

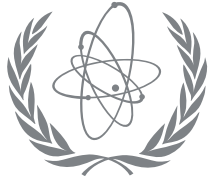
# IAEA BULLETIN

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية

حزيران / يونيو ٢٠١٦ • [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)



ضمانات الوكالة  
الدولية للطاقة الذرية  
منع انتشار الأسلحة النووية



## الوكالة الدولية للطاقة الذرية

تكمّن مهمة الوكالة الدولية للطاقة الذرية في منع انتشار الأسلحة النووية ومساعدة كل البلدان، لاسيما في العالم النامي، على الاستفادة من استخدام العلوم والتكنولوجيا النووية استخداماً سلبياً وأموئاً وأمناً.

وقد تأسست الوكالة بصفتها منظمة مستقلة في إطار الأمم المتحدة في عام ١٩٥٧، وهي المنظمة الوحيدة ضمن منظومة الأمم المتحدة التي تملك الخبرة في مجال التكنولوجيات النووية. وتساعد مختبرات الوكالة المتخصصة الفريدة من نوعها على نقل المعارف والخبرات إلى الدول الأعضاء في الوكالة في مجالات مثل الصحة البشرية، والأغذية، والمياه، والصناعة، والبيئة.

وتقوم الوكالة كذلك بدور المنصة العالمية لتعزيز الأمن النووي. وقد أسست الوكالة سلسلة الأمن النووي الخاصة بالمنشورات الإرشادية المتوافق عليها دولياً بشأن الأمن النووي. كما تركز أنشطة الوكالة على تقديم المساعدة للتقليل إلى الحد الأدنى من مخاطر وقوع المواد النووية وغيرها من المواد المشعة في أيدي الإرهابيين والمجرمين، أو خطر تعرض المرافق النووية لأعمال كيدية.

وتوفّر معايير الأمان الخاصة بالوكالة نظاماً لمبادئ الأمان الأساسية، وتجسّد توافقاً دولياً في الآراء حول ما يشكّل مستوى عالياً من الأمان لحماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارة للإشعاعات المؤيئة. وقد وُضعت معايير الأمان الخاصة بالوكالة لتطبيقها في جميع أنواع المرافق والأنشطة النووية التي تُستخدَم للأغراض السلمية، وكذلك لتطبيقها في الإجراءات الوقائية الرامية إلى تقليص المخاطر الإشعاعية القائمة.

وتتحقّق الوكالة أيضاً، من خلال نظامها التفتيشي، من امتثال الدول الأعضاء للالتزامات التي قطعتها على نفسها بموجب معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية وغيرها من اتفاقات عدم الانتشار، والمتمثلة في عدم استخدام المواد والمرافق النووية إلا للأغراض السلمية.

ولعمل الوكالة جوانب متعددة، وتشارك فيه طائفة واسعة ومتنوعة من الشركاء على الصعيد الوطني والإقليمي والدولي. وتحدّد برامج الوكالة وميزانياتها من خلال مقررات جهازي تقرير سياسات الوكالة - أي مجلس المحافظين المؤلف من ٣٥ عضواً والمؤتمر العام الذي يضم جميع الدول الأعضاء.

ويوجد المقر الرئيسي للوكالة في مركز فيينا الدولي. كما توجد مكاتب ميدانية ومكاتب اتصال في جنيف ونيويورك وطوكيو وتورونتو. وتدير الوكالة مختبرات علمية في كلٍّ من موناكو وزايرسدورف وفيينا. وعلاوة على ذلك، تدعم الوكالة مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية في تريستي بإيطاليا وتوفر له التمويل اللازم.



## ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية منع انتشار الأسلحة النووية

### مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية

يصدرها

مكتب الإعلام العام والاتصالات

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

العنوان: P.O.Box 100, A-1400 Vienna, Austria

الهاتف: ٢٦٠٠-٢١٢٧٠ (٤٣-١)

الفاكس: ٢٦٠٠-٢٩٦١٠ (٤٣-١)

البريد الإلكتروني: [iaebulletin@iaea.org](mailto:iaebulletin@iaea.org)

المحرر: ميكولوس غاسبر

مديرة التحرير: أبها ديكسيت

المحررون المساهمون: نيكول جاويرث، لورا غيل مارتنيز

التصميم والإنتاج: ريتو كين

مجلة الوكالة متاحة على العنوان التالي:

[www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

يمكن استخدام مقتطفات من مواد الوكالة التي تتضمنها مجلة الوكالة في مواضع أخرى بحرية، شريطة الإشارة إلى المصدر. وإذا كان مبيناً أن الكاتب من غير موظفي الوكالة، فيجب الحصول منه أو من المنظمة المصدرة على إذن بإعادة النشر، ما لم يكن ذلك لأغراض الاستعراض.

ووجهات النظر المعرب عنها في أي مقالة موقّعة واردة في مجلة الوكالة لا تُمثّل بالضرورة وجهة نظر الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ولا تحمّل الوكالة أي مسؤولية عنها.

الغلاف:

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

# ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية: مساهمة جوهرية في السلم والأمن الدوليين

بقلم يوكيا أمانو



## مواكبة التغير

يختلف العالم الذي ننفذ فيه الضمانات اليوم اختلافا كبيرا عما كان عليه العالم في عام ١٩٥٧ عندما أُسست الوكالة. وللتغلب على التحديات الناشئة، يتعين علينا أن نظل مرنين وقادرين على التكيف. ويتعين علينا أيضاً أن نستفيد من التكنولوجيا الحديثة، وذلك، على سبيل المثال، من خلال استخدام الرصد عن بُعد والصور الملتقطة بالسواتل. وقد قمنا بتطوير قدراتنا التحليلية تطويراً كبيراً من خلال تحديث مختبرات الضمانات التابعة لنا تحديثاً كاملاً. ويجوب مفتشو الضمانات التابعون لنا أرجاء العالم على مدار الأسبوع للقيام بأنشطة التحقق الميدانية.

ويقدم هذا العدد من مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية نظرة خلف الكواليس. فبإمكانكم متابعة مفتش ضمانات لمدة يوم في محطة قوى نووية، والتعرف على كيفية أخذ العينات البيئية. ونقدّم لكم أيضاً أمثلة لأنواع العديدة من معدات الضمانات، ونشرح كيف يساعدنا أخذ عينات صغيرة من المواد النووية بانتظام على التحقق من عدم فقدان أي شيء.

ويحدوني الأمل بأن يسهم هذا المنشور في تحسين فهم أصحاب المصلحة وعموم الجمهور على السواء لأنشطة الضمانات التي تضطلع بها الوكالة.

**منع** انتشار الأسلحة النووية مهمة معقدة. وبعد انقضاء سبعين عاماً على إثبات القدرة التدميرية للأسلحة النووية في هيروشيما وناغازاكي، توجد الآن عدة آليات دولية سياسية وقانونية قائمة لردع انتشار الأسلحة النووية. وضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية من أهم تلك الآليات.

وكثيراً ما يُشار إلى الوكالة باسم "الرقيب النووي" للعالم. فنحن نملك ما يلزم من كفاءة تقنية واستقلالية وموضوعية لتقديم توكيدات ذات مصداقية بأن الدول تحترم التزاماتها الدولية باستخدام المواد النووية للأغراض السلمية وحدها. وباستطاعة الوكالة أن تنبّه العالم، من خلال الكشف المبكر عن أي تحريف للمواد النووية أو إساءة استخدام للتكنولوجيا النووية، إلى احتمال وجود انتشار. ويسهم ذلك إسهاماً جوهرياً في السلم والأمن الدوليين.

وضمانات الوكالة هي ضمانات تقنية قائمة على أسس علمية وتستعين بالتكنولوجيات الحديثة، كما يظهر من المقالين المنشورين في الصفحتين ١٨ و ٢٢. ويستند تنفيذ الضمانات إلى اتفاقات قانونية، في شكل معاهدات دولية واتفاقات ثنائية على السواء، بين الوكالة والدول (انظر المقال في الصفحة ٤). ولذلك يمثل تطبيق ضمانات الوكالة التزاماً قانونياً على عاتق الوكالة. ونحن نستخلص استنتاجاتنا الخاصة بالضمانات بشكل مستقل.

"وباستطاعة الوكالة أن  
تنبّه العالم، من خلال  
الكشف المبكر عن أي  
تحريف للمواد النووية  
أو إساءة استخدام  
للتكنولوجيا النووية، إلى  
احتمال وجود انتشار."

- يوكيا أمانو، المدير العام للوكالة  
الدولية للطاقة الذرية



(الصور من: دين كاملا/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

١ ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية:  
مساهمة جوهرية في السلم والأمن الدوليين



٤ ضمانات الوكالة: في خدمة عدم الانتشار النووي



٨ يوم في حياة مفتش ضمانات



١٢ ماذا يوجد في أمتعة المفتش؟



١٦ استقصاء المواد الخاضعة للضمانات ٧/٢٤



٢٠ الكشف عن الحقائق من خلال تسخير العلم  
للتحقق النووي



٢٢ الفحص بالمسح: جمع العينات البيئية وتحليلها



٢٤ استكمال الصورة: استخدام الصور الملتقطة  
بالسواتل لتعزيز قدرات الوكالة المتعلقة بالضمانات



٢٥ تحقيق المستوى الأمثل لضمانات الوكالة  
— بقلم تيرو فارخورانتا، نائب المدير العام لشؤون الضمانات



٢٦ إيران والوكالة: التحقق والرصد في إطار خطة  
العمل الشاملة المشتركة



## أخبار الوكالة

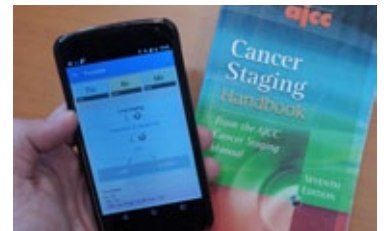
٢٨ كيف تساهم الوكالة في تحقيق أهداف  
التنمية المستدامة



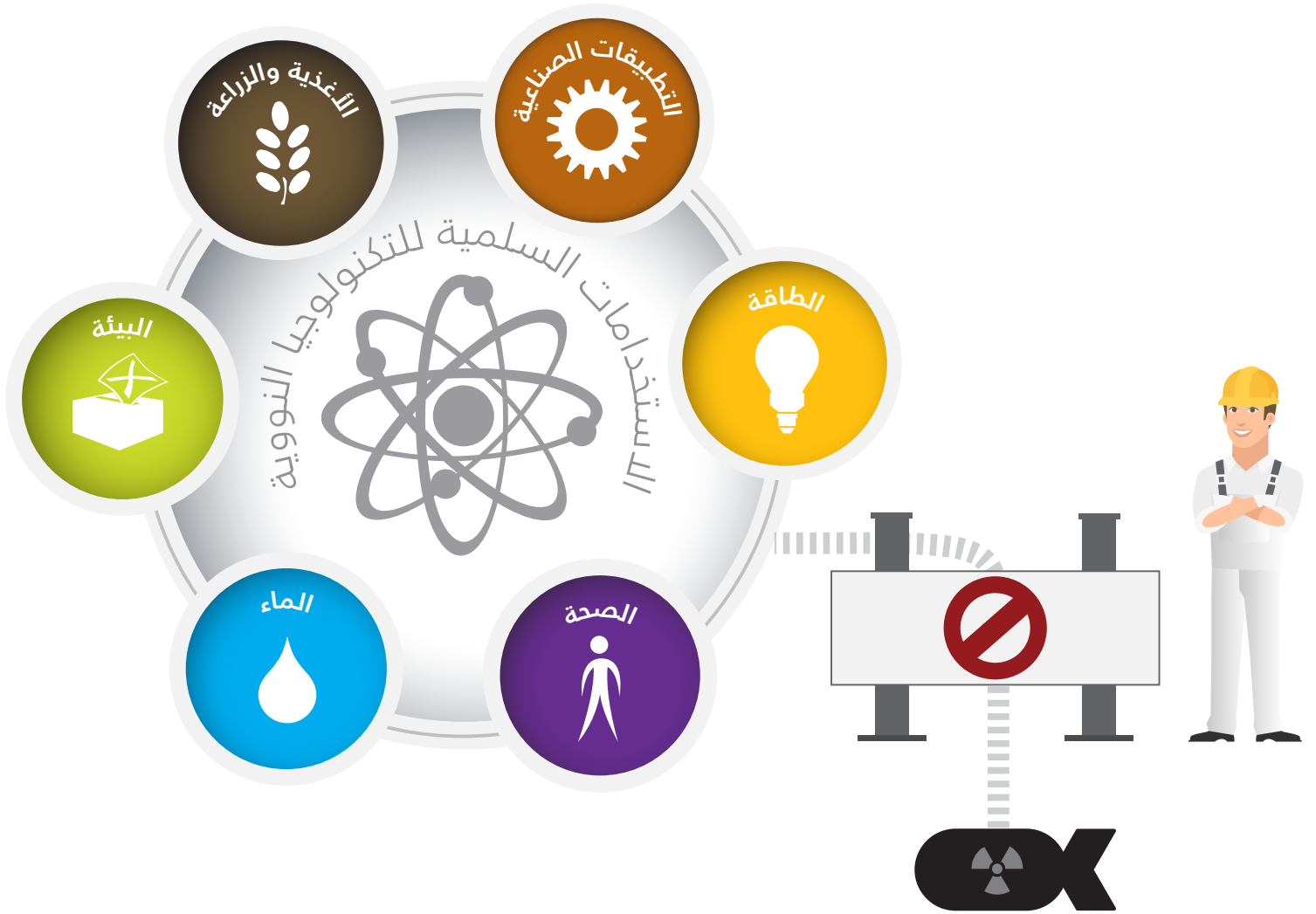
٣١ التقنيات المستمدة من المجال النووي تحسّن  
إنتاجية الأبقار وجودة الحليب في الكاميرون



٣٢ نحو إيجاد علاج مثالي من السرطان: تطبيق الوكالة  
الجديد على الهواتف الذكية لتحديد مراحل تطور السرطان



# ضمانات الوكالة: في خدمتك



من خلال الضمانات، تقدم الوكالة الدولية للطاقة الذرية تأكيدات ذات مصداقية بأن الدول تحترم التزاماتها الدولية باستخدام المواد والتكنولوجيا النووية للأغراض السلمية وحدها.

