في منطقة تفتيش محددة بوضوح بغية تحديد ما إذا كان تفجير نووي قد وقع أم لا. وقد نُفِّذ التمرينان (IEF14 , IEF08) 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.

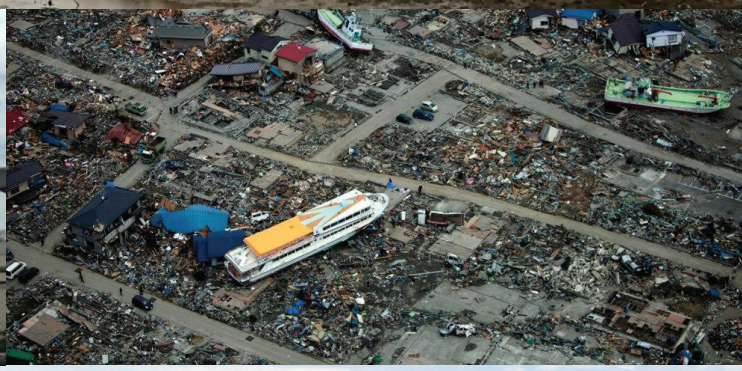
الدول الأعضاء تحدد الانتهاكات المحتملة لحظر التجارب

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.

على اليسار: تمرين للتفتيش الموقعي أجرته منظمة المعاهدة، في بروكنويدورف، النمسا (إنشاء قاعدة للعمليات)

على اليمين: تمرين متكامل على التفتيش الموقعي نُفِّذ بالقرب من منطقة البحر الميت في الأردن

يمكن للدول الأعضاء أن تتلقى بيانات من محطات الرصد التابعة لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، التي يمكن أن تساعد في إنقاذ الأرواح بالسماح للبلدان بإصدار إنذارات أسرع وأكثر دقة بأمواج تسونامي.



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 إدارة مخاطر الكوارث الطبيعية، والبحوث الخاصة بجوف الكرة الأرضية، ورصد الزلازل وأمواج التسونامي والبراكين، وبحوث النيازك، وبحوث تغيُّر المناخ، 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.

يمكن استخدام بيانات منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية في مجموعة من التطبيقات التي تفيد البيئة، بما في ذلك البحوث المتعلقة بتغير المناخ وبيولوجيا الحيتان وتكوُّن الجبال الجليدية.

قسم الإعلام، اللجنة التحضيرية لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية
Public Information Section of the 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 (CTBTO)، طُبع في النمسا، كانون الأول/ ديسمبر 2022