(الرسم المعلوماتي: ريتو كين/الوكالة)

# ممة عدم الانتشار النووي

## الضمانات بالأرقام (٢٠١٥)



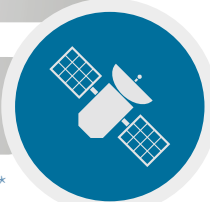
٩٦٧ هو عدد عينات المواد النووية والعينات البيئية التي جُمعت



٢١١٨ هو عدد عمليات التفتيش الميدانية



٨٨٣\* هو عدد أفراد القوى العاملة



١٤١٦ هو عدد كاميرات المراقبة قيد التشغيل

شبكة تتألف من ٢٠ مختبراً مؤهلاً

٤٠٧ هو عدد الصور الملتقطة بالسواتل

\* يتألف هذا الرقم من عدد الموظفين والمتقاعدين الذين يعملون في إدارة الضمانات التابعة للوكالة.

الوكالة الضمانات على المواد النووية في المرافق التي "عرضتها" الدولة الحائزة لأسلحة نووية لتطبيق الضمانات عليها والتي اختارتها الوكالة لهذا الغرض.

وهناك نوع ثالث من اتفاقات الضمانات يُعرف باسم "اتفاق ضمانات يخص مفردات بعينها"، وبموجبه تطبق الوكالة الضمانات على المواد والمرافق النووية وسائر المفردات المنصوص عليها في الاتفاق. وفي الوقت الحاضر تطبق الوكالة اتفاقات ضمانات تخص مفردات بعينها في ثلاث دول، غير أطراف في معاهدة عدم الانتشار، وهي إسرائيل وباكستان والهند.

والأغلبية العظمى من الدول التي تُطبق فيها ضمانات الوكالة هي دول غير حائزة لأسلحة نووية وأطراف في معاهدة عدم الانتشار. وبالنسبة لهذه الدول، تُطبق الضمانات في إطار اتفاقات الضمانات الشاملة المعقودة معها. وفي عام ٢٠١٥ كان هناك ١٧٤ دولة غير حائزة لأسلحة نووية ومرتبطة باتفاقات ضمانات شاملة نافذة مع الوكالة. وفي عام ٢٠١٥ كان هناك ١٢ دولة طرفاً في معاهدة عدم الانتشار لم تكن قد أدخلت بعد إلى حيز النفاذ اتفاقات ضمانات شاملة مبرمة مع الوكالة على النحو الذي تقتضيه المعاهدة (انظر الرسم التوضيحي في الصفحة ٦).

## الهدف

من ضمانات الوكالة هو ردع انتشار الأسلحة النووية، من خلال الكشف المبكر عن تحريف المواد النووية أو إساءة استخدام التكنولوجيا النووية، ومن خلال تقديم توكيدات موثوقة للمجتمع الدولي بأن الدول تحترم التزاماتها الخاصة بالضمانات والمتمثلة في استخدام المواد والمفردات الأخرى المتصلة بالمجال النووي والخاضعة للضمانات للأغراض السلمية وحدها.

وما زال عدد المرافق النووية واستخدام المواد النووية في ازدياد. وهناك مفاعلات قوى نووية جديدة قيد التشييد وهو مطرد في استخدام العلوم والتكنولوجيا النووية، ما يجعل كمية المواد وعدد المرافق الخاضعة لضمانات الوكالة في ازدياد مطرد. وفي عام ٢٠١٥، كان خاضعا لضمانات الوكالة ١٢٨٦ مرفقاً نووياً ومكاناً واقعاً خارج المرافق، مثل الجامعات والمواقع الصناعية. ونفذ مفتشو الوكالة ٢١١٨ عملية تفتيش في الميدان.

ويقدم هذا المقال لمحة عامة عن الإطار القانوني لضمانات الوكالة، وتنفيذها، واستنتاجات الضمانات التي تستخلصها الوكالة.

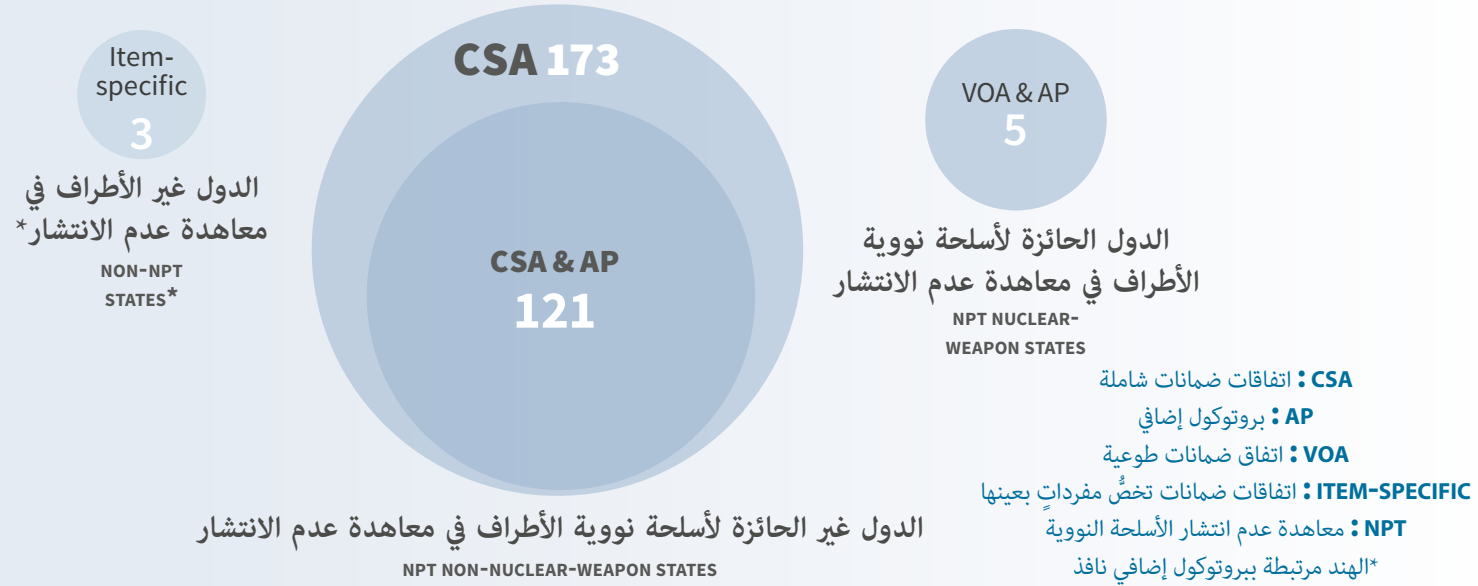
## شبكة اتفاقات الضمانات

تقتضي معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية من الدول غير الحائزة لأسلحة نووية الأطراف في المعاهدة أن تدخل في اتفاقات ملزمة قانوناً مع الوكالة، تُعرف باسم اتفاقات الضمانات الشاملة. كما أن المعاهدات الإقليمية لإنشاء مناطق خالية من الأسلحة النووية، مثلها مثل معاهدة عدم الانتشار، تقتضي أيضاً من الدول الأطراف فيها أن تبرم اتفاقات ضمانات شاملة مع الوكالة. وفي إطار اتفاق الضمانات الشاملة، تتعهد الدولة بأن تقبل ضمانات الوكالة على جميع المواد النووية الموجودة في جميع الأنشطة السلمية في الدولة، وتطبق الوكالة الضمانات للتحقق من عدم تحريف المواد النووية إلى أسلحة نووية أو أجهزة متفجرة نووية أخرى.

وفي إطار معاهدة عدم الانتشار، هناك أيضاً خمس دول حائزة لأسلحة نووية - هي روسيا والصين وفرنسا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية - أبرم كل منها "اتفاق ضمانات طوعية" مع الوكالة. وفي إطار اتفاق الضمانات الطوعية، تطبق

# تنفيذ اتفاقات الضمانات

(للدولة الواحدة، حتى كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٥)



استنتاجات الضمانات وجودتها. وثمة ثلاثة مسارات تهدف الوكالة من خلالها إلى الحفاظ على فعالية الضمانات وتعزيز تلك الفعالية، وهي استخدام التكنولوجيا الحديثة، والعمل بطرائق ذكية وذات كفاءة في المقر الرئيسي وفي الميدان، وزيادة دعم وتعاون الدول في تنفيذ الضمانات.

## استنتاجات الضمانات

تستخلص الوكالة استنتاجات الضمانات سنوياً لكل دولة تُطبَّق فيها الضمانات. وتستند تلك الاستنتاجات إلى أنشطة التحقق التي تقوم بها الوكالة بشكل مستقل وما تتوصل إليه من استنتاجات، وتُقدّم تلك الاستنتاجات كل عام إلى مجلس محافظي الوكالة في تقرير تنفيذ الضمانات.

ويتفاوت نوع الاستنتاج الذي يمكن للوكالة أن تتوصل إليه فيما يتعلق بكل دولة حسب نوع اتفاق الضمانات المبرم بين تلك الدولة والوكالة، الذي ينص على تعهّد الدولة وحقوق الوكالة والتزاماتها، بما في ذلك مستوى النفاذ إلى المواد والمعلومات النووية (انظر الرسم التوضيحي في الصفحة ٧).

## الدول المرتبطة باتفاقات ضمانات شاملة وبروتوكولات إضافية نافذة على السواء

في عام ٢٠١٥ لم تجد الوكالة، فيما يخص ٦٧ دولة من ١٢١ دولة لديها اتفاقات ضمانات شاملة وبروتوكولات إضافية نافذة على السواء، وفيما يخص تايوان، الصين، أي مؤشر يدل على تحريف مواد نووية معلنة بعيداً عن الأنشطة السلمية ولا أي مؤشر يدل على وجود مواد أو أنشطة نووية غير معلنة في الدولة ككل، واستنتجت الوكالة أن جميع المواد النووية الموجودة في تلك الدول ظلت في نطاق الأنشطة السلمية. ويشار إلى هذا الاستنتاج بعبارة "الاستنتاج الأوسع نطاقاً". وفي العادة، تتمكن الوكالة من التوصل

ومن بين الدول المرتبطة باتفاقات ضمانات شاملة نافذة، هناك ١٢١ دولة مرتبطة أيضاً بروتوكولات إضافية نافذة ملحقّة باتفاقات الضمانات الشاملة الخاصة بها. ويمنح البروتوكول الإضافي الوكالة إمكانية أوسع للنفاذ إلى المعلومات والأماكن في أي دولة ما، ما يزيد قدرة الوكالة على التحقق من الاستخدام السلمي لجميع المواد النووية في تلك الدولة. ويمكن إبرام بروتوكول إضافي لجميع أنواع اتفاقات الضمانات.

## تنفيذ الضمانات

تنفيذ الضمانات، بالاستناد إلى اتفاقات الضمانات، عملية متواصلة تتألف من أربع خطوات:

١. جمع وتقييم المعلومات ذات الصلة بالضمانات عن دولة ما للتحقق من اتساقها مع إعلانات الدولة عن برنامجها النووي.
٢. صوغ نهج ضمانات على مستوى الدولة يشتمل على إرساء الأهداف الرئيسية لتحديد المسارات المعقولة التي يمكن من خلالها اقتناء مواد نووية مناسبة للاستخدام في سلاح نووي أو جهاز متفجر نووي، واختيار التدابير المتعلقة بالضمانات المنطبقة لتحقيق تلك الأهداف.
٣. تخطيط الأنشطة المتعلقة بالضمانات وتنفيذها وتقييمها، في الميدان وفي مقرّ الوكالة الرئيسي على السواء، من خلال خطة تنفيذ سنوية.
٤. استخلاص استنتاج متعلق بالضمانات لكل دولة على حدة من الدول التي قامت الوكالة بتنفيذ الضمانات فيها.

ورغم أن الطلب على ضمانات الوكالة في ازدياد، ويزداد تعقداً، ما زالت ميزانية الوكالة المخصصة لتنفيذ الضمانات على حالها إلى حد بعيد. وإزاء ما تقدّم، من الضروري أن يكون تنفيذ الضمانات مجدياً من حيث التكلفة ومثمراً وذا كفاءة، دون تقويض مصداقية





إلى المعلومات والأماكن من أجل تقديم توكيدات ذات مصداقية بأن جميع المواد النووية ظلت في نطاق الأنشطة السلمية.

### الدول الأطراف في معاهدة عدم الانتشار وليست

#### لديها اتفاقات ضمانات شاملة

في عام ٢٠١٥، وفيما يخص الدول الأطراف في معاهدة عدم الانتشار البالغ عددها ١٢ دولة التي لم تكن قد أدخلت بعد حيز النفاذ اتفاقات ضمانات شاملة، لم تطبق الوكالة الضمانات ولم يكن بمقدورها استخلاص أي استنتاجات متصلة بالضمانات بشأنها.

### الدول الحائزة لأسلحة نووية والدول المرتبطة

#### باتفاقات ضمانات تخص مفردات بعينها

فيما يخص الدول الخمس الحائزة لأسلحة نووية، استنتجت الوكالة في عام ٢٠١٥ أن المواد النووية التي طُبِّقت عليها الضمانات في مرافق مختارة ظلت في نطاق الاستخدام السلمي أو تم سحبها من الضمانات حسبما نصت عليه الاتفاقات.

وبالنسبة للدول الثلاث المرتبطة باتفاقات ضمانات تخص مفردات بعينها، لم تجد الوكالة أي مؤشر على تحريف مواد نووية أو على إساءة استعمال المرافق أو المفردات الأخرى التي طُبِّقت عليها الضمانات، وعلى هذا الأساس استنتجت أن تلك المفردات ظلت في نطاق الأنشطة السلمية.

ملحوظة: لا تنطوي التسميات المستخدمة وطريقة عرض المواد في هذه الوثيقة، بما في ذلك الأعداد المذكورة، على إبداء أي رأي مهما كان من جانب الوكالة أو الدول الأعضاء فيها فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو بسلطاته أو فيما يتعلق بتعيين حدوده. ويستند عدد الدول الأطراف في معاهدة عدم الانتشار المشار إليه إلى عدد صكوك التصديق أو الانضمام أو الخلافة التي تم إيداعها.

إلى هذا الاستنتاج الأوسع نطاقاً فيما يتعلق بأي دولة ما بعد القيام بأنشطة التحقق لأعوام عدّة في إطار اتفاق ضمانات شاملة وبروتوكول إضافي.

وفي الدول التي توصلت الوكالة لاستنتاج أوسع نطاقاً بشأنها، تطبق الوكالة "ضمانات متكاملة" تقود إلى تحقيق الوضع الأمثل لجهود التحقق، وتقود حيثما كان ممكناً، إلى خفض جهود عمليات التفتيش الميدانية. ويمكن أن تساعد هذه العلاقات التعاونية القائمة على الثقة المتبادلة على خفض تكلفة عمليات التفتيش، وأن تؤدي في الوقت نفسه إلى الحد من التدخل في تشغيل المرافق النووية. ومن بين ٦٧ دولة تم التوصل إلى استنتاجات أوسع نطاقاً بشأنها في عام ٢٠١٥، كانت ٥٤ دولة، إلى جانب تايوان، الصين، خاضعة بالفعل لضمانات متكاملة.

وبالنسبة للدول البالغ عددها ٥٤ دولة المرتبطة باتفاقات ضمانات شاملة ولديها بروتوكول إضافي نافذ لكن دون التوصل بعد إلى استنتاجات أوسع نطاقاً بشأنها، لم تجد الوكالة أي مؤشر يدل على تحريف مواد نووية معلنة بعيداً عن الأنشطة السلمية، فيما تتواصل عمليات التقييم المتعلقة بعدم وجود مواد وأنشطة نووية غير معلنة. وفيما يتعلق بهذه الدول، خلصت الوكالة إلى استنتاج بأن المواد النووية المعلنة ظلت في نطاق الأنشطة السلمية.

### الدول المرتبطة باتفاقات ضمانات شاملة لكن دون

#### بروتوكولات إضافية

حتى نهاية عام ٢٠١٥ كان هناك ٥٢ دولة مرتبطة باتفاقات ضمانات شاملة، لكن دون بروتوكولات إضافية نافذة. وفيما يتعلق بهذه الدول، لم تجد الأمانة أي مؤشر على تحريف مواد نووية معلنة بعيداً عن الأنشطة النووية السلمية. ومرد ذلك إلى أن الدول المرتبطة باتفاقات ضمانات شاملة وبروتوكولات إضافية هي وحدها التي تملك الوكالة بشأنها الأدوات الكافية لنفاذ أوسع

# يوم في حياة مفتش ضمانات

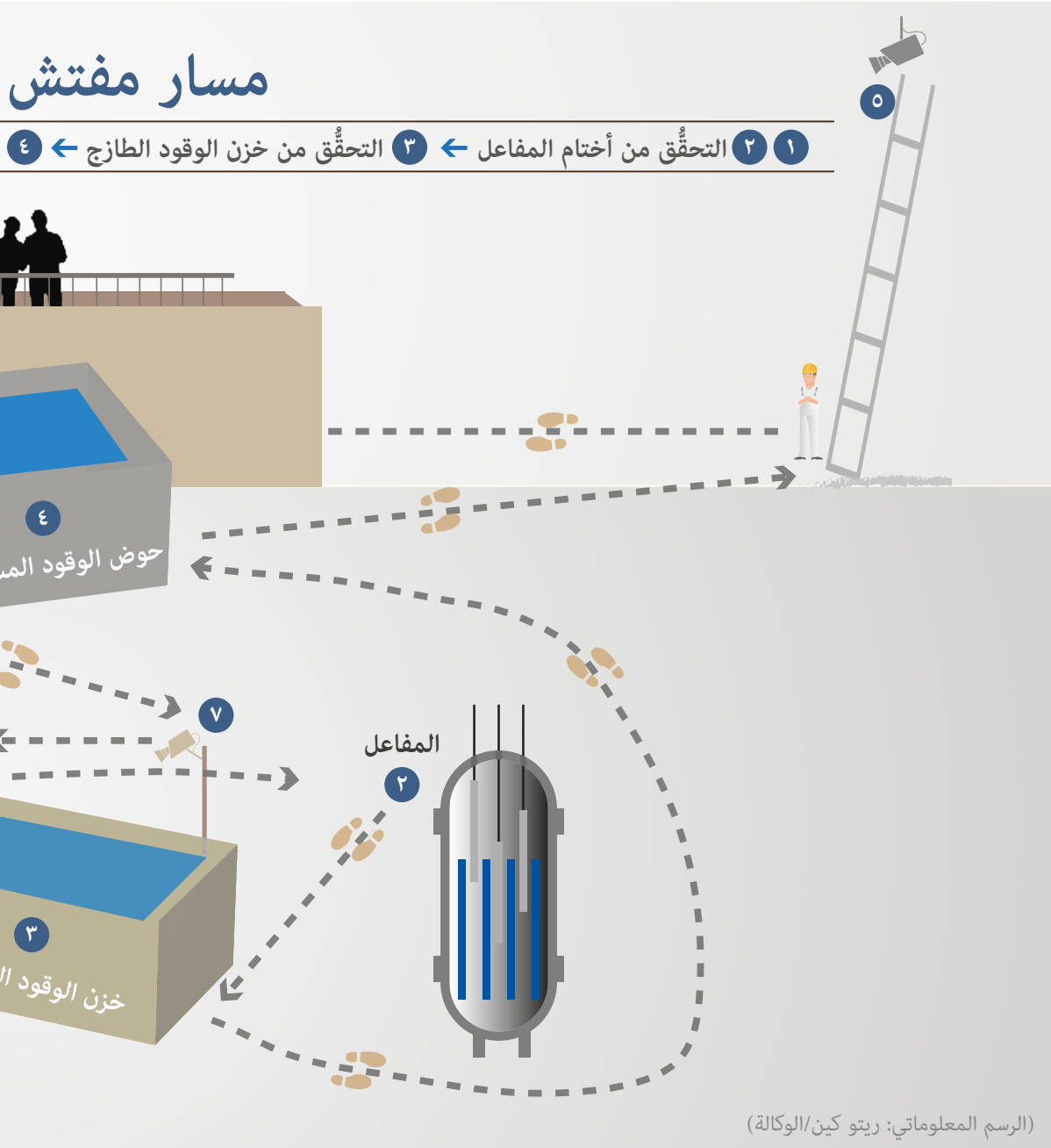
بقلم ساشا إنريكي

أنحاء العالم بأن البلدان الأخرى لا تحترّف المواد النووية عن الأغراض السلمية إلى الأغراض العسكرية ولا تسئ استخدام التكنولوجيا النووية. وأحد الأنشطة المهمة تفتيش مخزونات المواد النووية المعلنة: فالوكالة الدولية للطاقة الذرية هي المنظمة الوحيدة في العالم التي تملك ولاية التحقق من استخدام المواد والتكنولوجيا النووية على صعيد العالم.

وفي عام ٢٠١٥، كان هناك ٧٠٩ مرافق و٥٧٧ مكاناً واقعاً خارج المرافق في ١٨١ دولة خاضعة لضمانات الوكالة، ما يجعلها

**تراه** يمشي عدة أميال عبر الممرات الملتوية الضيقة في أحد المرافق النووية، مرتدياً ملابس واقية وحاملاً معدات ثقيلة، ويرافقه في كثير من الأحيان موظفو الجهة المشغلة للمرفق: مرحباً بكم في حياة أحد مفتشي ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

يمثل مفتشو الضمانات جانباً أساسياً من المنظومة العالمية الخاصة بعدم الانتشار النووي، فهم يطلعون بأنشطة التحقق بما يمكن الوكالة من تقديم ضمانات للدول في كل



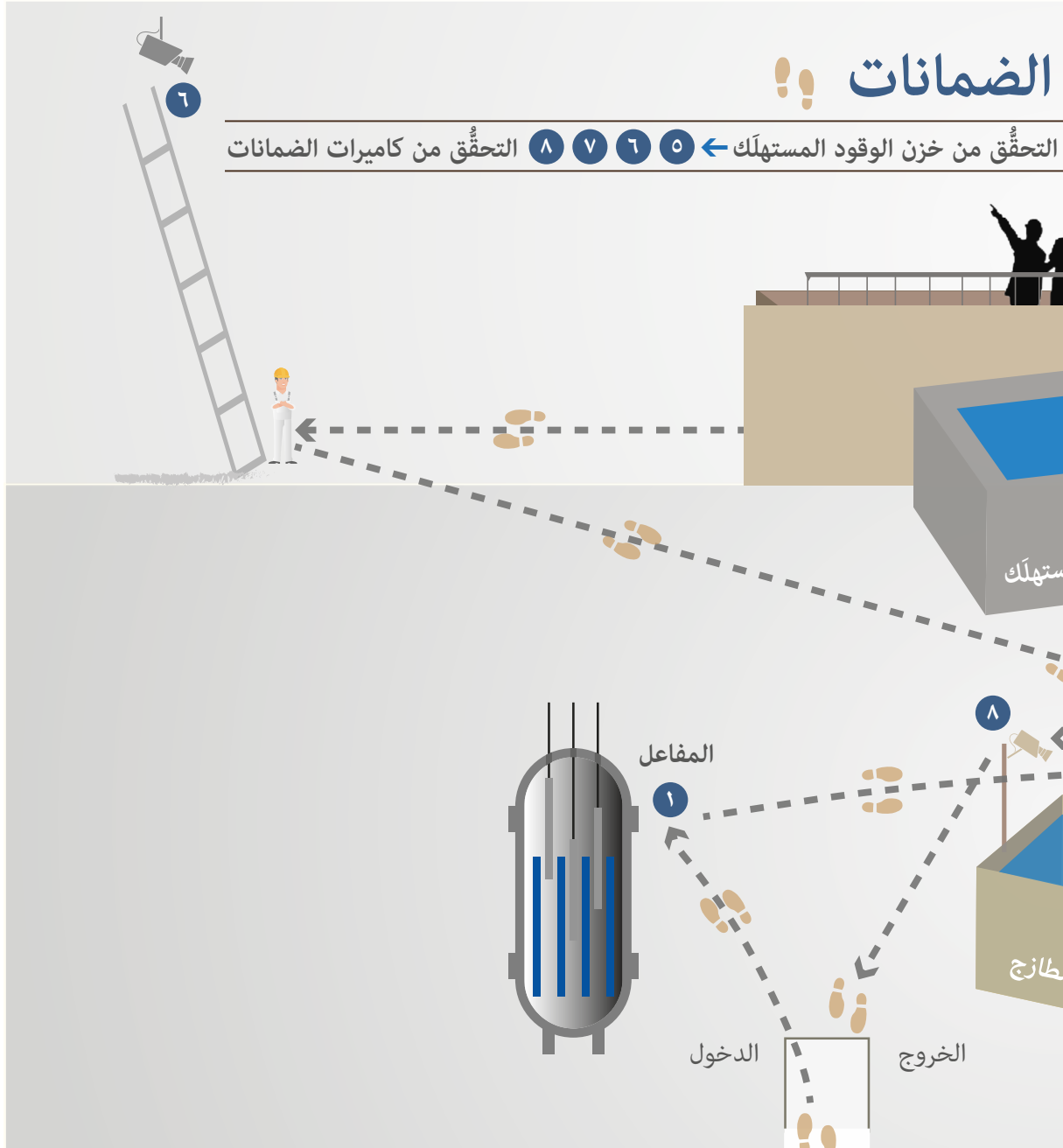
## جينة وذهاباً

يقطع مفتشو الضمانات قرابة ٥ كيلومترات مشياً وصعوداً على الأدراج بشكل متواصل خلال عملية تفتيش أي محطة قوى نووية متوسطة، مرتدين أحذية أمان مكسوة بالفولاذ، وخوذات أمان، وملابس تغطي الجسم تغطية كاملة. ويقول عبدالله شاهد الذي يعمل مفتشاً منذ ١٦ عاماً: "هذه وظيفة تتطلب نشاطاً بدنياً كبيراً". "فلا بد من أن يكون المرء لائقاً بدنياً وقادراً على التحمل".

وثمة أوقات يكون فيها الطقس غير مؤاتٍ، ما يزيد المشقة البدنية للوظيفة. ويتذكر عبدالله شاهد عندما اضطرّ لحماية جهاز قياس أشعة غاما داخل سترته أثناء عملية تفتيش تمت

خاضعة للتحقق من قبل مفتشي الوكالة. وأجرى مفتشو الوكالة ٢١١٨ عملية تفتيش، وأمضوا ٢٤٨ ١٣ يوماً تقويمياً في الميدان.

وفي المتوسط، يمضي مفتشو الضمانات في ترحالهم قرابة ١٠٠ يوم سنوياً، بيد أن وُجهاتهم ليست أماكن سياحية كذلك التي يتوق لها الآخرون. ففي العادة، تقع محطات القوى، ومناجم اليورانيوم، ومحطات صنع الوقود النووي، ومرافق الإثراء، ومفاعلات البحوث، ومرافق النفايات، في مناطق نائية، وفي بعض الأحيان مناطق يصعب الوصول إليها. ويتعين على المفتشين أن يكونوا على دراية بالاعتبارات الأمنية في بعض المواقع.





## أماكن محفوفة بالمخاطر

من بين الأنشطة الرئيسية التي لابد أن يقوم بها مفتشو الضمانات، داخل قاعة المفاعل في محطة القوى، التحقق من محتوى حوض الوقود المستهلك. ويستخدم المفتشون جهاز الرؤية المحسّن الذي يستخدم ظاهرة تشرينكوف لتحديد وجود مجمّعات الوقود النووي المستهلك المخزنة داخل الحوض والتأكد من أن الجهة المشغلة للمحطة تملك كمية الوقود التي أبلغت عنها. وقد يصل مجمل عدد مجمّعات الوقود المستهلك إلى الآلاف، حسب حجم المفاعل وعمره.

في شتاء قارس في كازاخستان تدنّت فيه درجة الحرارة إلى -٣٠ درجة مئوية. فلو تُرك الجهاز في العراء لتشقت شاشة الكريستال السائل وأصبح الجهاز برمته عديم الفائدة.

وتتراوح مدة عملية تفتيش محطة القوى النووية ما بين أربع ساعات (إذا سارت الأمور بسلاسة) وعشر ساعات (عند مصادفة مشكلات ما). وقد يتطلب إنجاز عمليات تفتيش أنواع أخرى من المرافق، مثل مرافق تصنيع الوقود، نحو أسبوع.

مفتشو الضمانات أثناء

قيامهم بمهامهم.

(الصورة من: دين كالما/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

# المشي لمسافة ميل بصحبة الجدول الزمني لعملية تفتيش روتينية لمحط

## ١٥ دقيقة

للالتقاء بممثل السلطة الوطنية للضمانات والجهة المشغلة للمحطة لمناقشة عملية التفتيش والاتفاق على "خطة أنشطة" تفضّل خطط الجهة المشغلة بشأن مستقبل المرفق.

## ٣٠ دقيقة إلى ساعة

لحصر المواد النووية: ينظر المفتش في كمية الوقود النووي الذي اشتراه وخزنه واستخدمه المرفق، وكذلك السعة التي يعمل بها المرفق، لمعرفة إذا ما كانت كل هذه المعلومات متطابقة.

## الساعة ٦ صباحاً

في اليوم التالي-مغادرة الفندق. الانتقال بالسيارة لمدة ٣ ساعات للوصول إلى محطة القوى، التي كثيراً ما تكون واقعة في منطقة نائية وقليلة الكثافة السكانية.

## ٩ صباحاً

الوصول إلى محطة القوى. انتظار المرافقين الذين توفرهم المحطة.



السفر إلى البلد في الليلة السابقة، والوصول حوالي

الساعة ٧ مساءً.

بحاجة إلى التعلُّم بسرعة والاهتمام بالتفاصيل". وهم بحاجة أيضاً إلى التكنم، فمعظم الأعمال التي يقومون بها والعينات التي يجمعونها سرية للغاية.

وهناك أنواع مختلفة من أنشطة التحقُّق - عمليات التفتيش المقرَّرة/المعتادة، وعمليات التفتيش غير المعلنة، والمعاينة التكميلية، والتحقُّق من المعلومات التصميمية (للتأكد من عدم إدخال أي تعديلات على المرفق ومن استخدامه على النحو المعلن)، وعمليات التحقُّق من الرصيد المادي (للتحقُّق من وجود رصيد المواد النووية المعلن - مثل الوقود - في المرفق).

وقد تكون عملية التحقُّق من الرصيد المادي في مرفق كبير معقدة ومستهلكة للوقت بحيث قد يستغرق إنجاز المهمة ما بين ٧ أيام إلى ١٤ يوماً بمشاركة ما يصل إلى ١٠ مفتشين. وخلال عملية التحقُّق من المعلومات التصميمية، يقارن المفتش معلومات تصميم المرفق التي قدَّمتها الدولة إلى الوكالة بالملاحظات الميدانية لتأكيد أن المعلومات المقدمة صحيحة وكاملة، وتأكيد عدم إساءة استخدام المرفق.

وتُنفذ عمليات التحقُّق من المعلومات التصميمية وعمليات التحقُّق من الأرصدة المادية مرة واحدة سنوياً في معظم المرافق والأماكن الواقعة خارج المرافق الخاضعة لضمانات الوكالة حول العالم والتي يناهز عددها ١٣٠٠ مرفق ومكان. وقد يتعين على المفتشين أن يكونوا حاضرين خلال أنشطة رئيسة مثل إعادة تزويد المفاعل بالوقود في محطات القوى النووية، وأن يتعاملوا مع مجموعة واسعة من المعدات المعقدة (انظر المقال، في الصفحة ١٨).

ويتحقَّق المفتشون منها بالبحث عن إشعاعات تشيرينكوف المسدَّدة، أي التوهجات الزرقاء المثيرة للانتباه، التي تنبعث من مجمَّعات الوقود المستهلك (انظر المقال، صفحة ١٨). ويتم ذلك أثناء الانحناء فوق مجمَّعات الوقود المستهلك التي يبلغ عمقها ١٦ متراً مع إمساك جهاز الرؤية المحسَّن باستخدام ظاهرة تشيرينكوف باليد. ويستوجب بعض محطات القوى النووية أن يُشدَّ وثاق المفتشين إلى سراج على نحو مأمون أثناء تفتيش أحواض الوقود المستهلك. فهذه الوظيفة تتطلب اللياقة والصبر والقدرة على التكيف.

## الالتحاق بالعمل كمفتش

من بين نحو ٢٥٠ طلباً يتم تلقيها سنوياً، يُعبَّر ما بين ١٥ إلى ٢٥ مفتشاً. ويتم تدريب واختبار المفتشين الجُدد لمدة خمسة أو ستة أشهر قبل إرسالهم إلى المرافق. وفي العادة يُشرف على باكورة المهام المسندة إليهم مفتشون أكثر خبرة، وبعدها يصبح المفتشون الجُدد جاهزين أخيراً للعمل بمفردهم. وفي السنة الأولى يكون هناك موجَّه لكل مفتش جديد. وتوظف الوكالة نحو ٣٨٥ مفتشاً معيناً من نحو ٨٠ بلداً.

وبسبب المهارات المتخصصة اللازمة للقيام بمهام هذه الوظيفة فإن معظم المفتشين المعيّنين هم من الفيزيائيين والكيميائيين والمهندسين (ويُحبَّذ أن تكون لديهم خلفية في الفيزياء النووية أو مجال ذي صلة). ويقول هيلاريو مونيارادزي، الذي عمل مفتشاً ميدانياً لمدة ثمانية أعوام ونصف العام وأمضى الأعوام الخمسة الماضية في تدريب مفتشين جُدد: "مفتشو الضمانات بحاجة إلى القدرة على التكيف وحُسن تقدير الأمور. وهم



# مفتش ضمانات

## قوى نووية متوسطة يسير كما يلي:

٤ بعد الظهر  
يغادر المفتش المحطة لتبدأ رحلة العودة بالسيارة إلى الفندق وتستغرق ٣ ساعات.  
٧ مساءً  
الوصول إلى الفندق.



ساعتان إلى ٤ ساعات  
العودة إلى قاعة المفاعل أو الانتقال إلى مكان أخرى ضمن المحطة لإجراء أنشطة تحقُّق أخرى.  
أو مواصلة إجراء مراجعة سجلات حصر المواد النووية.

ساعتان إلى ٤ ساعات  
في قاعة المفاعل لأنشطة التحقُّق.  
ساعة  
للغداء  
مناقشة مع السلطة الوطنية للضمانات والجهة المشغَّلة للمحطة بشأن إجراءات المتابعة.

ساعة  
لإجراء مسح إشعاعي لكامل الجسم، واستلام مقياس الجرعات لتتبع الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها أثناء وجوده في المكان، وارتداء ملابس خاصة وملابس واقية، قبل دخول قاعة المفاعل.

# ماذا يوجد في أمتعة المفتش؟

## استعراض معدات الضمانات

بقلم فنسن فورنييه

شحنها إلى وُجهة المفتشين مسبقاً. وأكثر المعدات المحمولة باليد استخداماً هي أجهزة التحليل غير المتلف. وتكشف هذه الأجهزة عن وجود المواد النووية (اليورانيوم والبلوتونيوم والثوريوم) وخصائصها المحددة. وهناك أجهزة متخصصة لتقييم الخصائص الفيزيائية للمواد النووية، أي درجة الحرارة والوزن والحجم والسماكة وانبعاث/امتصاص الضوء.

وفي هذا قال لوبرين: "لابد أن تكون المعدات متقدمة تكنولوجياً ومتعددة الاستعمالات ومثينة وسهلة الاستخدام". ويستعرض خبراء المعدات الأجهزة ويرتقون بأدائها إلى المستوى الأمثل باستمرار، من أجل مواكبة الابتكارات التكنولوجية وتبسيط واجهات المستخدمين.

وفي بعض الأحيان يمكن استخدام المعدات المتاحة تجارياً بعد حد أدنى من المواءمة، بينما في حالات أخرى تُطوّر المعدات خصيصاً للوكالة و/أو من جانب الوكالة. وهنا قال لوبرين: "كلفة بعض هذه الأدوات تفوق كلفة سيارة رياضية".

**تشكل** عمليات التفتيش الميدانية جوهر أنشطة التحقق النووي التي تضطلع بها الوكالة، ولابدّ من تزويد المفتشين بالأدوات الملائمة إذا ما أردنا ضمانات نووية فعالة. ويستخدم مفتشو الوكالة ما يربو على مئة نوع من المعدات للتحقق من شكل المواد النووية وتركيبها النظيري وكميتها.

وفي العادة، يختار المفتشون ثلاثة إلى خمسة معدات محمولة باليد لكل عملية تفتيش. وفي هذا الصدد، قال ألان لوبرين، رئيس قسم القياس غير المتلف في الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وهو القسم الذي يوفر أدوات الرصد المستخدمة من جانب المفتشين: "ليس هناك ما يمكن أن نسميه عملية تفتيش نموذجية". "ويختار المفتشون المعدات على أساس كل حالة على حدة".

ويقوم التقنيون بتحضير الأجهزة ومعايرتها وحزمها، ليقوم المفتشون بحملها، أو في حال كانت مفرطة الضخامة يتم



## كاشفات الإشعاعات

من بين أكثر المعدات شيوعاً في الاستخدام جهاز **HM-5**. وهو أحد الأجهزة التجارية التي تمت مواءمتها خصيصاً لتلائم تطبيقات التحقق في مجال الضمانات. ويحمل المفتشون هذا الجهاز للكشف عن وجود المواد المشعة. ويصدر الجهاز صوتاً "عالياً قصيراً" في حال تجاوز الإشعاع مستوى معيناً، ويحدد النويدات الباعثة للإشعاع. وباستطاعة هذا الجهاز أيضاً أن يقيس معدل إثراء اليورانيوم. ويستخدم جهاز **HM-5**، بفضل تعدد استخداماته، في جميع عمليات التفتيش تقريبا التي تضطلع بها الوكالة.

## شؤون الإثراء

اليورانيوم المثرى إلى اليورانيوم-235 ضروري لاستدامة التفاعل المتسلسل النووي. لكن يمكن أيضاً استخدام المواد والتكنولوجيا النووية الموجودة في محطات الإثراء لتصنيع يورانيوم صالح لإنتاج الأسلحة. وفي المرافق التي تقوم بمعالجة و/أو خزن اليورانيوم، يقيس المفتشون وزن اليورانيوم ونسبة إثرائه من أجل حساب الكمية الإجمالية للمادة الإنشطارية.

ويستخدم المفتشون خلية حمل كبيرة، هي نوع من الميزان المعلق، لقياس وزن الاسطوانة من أجل تقدير كمية المواد داخلها، مثل اليورانيوم. وتعمل خلية الحمل ضمن نطاقين من الأحمال، هما ما يصل إلى 5000 كيلوغرام وما يصل إلى 20000 كيلوغرام.

وللتحقق من مستويات الإثراء، يستخدم المفتشون في كثير من الأحيان، لأخذ القياسات، كاشفات فائقة التقنية تستخدم قياس طيف أشعة غاما، وهي تقنية لرصد وتقييم أشعة غاما المنبعثة من أي مصدر ما. وعلى سبيل المثال، هناك نظام الجرمانيوم المبرّد كهربائياً (EGGS) الذي هو كاشف مدمج ومحمول فائق الدقة يعتمد على بلورات جرمانيوم نشطة يمكن، عند تبريدها إلى درجة -140 مئوية، أن تكشف عن أشعة غاما المنبعثة من اليورانيوم. ويمكن استخدام هذا النظام في بيئات غير المختبرات لأنه، خلافاً لكاشفات الجرمانيوم التقليدية، يمكن تبريده باستخدام بطاريات، بدلاً من النيتروجين السائل الذي يصعب التعامل معه ولا يتوافر دائماً.

وكما يظهر في الصورة، تكون المادة قيد التحليل في بعض الأحيان محتواة داخل أسطوانة ضخمة. ولضمان أن يكون بإمكان نظام الجرمانيوم المبرّد كهربائياً، أو غيره من الأدوات، تقييم البيانات وتحليلها بدقة، يستخدم المفتشون مقياس سماكة فوق صوتي لضبط حساسية الكاشف حسب إشعاع غاما وبناء على سماكة جدران الاسطوانة.



## تحت الماء

يستخدم المفتشون أنواعاً مختلفة من نظم الكاشفات لقياس سمات الوقود المستهلك والمرشحات والنفائيات في المرافق النووية.

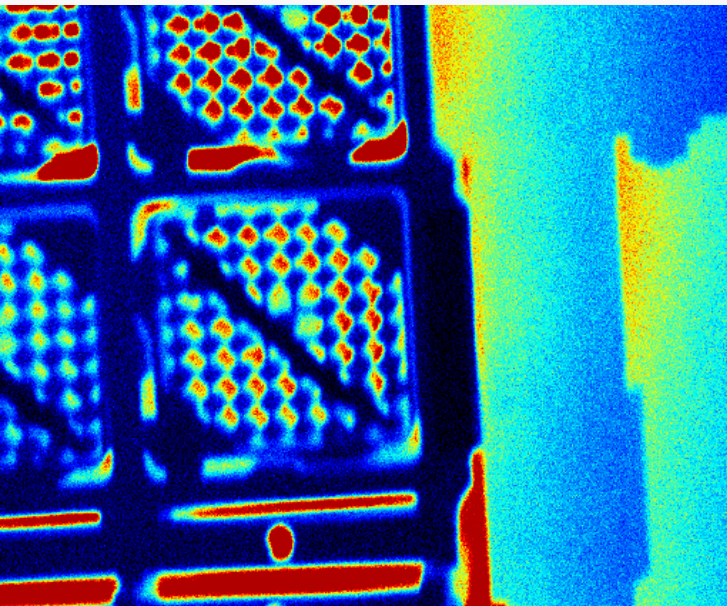
وعلى سبيل المثال، يتألف جهاز اختبار خصائص الوقود المشعّ من كاشف أشعة غاما صغير لكنه حساس، بحجم حجر كريم صغير، ومحموي داخل أنبوب لحمايته، ويدلّي هذا الكاشف في حوض الوقود المستهلك لقياس المواد المخزنة فيه. وهناك كوابل لربطه بجهاز التحليل الذي يبقى إلى جانب حوض الوقود.

ويقاس الجهاز كثافة شعاع غاما عند مستويات طاقة متفاوتة. ولكل نظير من كل ذرة انبعاث شعاع غاما مميّز، ولذلك يمكن استخدام قياس طيف أشعة غاما للتحقق من محتوى المفردات الموجودة داخل حوض الوقود المستهلك. وفي حال أزيل الوقود المستهلك أو استبدل في الحوض فإن معلومات مقياس الطيف تكشف ذلك للمفتش.



## تفقد أحواض الوقود المستهلك دون تعرض الأجهزة للبلل

أحد بدائل جهاز اختبار خصائص الوقود المشعّ للتحقق من الوقود المستهلك هو الجهاز الرقمي الخاص بمشاهدة ظاهرة تشيرينكوف، ويستند هذا الجهاز إلى كاميرا فائقة الحساسية تكشف الضوء فوق البنفسجي. وهذه الكاميرا موصولة بحاسوب يستخدم برمجيات متخصصة لتحليل الصور. وقد طُوّر هذا الجهاز للوكالة حسب مواصفاتها الخاصة من معدات علم الفلك. ولكن بدلاً من النظر إلى النجوم، تلتقط الكاميرا بعدستها المتخصصة ومستشعرها المتخصص الضوء فوق البنفسجي المنبعث من مجمعات الوقود المستهلك، وتكشف أمطاط الضوء التفاصيل الرئيسية لخصائص هذه المجمعات. ويُستخدم ذلك للتحقق من أحواض الوقود المستهلك بما يضمن أن الوقود المستهلك لم يُحرّف أو يُستبدل بغير مجمعات الوقود. ومن المهم هنا أن هذا الجهاز لا يُغمر في حوض الوقود، وهو لذلك لا يتلوث بالعناصر المشعة.





## العمل في إطار البروتوكول إضافي

يمنح البروتوكول الإضافي الوكالة حقوقاً موسّعة للوصول إلى المعلومات والأماكن، ما يساعد على تقديم تأكيدات أكبر بعدم وجود مواد أو أنشطة نووية غير معلنة في الدول المرتبطة باتفاقيات ضمانات شاملة (انظر المقال، في الصفحة ٤).

ولتقييم مدى اكتمال إعلانات الدولة بموجب البروتوكول الإضافي، قد يقوم المفتشون بزيارات معاينة تكميلية مستعنين بأطقم المعاينة التكميلية. وتزوّد تلك الأطقم المفتشين بأدوات متعددة لجمع المعلومات والتحقّق من الإعلانات. وتشمل هذه المفردات كاميرا، ومقياس مسافات بالليزر، وجهاز خاص بالنظام العالمي لتحديد المواقع، ومسجل صوت، وبطارية ضوئية صغيرة، ونظام قياس إشعاعي للأغراض العامة مثل جهاز HM-5، وطقم لأخذ العينات البيئية (انظر المقال في الصفحة ١٤). وتساعد هذه الأدوات الوكالة على التأكّد من عدم وجود مواد وأنشطة نووية غير معلنة في تلك الدول.

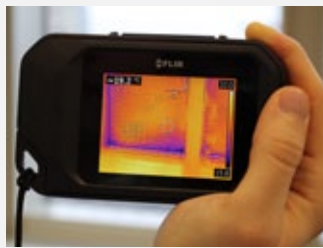


## التخطيط للمستقبل

لا تزال أوجه التقدم التكنولوجية تتيح فرصاً جديدة ومكاسب في الكفاءة على صعيد أعمال الرصد والتحقّق. ويبلغ متوسط العمر الافتراضي للمعدات نحو عشرة أعوام، وبعد ذلك تتناقص موثوقيتها. وتعمل الوكالة، بدعم حاسم من دول أعضاء عدة، على مواكبة تطوّر التكنولوجيا الحديثة.

وفي هذا الصدد، قال ديميتري فينكر، أخصائي التبصر التكنولوجي لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية: إن "تحسين كفاءة عمليات التفتيش من أولويات الوكالة. وهدفنا هو أن نقوم بما نقوم به اليوم بسرعة أكبر وبطريقة أفضل دون إرباك تدفّق العمل". "ونحقق ذلك من خلال تنفيذ تغييرات تدريجية ومن خلال موازنة الأدوات والتكنولوجيات المتوافرة بالفعل في الأسواق".

وعلى سبيل المثال فإن إدخال تحسينات على أطقم أدوات المعاينة التكميلية سيُتيح للمفتشين في المستقبل القريب العمل بسرعة أكبر، وبدقة أكبر، وإعداد التقارير بجهد أقل عند عودتهم إلى فيينا.



وسوف يستخدمون أقلّما إلكترونية لتدوين الملاحظات في الميدان، ونظاماً مستقلاً لتحديد المواقع قائماً على وحدة قصور ذاتي مثبتة على قدم المفتش لمتابعة مسار حركته، وكاميرات مختلفة من بينها كاميرات الأشعة تحت الحمراء، مقرونة بمقاييس نطاقات وكاشف إشعاع مصغّر جديد قادر على كشف المصادر المختلفة للإشعاع وعلى تحديد هويتها. ويتم تحميل البيانات المجمّعة في الميدان إلى برنامج حاسوبي، وتُجمع المعلومات لإعداد تقرير تفتيش بالغ الدقة ومحدّد المواقع يُظهر الوقت، والقيمة الإشعاعية، والصور، والمواقع الدقيقة لأخذ العينات، على امتداد عملية التفتيش.

وتابع فينكر قائلاً: "بدلاً من أن يستنزف المفتشون نصف وقتهم في جمع المعلومات لإعداد التقرير، نزودهم بحلول تكنولوجية تجعلهم يفرغون معظم الوقت للتحليل بدلاً من ذلك".

وتعكف الوكالة أيضاً على تقييم فوائد استخدام تكنولوجيا الليزر ثلاثية الأبعاد في أنشطة التحقّق، لأن بإمكان هذه التكنولوجيا أن ترسم خرائط المباني بسرعة عندما يمر المفتش عبرها حاملاً تلك الأداة في يده. والخرائط ثلاثية الأبعاد المتأتمية من ذلك أكثر كفاءة من الصور العادية للتحقق من إعلانات الدول عن مرافقها.

الصور من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية

# استقصاء المواد الخاضعة للضمانات ٧/٢٤

## بقلم فنسن فورنييه

في حين أن عمليات التفتيش في صُلب أنشطة التحقق التي تضطلع بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، غير أن جهود المفتشين تُرْفَد على نحو متزايد بتكنولوجيات مراقبة تعمل على مدار الساعة. وهو ما يتيح للوكالة تعزيز فاعلية ضماناتها والارتقاء بكفاءتها في الوقت نفسه.

ويحقق مثل هذا الرصد للمواد والمرافق النووية استمرارية معرفية، وهو ما يمثل الضمانة النهائية بأن المواد لم تُحَرَّف عن استخداماتها السلمية. وبدلاً من أن يستلزم الأمر وجود مفتشين، تقوم الكاميرات وكاشفات الإشعاعات بتسجيل العمليات التي تستغرق وقتاً طويلاً، مثل إعادة تزويد مفاعلات الماء الخفيف بالوقود، فقد تستغرق تلك العملية أسابيع عدة. وبعدها إما أن تُنقل البيانات بطريقة آمنة إلى الوكالة في الزمن الحقيقي، أو بإمكان المفتشين استعراضها في الموقع خلال عملية التفتيش المعنية والتأكد فيما إذا كانت الأنشطة تتم على النحو المعلن.

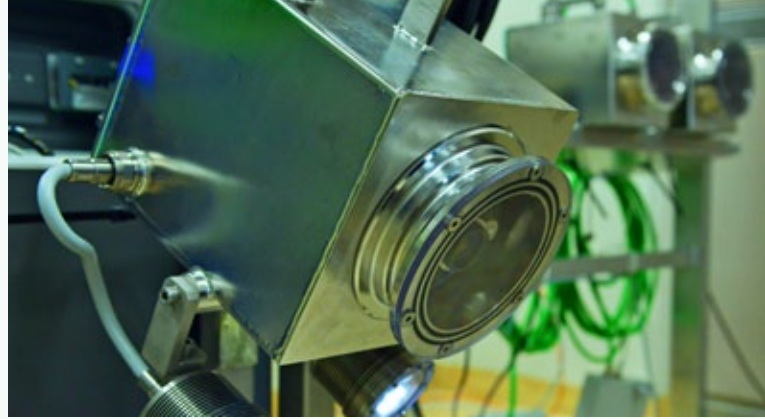
وتُجمع أكثر من مليون وحدة من بيانات الضمانات المشققة من خلال ما يربو على ١٤٠٠ كاميرا مراقبة، و٤٠٠ من أجهزة استشعار الإشعاعات وغيرها من أجهزة الاستشعار حول العالم. ويضمن أكثر من ٢٣ ٠٠٠ من الأختام المركبة في المرافق النووية احتواء المواد والمعدات.

## عيون يقظة

يتألف نظام المراقبة من الجيل التالي لدى الوكالة من كاميرات ضمن حاويات تُظهر علامات التلاعب، ومزودة بطاريات طويلة الأجل يمكن أن توفر الكهرباء اللازمة لفترات ممتدة دون الحاجة إلى طاقة خارجية. وتُصان صحة وسرية بيانات المراقبة المتأتمة من نظام المراقبة من الجيل التالي من خلال ثلاث طبقات مختلفة من حماية البيانات التشفيرية وطبقات متعددة من التكنولوجيا المادية والخاملة والنشطة لإظهار علامات التلاعب. وفي تصميم كاميرات نظام المراقبة من الجيل التالي يوفر مكوّن المراقبة الرئيس الأمن الحماية للمكونات الإلكترونية الحاسمة وأجهزة الاستشعار البصرية، وكذلك الأسرار التشفيرية من خلال آلية نشطة لإظهار علامات التلاعب.



وتُركب الكاميرات ضمن مناطق التخزين، وفي أحواض الوقود المستهلك وبالقرب منها، وعند جميع نقاط العبور التي يمكن أن تمرّ من خلالها المواد النووية. وقد تُزود الكاميرات بعدسة بصرية تُعرف باسم "عين السمكة" بحيث تتمكن تلك الكاميرات من التقاط صور بانورامية. وتلتقط الكاميرات الصور على فترات محددة مسبقاً، وتتراوح الفترة الفاصلة بين صورة وأخرى من ثانية واحدة إلى عشر دقائق أو أكثر، إذ يعتمد ذلك على احتياجات التحقق. وعلى سبيل المثال، في مرافق الإثراء، تسجّل الكاميرات الحركة بوتيرة أكبر، فيما تكون الفترة الزمنية الفاصلة في مناطق التخزين أطول. وفي هذا الصدد، يقول غابور هادفي، رئيس فريق مراقبة الضمانات لدى الوكالة: "في حال أراد أحدهم تثبيت رافعة لنقل مواد، كما هو الحال في مرافق التخزين، بإمكاننا الكشف عن أي أنشطة مشبوهة حتى لو التفتت الصور بوتيرة أقل".



ويوضح هادفي قائلاً إن التقاط الصور بدلاً من تسجيل الأفلام المستمر أكثر فائدة لأسباب عدة، فمن شأن ذلك إطالة عمر البطارية، كما أن عملية معالجة الصور وتحليلها أكثر سهولة مما عليه الحال مع الأفلام.

وتُعالج بيانات المراقبة مسبقاً لاستعراضها بالاستعانة ببرمجيات متخصصة تكشف عن الحركة، ويقوم المفتشون بفحص تلك البيانات وتقييم فيما إذا كانت متسقة مع العمليات الاعتيادية والمبلغ عنها في المرفق.

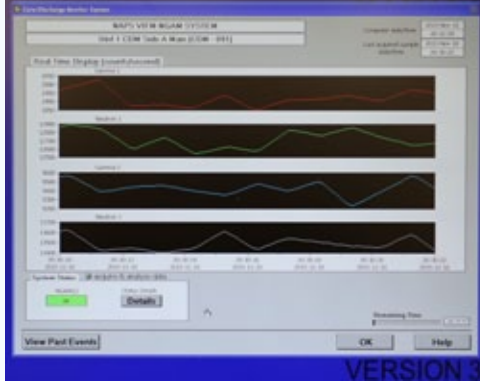


## التأكد من الإشعاعات عن بُعد

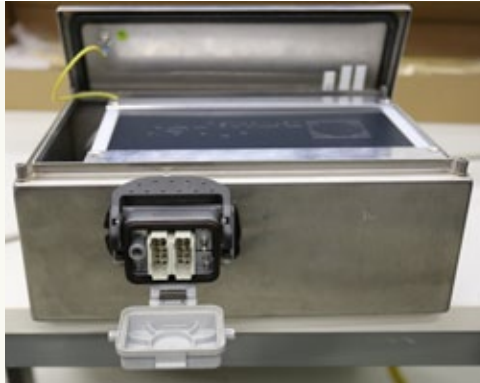
كاميرات المراقبة مصممة لمراقبة الحركة، لكن ليس بمقدورها أن تكشف عن المستويات الإشعاعية. وتحقيقاً لتلك الغاية، تستخدم الوكالة نُظُم رصد آلية للقياس غير المتلف للقياس غير المتلف تشمل كاشفات إشعاعات لقياس الإشعاعات النيوترونية وأشعة غاما إلى جانب أجهزة استشعار مختلفة لقياس الحرارة والتدفق وغيرها من البارامترات. وهنا يقول تيري بوشيه، رئيس فريق نُظُم الرصد الآلي لدى الوكالة: "هذه تُركَّب في مواقع محددة لتحديد خصائص المواد النووية والتحقق منها، ورصد حركة الوقود المستهلك، وجمع البيانات المشفرة وإرسالها على مدار الساعة".

ويمكن تركيب هذه النظم لجمع البيانات في مناطق يتعذر على المفتشين الوصول إليها بسبب الحجم الكبير للإشعاعات. ويتابع بوشيه قائلاً إن هناك نحو ١٦٠ من النظم التي تشمل ما مجموعه ٧٠٠ كاشف وجهاز استشعار المرَكَّبَة في أكثر من ٤٠ بلداً. وعلى سبيل المثال يتم تركيب نحو ٢٠ جهاز استشعار لمفاعل القوى الذي يعمل بالماء الثقيل المضغوط "مفاعل كاندو".

وتُستخدم أنواع مختلفة من النظم الآلية للأنواع المختلفة من المرافق، مثل مرافق الإثراء والمفاعلات ومرافق خزن الوقود المستهلك ومرافق إعادة المعالجة. وفي العادة يتم تحليل البيانات المجمعة من رصد الإشعاعات جنباً إلى جنب مع المراقبة الفيديوية لتتبع حركة المواد النووية في المرفق، إذ يستعين المفتش بالصور ليتمكن عن بُعد من مراقبة ما يمكن أن يتسبب في تفاوت المستويات الإشعاعية.



ويقوم جهاز الرصد المتكامل للوقود بتتبع وتعداد الوقود المفرغ من قلب المفاعلات التي تعمل بالماء الثقيل المضغوط، ومنها مفاعلات كاندو. وفي مثل هذه الأنواع من المفاعلات لا بد من استبدال حُرْم الوقود عدة مرات في اليوم الواحد. وتقوم نظم الرصد بتتبع هذه الحُرْم أثناء تحميلها ونقلها في قلب المفاعل وتفرغها في حوض الوقود المستهلك باستخدام عدد من كاشفات الإشعاعات النيوترونية وأشعة غاما.



وبعد نحو خمسة أعوام من التبريد في حوض الوقود المستهلك، يكون الوقود جاهزاً لنقله إلى موقع تخزين، وفي العادة يكون ذلك في حدود كيلومترات معدودة من موقع المفاعل. وبالنسبة للنقل، يُنقل الوقود المستهلك إلى براميل خاصة يُركب عليها نظام نقال للكشف عن النيوترونات لقياس مستوى الإشعاع للتأكد من عدم حدوث أي تغيير في المحتوى أثناء عملية النقل. ويعتمد هذا الجهاز على نظام الكشف عن النيوترونات وبإستطاعته جمع وتخزين البيانات لمدة تصل إلى ثمانية أسابيع باستخدام طاقة البطارية ودون الحاجة إلى خدمته.



وعند الوصول إلى موقع التخزين، يُزال النظام النقال للكشف عن النيوترونات ويُنقل محتوى البراميل إلى الصوامع. ويُركب جهاز رصد أشعة غاما عند مداخل الصوامع قبل عملية النقل، وترصد كاشفات أشعة غاما داخل الجهاز المذكور عملية التحميل. وهذا الجهاز متصل بخزانة تُخزن فيها البيانات. ويعمل هذا النظام بالتزامن مع المراقبة بالكاميرا من أجل التقاط جميع حركات عملية النقل.

## رصد قوى مفاعلات البحوث

تُستخدم نظم محددة لرصد قوى مفاعلات البحوث النووية. ويستخدم جهاز رصد القدرة الهيدرولوجي الحراري المتقدم لرصد مخرجات قوى مفاعلات البحوث من خلال قياس الحرارة وتدفق المياه في دوائر تبريد تلك المفاعلات. وفي حال تجاوزت القوى المحسوبة بناء على عملية الرصد حداً معيناً يقوم المفتش حينها بالاستقصاء لتحديد فيما إذا كان المفاعل يعمل على النحو المعلن. وقد تشير قدرة الخرج الحراري التي تفوق ما هو مُعلن إلى احتمال إنتاج البلوتونيوم، وهو ما يشكل خطر انتشار.



## إعادة المعالجة

أثناء عملية إعادة المعالجة النووية لوقود اليورانيوم المستهلك، يُسترد البلوتونيوم القابل للانحطاط من الوقود النووي المشعّع. ويُعاد تدوير هذا البلوتونيوم المعاد معالجته للحصول على وقود موكس النووي للمفاعلات الحرارية. واليورانيوم المعاد معالجته، الذي يشكل جُلّ مادة الوقود المستهلك، يمكن أن يُعاد استخدامه أيضاً كوقود. ويمثل وجود البلوتونيوم خطر انتشار على وجه التحديد، ويتم رصد العمليات المختلفة في محطات إعادة المعالجة باستخدام معدات آلية. وعلى سبيل المثال، تم تصميم ما يربو على ٢٠ نظاماً محدداً تشمل المئات من كاشفات الإشعاعات النيوترونية وأشعة غاما لمحطة روكاشو لإعادة المعالجة في اليابان. وتعمل تلك المحطة، التي تُعد إحدى أكبر محطات إعادة المعالجة في العالم، بطاقة سنوية لنحو ٨٠٠ طن من اليورانيوم أو ٨ أطنان من البلوتونيوم سنوياً إلى وقود. وتُنقل بيانات الرصد المجمعة كافة في الزمن الحقيقي وعبر شبكة مخصصة وآمنة إلى مركز التفتيش التابع للوكالة الواقع ضمن المحطة نفسها.



## تتبع اليورانيوم-٢٣٥ في محطات الإثراء

في عام ٢٠١٥ طوّرت الوكالة جهازاً لرصد الإثراء إلكترونياً خُصص لقياس معدل إثراء اليورانيوم في مرافق الإثراء بالطرد المركزي الغازي. وتقوم مثل هذه المرافق بإثراء اليورانيوم من خلال زيادة نسبة نظائر اليورانيوم-٢٣٥ تدريجياً، وهي القادرة على استدامة تفاعل انشطاري متسلسل.

ويقيس الجهاز المذكور خصائص اليورانيوم بشكله الغازي - سادس فلوريد اليورانيوم - المتدفق عبر أنابيب المعالجة من سلسلة الطاردات المركزية التعاقبية في محطة الإثراء. وتقيس عقدة الاتصال الأساسية، المتمثلة في كاشف أشعة غاما يعتمد على بلورات يوديد الصوديوم، كمية اليورانيوم-٢٣٥ في الأنبوب، فيما تمكّن أجهزة استشعار الضغط والحرارة الجهاز من تحديد الكمية الإجمالية لليورانيوم في شكله الغازي. ومن خلال الاثنين، يتمكن الجهاز من حساب وتخزين أو نقل معدل الإثراء في الزمن الحقيقي إلى المقر الرئيسي للوكالة. ويمكن تركيب الجهاز ضمن نسق لرصد معدلات إثراء المواد الداخلة إلى، أو الخارجة من، سلسلة الطاردات المركزية التعاقبية الغازية المستخدمة في الإثراء.

وتوضع جميع المكونات في صناديق مختومة متصلة بأنابيب خاصة وجميع هياكلها مختومة. ويستخدم طلاء خاص بما يضمن ملاحظة أي محاولة للتلاعب في الجهاز.

وبدأت الوكالة في استخدام جهاز رصد الإثراء إلكترونياً في إيران، في محطة إثراء الوقود في ناتانز، في كانون الثاني/يناير ٢٠١٦، وتعترم الوكالة نشر الجهاز تدريجياً في محطات الإثراء بالطرد المركزي الغازي في بلدان أخرى. وحيث أن هذه التكنولوجيا الجديدة توفر القياس المستمر، سيتم تقليص أخذ العينات وأخذ العينات البيئية، وهو ما يزيد الكفاءة ويحقق وفورات في التكلفة.



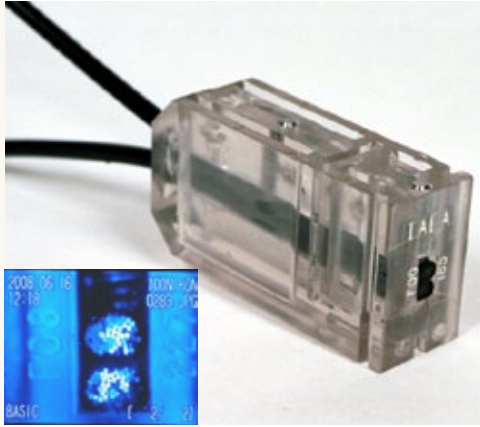
## ختم موافقة الوكالة

من بين مختلف معدات الضمانات تُعدُّ أختام الوكالة الدولية للطاقة الذرية أكثرها شهرة بل وأكثرها استخداماً. ورغم بساطتها فإن هذه الأجهزة الكاشفة للتلاعب ذات كفاءة عالية في ردع الوصول غير المصرح به إلى المواد الخاضعة للضمانات ومعدات ضمانات الوكالة. وهي توفر أيضاً وسيلة لتحديد الحاويات الآمنة على نحو فريد. وعملية التحقق من الأختام تتألف من فحص متأنٍ للهيكل وهوية وسلامة الختم للكشف عن أي محاولة للتلاعب.

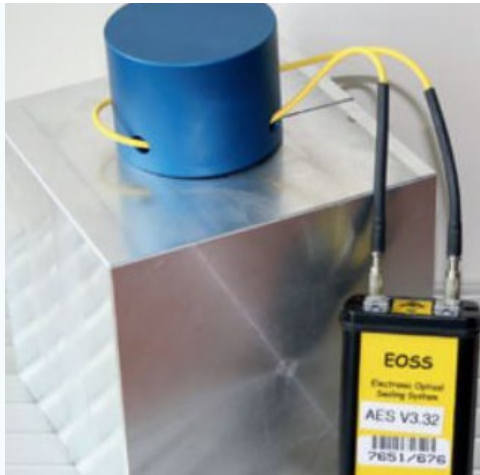
وتستخدم الوكالة أنواعاً عدة من الأختام حسب الاقتضاء. وبعض تلك الأختام مصمم للاستخدام تحت الماء أو في البيئات القاسية.



وتستعين الوكالة بالأختام ذات **الأغطية المعدنية** وذات الاستخدام الواحد منذ أكثر من ثلاثين عاماً، ويتم توزيع قرابة ١٦ ٠٠٠ من تلك الأختام والتحقق منها سنوياً. ولأغراض تحديد الأختام فإن كل ختم منها مرقم وله علاماته المميّزة الفريدة على سطحه الخارجي، ويتم تدوينها قبل إصدار الأختام للمفتشين. وخلال عمليات التفتيش، تُستبدل الأختام وتُعاد إلى المقر الرئيسي للوكالة للتحقق من فاعليتها وصحتها من خلال التأكد من أن العلامات المميّزة مطابقة للأصلية.



وثمة أنواع أخرى من الأختام يتحقق منها مفتشو الوكالة في الموقع. وعلى سبيل المثال، يشمل ختم "كوبرا" كابل ألياف بصرية متعدد النوى أطرافه متضمنة داخل هيكل الختم. وبطريقة عشوائية يتم إحداث قطع في بعض تلك النوى خلال إغلاق الختم لتشكيل أنساق بصرية فريدة. وتُستخدم الكاميرات لتسجيل تلك الأختام الفريدة من خلال وميض ضوء عبر الكابل. وخلال عملية التحقق، تتم مقارنة صور التفتيش بصور التركيب لضمان هوية الختم واستمرار سلامته. ويتم سنوياً نشر نحو ٢٠٠٠ ختم من أختام "كوبرا"، وفي العادة يتم ذلك بالتزامن مع أختام الأغطية المعدنية بما يعزز الموثوقية.



كذلك تستخدم الوكالة الأختام الإلكترونية، مثل **نظم الأختام الإلكترونية-الضوئية**، التي يمكن فحصها عن بُعد من قبل المفتشين، وهي متصلة بنظام المراقبة الفيديوية. وتتألف هذه الأختام من حلقة ألياف بصرية ووحدة إلكترونية، والتي تواصل رصد حالة الحلقة بإرسال نبضات ضوئية عبر الألياف تفصل بين كل نبضة وأخرى منها فترات زمنية قصيرة. ويتم تدوين وقت وتاريخ ومدة أي عملية فتح وإغلاق لحلقة الألياف البصرية وذلك ضمن ذاكرة داخلية مشفرة. وتتيح الأختام الإلكترونية النشطة التعاون مع السلطات الوطنية والجهات المشغلة الوطنية، إذ يُسمح لتلك السلطات والجهات تثبيت تلك الأختام أو نزعها. وتُسجّل مثل هذه التعديلات وباستطاعة المفتشين مقارنتها مع الأنشطة المعلنة.



ويمثل **نظام المسح بالليزر للتحقق من الاحتواء** أحدث تكنولوجيا الأختام قيد الاستخدام. ويعتمد هذا النظام على تكنولوجيا رسم الخرائط السطحية بالليزر، حيث تولّد المساحة الضوئية في النظام المذكور خريطة فائقة الدقة للوصلة الملحومة لهيكل الحاوية عند إدخال الحاويات في الخدمة. ويمكن تحديد هويتها والكشف عن التلاعب من خلال إجراء مسح جديد للوصلة الملحومة ومقارنة الخريطة الجديدة بالمرجع المقابل.

الصور (ما لم يُذكر خلاف ذلك): الوكالة الدولية للطاقة الذرية

# الكشف عن الحقائق من خلال تسخير العلم للتحقق النووي

بقلم نيكول جاويرث

وفي المتوسط، ترد أكثر من ٦٠٠ عينة من المواد النووية وتُحلَّل كل سنة. ويُحتفظ بهذه العينات في حاويات صغيرة موسومة بشفرات بدون اسم لضمان السرية طوال عملية التقييم. ويمكن أن تتراوح أحجام العينات من صغيرة بحجم الرمش إلى أن تبلغ العديد من الغرامات. وقد تساعد المعلومات التي تحتويها تلك العينات على كشف أوجه الغموض حول الأنشطة السابقة والحالية في الموقع الذي أُخذت منه العينة.

وقال السيد بالسلي: "رغم أنَّ العينات التي يجمعها مفتشو الضمانات قد تكون مجرد نسبة ضئيلة جدًا من أطنان المواد في مرفق ما، فإننا نستطيع النظر في خصائص معينة من الذرات في عينة ما لتقييم طبيعتها الإجمالية." "فباستخلاص البيانات من تحليل عينة صغيرة، يستطيع العلماء تحديد تركيب أطنان من المواد- وتحسين دقة حصر المواد النووية."

## استخدام العينات لأغراض التحقق

يكمن الغرض الأساسي من جمع العينات النووية في التحقق من الكميات المعلنة والتركيب النظيري للمواد في المرافق الخاضعة للضمانات. وتقارن الوكالة حينئذ القيم المُعلن عنها بقيمتها التي تم قياسها بصورة مستقلة.

وأوضح السيد بالسلي قائلاً "إنَّ وجود تباين ضئيل مسألة عادية عند العمل بأرصدة ضخمة في أي قطاع، سواء تعلق الأمر بمصارف أو مخازن بقالة أو مرافق نووية. وهناك إما فائض أو نقص عندما تُقارن القيم الدفترية بالمفردات المادية." وقال إنَّ أحد الأهداف الأساسية للضمانات هو التأكد من أن تكون أوجه التضارب ضئيلة مقارنة بما يُعرف بالتعبير "الكمية المعنوية"، وهي كمية المواد اللازمة لتطوير جهاز متفجر نووي.

وتُعرَّف الاختلافات الكبيرة بين القيم المُعلن عنها والقيم التي تُقاس بصورة مستقلة على أنَّها عيوب وتأتي في ثلاثة أنواع: عيبٌ جسيم، ويكون عندما لا يمكن احتساب مفردة سائبة واحدة أو أكثر من المفردات السائبة للمواد النووية؛ وعيبٌ جزئي ويكون عندما يتم سحب جزء كبير من المفردة السائبة؛ وعيبٌ انحيازي ويكون عندما تتقشَّر مفردة سائبة دورياً مع مرور الوقت.

إنَّ افتفاء أثر الحقائق جزء هام من التحقق النووي. ويتلقى موظفو مختبرات الضمانات التابعة للوكالة مئات العينات كل سنة فيتحققون من البيانات من خلال إجراء فحوصات فورية وتحليل محتوى اليورانيوم والبلوتونيوم في عينات المواد النووية.

وقال السيد ستيفن بالسلي، رئيس مختبر المواد النووية التابع للوكالة "إننا نستخدم معدات شديدة الحساسية لتحليل العينات التي يجمعها مفتشو الضمانات، وتكون هذه العينات في بعض الأحيان في نطاق أقل من النانوغرام." "إنها عملية دقيقة للغاية لها دور هام في عمل الوكالة للتحقق مما إذا كانت المواد والمرافق النووية تُستخدم استخدامًا سليمًا."

ويحلل علماء المختبر العينات المسحوية البيئية وعينات المواد النووية المأخوذة من شتى مراحل دورة الوقود النووي وهي عينات يكون مفتشو الضمانات قد جمعوها خلال عمليات التفتيش المادي للمرافق النووية. ويتم فحص العينات ومعالجتها وتوزيعها على المختبرات في شبكة مختبرات الوكالة، ويحلل العلماء هذه العينات ثم يحفظونها في الأرشيف في مختبرات الوكالة في زايرسدورف بالنمسا. وتتألف هذه المختبرات من مرفقين عصريين، هما: مختبر المواد النووية، الذي يعالج عينات المواد النووية، ومختبر العينات البيئية، الذي يتلقى جميع العينات المسحوية البيئية ويفحصها بحثًا عن آثار لمواد نووية. (انظر المقال الوارد في الصفحة ١٤).

وعندما تُسجَّل العينات وتوزَّع على المختبرات في شبكة الوكالة، يستخدم العلماء أجهزة من قبيل أجهزة قياس طيف أشعة غاما وقياس الطيف الكتلي (انظر الإطار الخاص بالعلم في الصفحة ١٥)، من أجل تحديد كمية ونوع اليورانيوم أو البلوتونيوم في عينة ما.

وأوضح السيد بالسلي قائلاً "إنَّ اليورانيوم والبلوتونيوم هما العنصران الانشطاريان الأساسيان المستخدمان لتوليد القوى في مفاعلات القوى النووية، ولكنهما أيضًا العنصران الانشطاريان الأشيع استخدامًا في إنتاج الأسلحة النووية." "إننا أكثر اهتمامًا بأن نراقب عن كثب الوجهة التي تنتقل حولها النظائر الانشطارية لهذين العنصرين في دورة الوقود النووي."

"إننا نستخدم معدات شديدة الحساسية لتحليل العينات التي يجمعها مفتشو الضمانات، وتكون هذه العينات في بعض الأحيان في نطاق أقل من النانوغرام."

—ستيفن بالسلي، رئيس مختبر المواد النووية، الوكالة الدولية للطاقة الذرية



يستخدم الخبراء في مختبر المواد النووية أدوات متخصصة من أجل تحليل عينات المواد النووية بعناية كجزء من عملية التحقق في إطار الضمانات.

(الصورة من: دين كالم/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

وتساهم مواكبة المستجدات في أحدث التطورات التكنولوجية كذلك في التوصل إلى مستويات أعلى من الدقة والإتقان لضمان الجودة. وتواكب هذه المختبرات التطورات من خلال الاستشارات المتكررة مع الخبراء في الميدان، والدعم الذي تقدّمه الدول الأعضاء، وتعمل باستمرار على تحسين الأساليب والارتقاء بالأجهزة.

## المرافق العصرية

استُكمل في نهاية عام ٢٠١٥ في الوقت المناسب ووفق الميزانية مشروع تجديد رئيسي بلغت تكلفته نحو ٨٠ مليون يورو في مختبرات زايبرسدورف. وانطوى مشروع 'تعزيز قدرات الخدمات التحليلية الخاصة بالضمانات' على ملحق جديد للمختبر النظيف بمختبر العينات البيئية ومختبر جديد للمواد النووية حلّ محلّ مختبر التحليل الخاص بالضمانات الذي تأسّس في سبعينات القرن الماضي.

وقد ساعد هذا المشروع، في جملة أمور، على زيادة قدرة المختبرات فيما يتعلق بالعينات، وتحسين حساسية الأساليب التحليلية، وقدّم بنية أساسية أكثر لتدريب المفتشين والموظفين من مختبرات الدول الأعضاء.

وقال السيد بالسي "إنّ استكمال هذا المشروع بنجاح يؤكّد على استعداد الوكالة للتعامل مع تزايد أعباء العمل فيما يتعلق بالضمانات." "وستتمكّن الوكالة بفضل مواكبة العصر والتجديد من الاستمرار في تلبية الاحتياجات التحليلية الخاصة بالضمانات في العقود القادمة."

وعلى عكس العيب الجسيم والعيب الجزئي، اللذين يكون من السهل أن يكتشفهما مفتّش في المرفق بسبب الكميات الكبيرة المعنية، فإنّ الطبيعة الصغيرة الحجم للعيب الانحيازي تقتضي إجراء قياسات كيميائية وفيزيائية عالية الدقة لتحسين حصر المواد النووية.

وفيما يتعلق بالمواد السائبة المتجانسة، مثل براميل أكسيد اليورانيوم على سبيل المثال، يتم ذلك أولاً بواسطة القيام بعناية ودقة بوزن المفردة السائبة الأصلية المختارة عشوائياً باستخدام نظام متخصص يطلّق عليه خلية الحمل (لمعرفة هذا النظام وغيره من المعدات، يرجى الرجوع إلى الصفحة ١٨). ويأخذ المشغّل بعدنّذ عينات بحجم الغرام من المفردة السائبة، تحت مراقبة مفتّش الوكالة. ويتم بعدنّذ وزن هذه العينات بحجم الغرام بعناية كذلك في المرفق.

وفور ما تودّع هذه العينات في مختبر المواد النووية، يُعاد وزنها ثم تُحلّل للكشف عن نسبة اليورانيوم، وكذلك عن تركيبه النظيري. وبقياس نسبة اليورانيوم في العينة ووزن العينات وكذلك المفردة الأصلية، يستطيع أخصائيو الوكالة حساب كمية اليورانيوم بدقة في المفردة السائبة. ويقارنون بعد ذلك هذه الاستنباطات بالمعلومات التي أعلن عنها المرفق وكذلك السجلات التاريخية للنتائج التحليلية من العينات التي أخذت من المنطقة المادية ذاتها التي يتم فيها الإشراف على كميات المواد النووية والمعروفة بعبارة منطقة قياس المواد النووية.

وفيما يتعلق ببعض المنتجات التي لا يمكن أخذ عينات منها بسهولة، أو المواد غير المتجانسة التي لا يمكن أخذ عينات تمثيلية منها، تُستخدم أساليب أخرى للتحقق من تركيباتها الكيميائية أو النظرية.

## الدقة والجودة والثقة

إنّ مراقبة الجودة عنصر أساسي للحفاظ على الثقة في الاستنباطات التحليلية المستخدمة لأغراض التحقق في مجال الضمانات. وكجزء من مختبر معتمد دولياً، يستخدم الموظفون أساليب تحليلية تم التحقق من صلاحيتها لإجراء التحليلات. وتُستخدم مواد مرجعية معتمدة لرصد جودة القياسات في المختبرات، كما أنّ المشاركة في برامج المقارنات بين المختبرات تضمن أن تكون معايير القياس ومعايرة الأجهزة دقيقة. ويقوم موظفو المختبرات كذلك بتدريب مفتّشي الضمانات على الإجراءات من أجل القيام بصورة سليمة بجمع ومناولة العينات، بدءاً من كيفية تفادي انتقال التلوث إلى أخذ عينات مفردات المواد النووية بطريقة تمكّن من التوصل إلى عينات تمثيلية.

# الفحص بالمسح: جمع العينات البيئية وتحليلها

بقلم آبه ديكيست

وفي حين أن العديد من أساليب التحقق في مجال الضمانات يهدف إلى فحص وتأكيد نوع وكمية المواد النووية التي تعلن عنها الدولة فإن أخذ العينات البيئية يُستخدم للتحقق من عدم وجود مواد نووية غير معلنة.

## كيف بدأت الوكالة أخذ العينات بالمسح

في تسعينات القرن الماضي، قُصِف مرفق نووي في العراق، ولم يكن هناك أي سبيل لاضطلاع مفتشي الوكالة بأنشطة التحقق التقليدية في الموقع المدمر. وبدلاً من ذلك ابتكر المفتشون سبباً أخرى. فقد استخدموا منسوجات قطنية من أجل 'مسح' مفردات ناشئة من المرفق المدمر، وحلّوها لتحديد العناصر التي استُخدمت في المرفق قبل تدميره. وتم تحديد نطاق كامل من اليورانيوم، بدءاً من اليورانيوم المستنفد إلى اليورانيوم الشديد الإثراء. وتمكّن المتسجون الملوّثة من الكشف عن معلومات هامة عن تاريخ المرفق النووي المدمر. ومن هنا وُلدت فكرة استخدام أخذ العينات بالمسح كجزء من أنشطة التحقق التي تضطلع بها الوكالة.

وأخذ العينات البيئية هو اليوم جزء من العمليات النمطية للوكالة. ويتم في 'الغرفة النظيفة' في المختبر إعداد جميع أطقم أدوات أخذ العينات البيئية التي تُستخدم لأغراض التفتيش. ولا تُفتح طرود العينات المسحوبة المختومة إلا في منطقة التفتيش المعيّنة. ويحتوي طرد العينات على زوجي قفاز مطاطي، و٦ إلى ١٠ عينات مسحية قطنية، وكذلك على علب تُغلق بزمام منزلق لوضع العينات المسحوبة. وتوضع هذه المفردات بعدئذ في كيس خارجي مختوم إلى أن تصل إلى الوكالة.

وتؤخذ عينات مسحية عدة مرات من الأسطح في مواقع متنوعة في المرفق النووي أو المرفق المرتبط به. وعندما تعود هذه العينات إلى المختبر، تخضع لتحليلات عالية التطور باستخدام تكنولوجيا متقدّمة (انظر الإطار).

وتُحلّل العينات في مختبر الوكالة وكذلك في المختبرات التسعة عشر المعتمدة في ثماني دول أعضاء في الوكالة وفي الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية (اليوراتوم). وتشكل مختبرات موجودة في أستراليا وألمانيا والبرازيل وجمهورية كوريا وروسيا وفرنسا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية واليابان جزءاً من شبكة الوكالة للمختبرات المنتسبة.

**يُضَغَط** الهواء ثم يُصَفَّى بعناية ويُرصد عن كثب. ويهزّ العلماء والتقنيون عبر مناضح هوائية قبل الدخول. أهلاً وسهلاً في مختبر العينات البيئية التابع للوكالة أو 'المختبر النظيف' في زايرسدورف بالنمسا حيث يُحلّل أكثر من ٣٠٠ عينة كل سنة للتحقق من أن المرافق النووية استُخدمت كما أُعلن عنها.

وتوفير ظروف المختبر النظيف ضروري ليتسنى تحديد أصغر آثار لليورانيوم و/أو البلوتونيوم في العينات المسحية التي يأخذها المفتشون في مفاعلات البحوث ومحطات الإثراء وغيرها من المرافق النووية لتحليلها. والآلات المستخدمة هي آلات حساسة لدرجة أنها تستطيع التعرف على اليورانيوم والبلوتونيوم عند أوزان تقل عن واحد من الترليون من الغرام في أي عينة.



"مهما كان عدد مرات قيامكم بتنظيف مطبخ ما، ستبقى دائماً بقعة من غبار المواد. وينطبق ذلك أيضاً على المرفق النووي. ويمكن ذلك من أن يكشف تحليل العينات المسحية البيئية عن العناصر التي استُخدمت" هذا ما قاله السيد شتيفن فوغت، رئيس مختبر العينات البيئية التابع للوكالة.

"مهما يكون عدد مرات قيامكم بتنظيف مطبخ ما، فستبقى بقعة من غبار المواد موجودة دائماً. وينطبق ذلك أيضاً على المرفق النووي. ويمكن ذلك من أن يكشف تحليل العينات المسحية البيئية العناصر التي استُخدمت."

– شتيفن فوغت، رئيس مختبر العينات البيئية التابع للوكالة.

مفتشون يأخذون عينة مسحية في مرفق نووي. (الصورة من: إدارة الضمانات التابعة للوكالة)





طقم أدوات خاص بالعينات يُستخدم في أخذ العينات البيئية.  
(الصورة من: إدارة الضمانات التابعة للوكالة)

وللحفاظ على سرية العملية، تخضع جميع العينات المسحوبة والمجمّعة لنظام دقيق لوضع بطاقات التعريف، يزيل هوية البلد ومكان جمع العينة. وقال السيد فوكت إنّ هذه العينات التي لا تحمل اسمًا تخضع لفحص استقصائي أولي بحثا عن البصمات المشعة وتكوينات العناصر الرئيسية، ثم تُرسل إلى المختبرات المخصصة في الدول الأعضاء. وتشمل العينات التي ترسلها الوكالة أيضا عينات مخفية التكوين، وذلك لمراقبة الجودة لكي يتسنى تقييم القياسات قياسًا على المعايير التي تضعها الوكالة والحفاظ على جودة عالية متسقة.

وجمع العينات البيئية بعناية وتحليلها تحليلًا دقيقًا هو اليوم عنصر أساسي من عمل الوكالة المتعلق بالضمانات. وقال السيد تيرو فارخورانتا، نائب المدير العام لشؤون الضمانات في الوكالة: "هذه الأنشطة تمكّن الوكالة من التحقق من أنّ المرافق النووية كانت مستخدمة على النحو المُعلن عنه، ومن بناء الثقة في الاستخدامات السلمية للتكنولوجيا النووية."

## العلم

### تعقّب آثار عناصر البصمات والنظائر

يجري فحص جميع العينات المسحوبة باستخدام قياس طيف أشعة غاما والأشعة السينية، الذي يستطيع الكشف عن أنواع العناصر والنظائر المشعة الموجودة. وقال السيد فوكت: "المنهجية المستخدمة لفحص العينات المسحوبة هي منهجية غير متلفة، أي أنّ العينات لا تُدمر أو تتحلل قبل فحصها ولا تُقوّض في أثناء عملية الفحص."

وتُستخدَم أجهزة قياس الطيف الكتلي لتحديد التركيب النظيري لليورانيوم أو البلوتونيوم الموجود في العينات المسحوبة. وهذه طريقة حساسة جدًا لدرجة أنها تستطيع تحديد جسيم منفرد أصغر من عرض الشعرة بعشر مرات.

ويقوم المطياف الكتلي الكبير النسق للأيونات الثانوية بقياس التركيب النظيري لليورانيوم في جسيمات بحجم الميكرومتر. وهو يوفر أداة تحليلية قوية لتحديد 'البصمة النظرية' لجسيمات اليورانيوم المنفردة. وهناك طريقة أخرى لتحليل العينات وهي التحليل الإجمالي، أي النظر في محتوى اليورانيوم والبلوتونيوم وتركيبهما النظيري في المادة المجمّعة الموجودة في العينة المسحوبة. وأضاف السيد فوكت إنّ العينات تُرسل عادة بالتزامن لإجراء التحليل الإجمالي والتحليل الجُسيمي.



عينات مسحوبة يجري تحليلها في مختبر العينات البيئية التابع للوكالة في زايرسدورف بالنمسا.

(الصورة من: دين كالم/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

# استكمال الصورة: استخدام الصور الملتقطة بالسواتل لتعزيز قدرات الوكالة المتعلقة بالضمانات

بقلم رودولفو كوينكو



تُستخدَم الصور الملتقطة بالسواتل لوضع خطط موقعية من أجل جمع المعلومات عن المباني والهياكل الموجودة في موقع ما. وفي هذه الصورة، يناقش المحللون الخطة الموقعية. (الصورة من: دين كالما/الوكالة الدولية للطاقة الذرية) الساتل

من عناصر التحقق من إعلانات أي دولة ما. وأضافت السيدة شتاينماوس: إن "الصور الملتقطة بواسطة السواتل التجارية أصبحت مصدرًا هامًا جدًا للمعلومات بالنسبة لإدارة الضمانات التابعة للوكالة، ولاسيما فيما يتعلق بالأماكن التي لا تستطيع الوكالة أن تصل إليها".

ويُستخدم تحليل الصور الملتقطة بالسواتل بصورة روتينية في الأنشطة التالية المتعلقة بالضمانات:

- للتحقق من دقة واكتمال المعلومات التي تقدمها الدول؛
- للمساعدة على تخطيط الأنشطة الميدانية وأنشطة التفتيش؛

في تنفيذ الضمانات، تجمع الوكالة وتقيّم مجموعة واسعة من المعلومات المتصلة بالضمانات بغية التحقق من الالتزامات الدولية للدول بأن لا تستخدم المواد والتكنولوجيا النووية إلا للأغراض السلمية. ويشمل ذلك المعلومات التي تُجمَع من المصادر المفتوحة، بما في ذلك الصور الملتقطة بواسطة السواتل التجارية.

وقالت السيدة كارين شتاينماوس، رئيسة قسم تحليل البنى الأساسية الحكومية في الوكالة: "تحليل الصور يستكمل المعلومات التي تقدمها الدول، ويمكن أن يكون عنصرًا هامًا

## الصور الملتقطة بالسواتل خلال حادث فوكوشيما

واستطاعت الوكالة أن تتلقى الصور وتحللها يوميًا. وفي الفترة بين ١١ آذار/مارس ونهاية أيار/مايو من ذلك العام حصلت الوكالة على ١٥٧ صورة لليابان ملتقطة بالسواتل التجارية، منحتها 'خدمة أحداث الأزمات' ١٣٠ منها.

وكشف التقييم الأولي للصور الملتقطة بالسواتل عن أضرار في مواقع نووية متعددة، ولكن سرعان ما اتضح أن الأزمة كانت متمركزة في محطة فوكوشيما دايتشي للقوى النووية. وأدت الصور الملتقطة بواسطة السواتل التجارية دورًا حاسمًا في دعم مركز الحوادث والطوارئ التابع للوكالة، لإبلاغ الدول الأعضاء وكذلك التواصل مع جمهور أوسع نطاقًا في الأيام والأشهر التي تلت الحادث.

تتجاوز أهمية الصور الملتقطة بالسواتل مجرد التحقق من إعلانات الدول وتخطيط ودعم أنشطة التحقق والكشف عن الأنشطة غير المُعلن عنها والتحقق منها. فهي تؤدي كذلك دورًا هامًا في رصد أنشطة دورة الوقود النووي. ويشكل الحادث الذي وقع في محطة فوكوشيما للقوى النووية مثالاً عن ذلك.

فعندما ضرب زلزال بقوة ٩,٠ درجات ساحل الشمال الشرقي لليابان في ١١ آذار/مارس ٢٠١١، أدى ذلك إلى سلسلة من الأحداث أفضت في نهاية المطاف إلى حادث نووي. وبعد ظهيرة ذلك اليوم، شرعت إدارة الضمانات التابعة للوكالة في جمع الصور الملتقطة بالسواتل لتقييم الخسائر المحتملة في مجموعة واسعة من المواقع النووية اليابانية.

## تحديات وفرص المستقبل

في السنوات الأخيرة، اتسعت التحديات والفرص المتعلقة بتحليل الصور الملتقطة بالسواتل اتساعاً كبيراً. وتقدم أجهزة الاستشعار الجديدة ذات الاستبانة الفضائية والمكانية العالية وذات 'فترات المعاودة' الأفضل كثيراً فرصاً لم يسبق لها مثيل لرصد المواقع والأنشطة.

وبالإضافة إلى الصور البصرية فإن رادارات التصوير التجارية، وأجهزة الاستشعار الجديدة العاملة بالأشعة تحت الحمراء، وصور الفيديو المتحصل عليها من السواتل، يمكن أن تعزز العملية التحليلية. وتزود هذه القدرات المحلّلين بتقنيات مختلفة للحصول على معلومات إضافية تدعم متطلبات التحقق التشغيلي الخاصة بالوكالة.

- للكشف عن التغيرات ورصد الأنشطة في المواقع المتصلة بدورة الوقود النووي؛
- للتعرف على الأنشطة غير المُعلن عنها المحتملة.

## قيمة الصور الملتقطة بالسواتل بالنسبة للضمانات: حالة جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية

تساعد الصور الملتقطة بالسواتل الوكالة على مواكبة التطورات الحاصلة في البرنامج النووي لجمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية، رغم أنها لا تستطيع القيام بأنشطة التحقق المادي في ذلك البلد. ويتسم رصد التطورات في موقع يونغبيون بأهمية خاصة.

ويسمح استخدام الصور الملتقطة بالسواتل للوكالة بإعداد وتحديث خطة مفصلة لتنفيذ أنشطة الرصد والتحقق في جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية في حال عودة المفتشين إلى ذلك البلد.

"أصبحت الصور الملتقطة بواسطة السواتل التجارية مصدرًا هامًا جدًا للمعلومات بالنسبة لإدارة الضمانات التابعة للوكالة، ولاسيما فيما يتعلق بالأماكن التي لا تستطيع الوصول إليها."

- كارين شتاينماوس، رئيسة قسم تحليل البنى الأساسية الحكومية في الوكالة

## تحقيق المستوى الأمثل لضمانات الوكالة بقلم تيرو فارخورانتا، نائب المدير العام لشؤون الضمانات

وهناك ثلاثة أساليب نقوم بذلك من خلالها. فأولها أننا نستفيد استفادة تامة من التكنولوجيات العصرية المتاحة. وثانيها أننا نبسّط عملياتنا الداخلية. وثالثها أننا نشجّع الدول، عند الاقتضاء، على تحسين تعاونها على تنفيذ الضمانات.

وفضلاً عن ذلك، أثبت الاتفاق النووي المعقود بين إيران والقوى الكبرى في تموز/يوليه ٢٠١٥ أهمية إدارة الضمانات في التمكن من الاستجابة بفعالية وسرعة لطلبات التحقق الجديدة الواردة من الدول الأعضاء في الوكالة.

إنّ لديّ شعوراً إيجابياً إزاء مستقبل ضمانات الوكالة ومساهمتها في الأمن العالمي. فلدينا ولاية قانونية قوية ودعم سياسي واسع الانتشار والقدرات التقنية اللازمة ليتسنى لنا تقديم توكيدات للعالم بأن المواد النووية تُستخدم استخداماً سلمياً.

ورؤيتي للضمانات هي رؤية تعتبر فيها الدول والصناعة النووية الوكالة قيمة مضافة؛ ونواصل فيها استخلاص استنتاجات مستقلة وذات مصداقية بشأن الضمانات؛ وتستمر فيها المعالجة الحازمة لأي قضية ذات أهمية من حيث الضمانات.

تقدّم ضمانات الوكالة مساهمة جوهرية في الأمن الدولي. فمن خلال الضمانات، تردع الوكالة انتشار الأسلحة النووية، وتقدم توكيدات ذات مصداقية بأن الدول تحترم التزاماتها الدولية بأن لا تستخدم المواد النووية إلا للأغراض السلمية. كما أن أنشطة التحقق المستقل التي تضطلع بها الوكالة تتيح لها تسهيل بناء الثقة الدولية وتعزيز الأمن الجماعي للجميع.

ولا يقف ميدان التكنولوجيا النووية ساكناً. ففي السنوات الخمس الماضية، دخلت حيز النفاذ ٧ اتفاقات ضمانات جديدة و٢٣ بروتوكولاً إضافياً جديداً. وتزايدت كميات المواد النووية الخاضعة للضمانات بنسبة ١٧٪، وتزايد عدد المرافق النووية الخاضعة للضمانات بنسبة ٥٠٪. ومع استمرار توسّع البرامج النووية المدنية، ستواصل هذه الاتجاهات مسيرتها.

وفي حين تواصل الأعباء الملقاة على عاتق إدارة الضمانات تزايدها، مدفوعة بالتزاماتنا القانونية في مجال التحقق، لا تتزايد ميزانيتنا بطريقة متناسبة. ولذلك يجب، لكي نواصل تعزيز فعاليتنا، أن نصبح أكثر كفاءة. وبعبارة أخرى: أن نحقق إنتاجية أكبر.



تيرو فارخورانتا، نائب المدير العام لشؤون الضمانات (الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

# إيران والوكالة: التحقق والرصد في إطار خطة العمل الشاملة المشتركة

وفي إطار خطة العمل الشاملة المشتركة، وافقت إيران كذلك على تنفيذ الالتزامات الطوعية المتصلة بالمجال النووي، المعروفة باسم 'تدابير الشفافية'، والتي تشمل منح مفتشي الوكالة إمكانية معرّزة للوصول إلى مناجم اليورانيوم ووحدات تجهيزه، والإشراف المستمر على أماكن تصنيع وتخزين الطاردات المركزية (انظر الشكل الوارد أدناه للحصول على لمحة عامة عن الالتزامات النووية الرئيسية لإيران وتوقيتها في إطار الخطة). وتتجاوز هذه التدابير نطاق البروتوكول الإضافي، وستساعد الوكالة على تحسين فهم أنشطة إيران النووية.

## مستوى أعلى من الالتزام

نتيجة لتنفيذ خطة العمل الشاملة المشتركة، زادت موارد الوكالة المخصصة للتحقق والرصد في إيران زيادة كبيرة (انظر الشكل البياني أعلاه). فعلى سبيل المثال، تنقل نظم المراقبة عن بُعد (انظر المقال الوارد في الصفحة ٢٢) الآن إلى الوكالة كل يوم صوراً وبيانات نووية أكثر بنسبة ٢٥٪ مقارنة بما كانت تنقله قبل تنفيذ الخطة، وما يقارب ضعف عدد الصور والبيانات النووية التي كانت تنقلها قبل عام ٢٠١٤، عندما شرعت الوكالة في أنشطة التحقق والرصد فيما يتعلق بإطار مؤقت، وهو خطة العمل المشتركة، تم الاتفاق عليه بين إيران ومجموعة بلدان الاتحاد الأوروبي الثلاثة+٣ في عام ٢٠١٣.

في ١٦ كانون الثاني/يناير ٢٠١٦، أعلن السيد يوكيا أمانو، المدير العام للوكالة، أن إيران أكملت الخطوات التحضيرية الضرورية للشروع في تنفيذ خطة العمل الشاملة المشتركة (الخطة). ويستهل ذلك مرحلة جديدة في العلاقات بين الوكالة وإيران، ويمثّل بداية لزيادة جهود الوكالة في مجال أنشطة التحقق والرصد في إيران.

وقد تم الاتفاق على الخطة في تموز/يوليه الأخير بين إيران والصين وفرنسا وألمانيا وروسيا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي، وهي ما يُطلق عليه مجموعة بلدان الاتحاد الأوروبي الثلاثة+٣. وتقوم الوكالة، التي ليست طرفاً في الخطة، بمجموعة واسعة من أنشطة التحقق والرصد للالتزامات المتصلة بالمجال النووي الواردة في تلك الوثيقة.

وقد التزمت إيران في الخطة بتقليل عدد طارداتها المركزية الخاصة بالإثراء بنحو الثلثين وبأن لا تثرى اليورانيوم بنسبة تتجاوز ٣,٦٧٪ من اليورانيوم-٢٣٥. كما وافقت على أن تتفد مؤقتاً البروتوكول الإضافي، وهو اتفاق قانوني يمنح الوكالة إمكانية أوسع للوصول إلى المعلومات والأماكن في أي دولة ما، علاوة على المرافق والمواد النووية المعلن عنها. ويرفع ذلك من قدرة الوكالة على التحقق من الاستخدام السلمي لجميع المواد النووية في تلك الدولة.

## الالتزامات الرئيسية لإيران في إطار خطة العمل الشاملة المشتركة

عدم وجود يورانيوم ضعيف الإثراء مثري بنسبة تتجاوز ٣,٦٧٪

خزون محدود من اليورانيوم الضعيف الإثراء لا يتجاوز ٣٠٠ كغ

عدم وجود يورانيوم مثري في محطة فوردو لإثراء الوقود

عدم وجود مرافق إثراء جديدة

عدم وجود مفاعلات ماء ثقيل

تصدير الفائض من الماء الثقيل

لفترة ١٥ سنة

إمكانية وصول الوكالة إلى مناجم

اليورانيوم ووحدات تجهيزه

لفترة ٢٥ سنة

اتفاق الضمانات الشاملة والبروتوكول الإضافي

والبند المعدّل ١-٣

لفترة ٢٠ سنة

مراقبة الوكالة لتصنيع الطاردات المركزية

لفترة ١٠-٨ سنوات

عدم وجود طاردات مركزية متقدمة

بحث وتطوير محدود باستخدام الطاردات المركزية

عدد محدود من الطاردات المركزية في محطة إثراء

الوقود في ناتانز

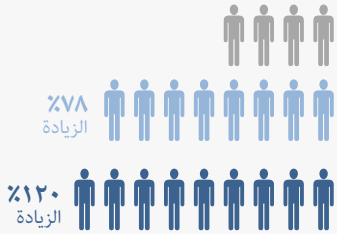
# الزيادة في الموارد اللازمة

**CSA + AP + JCPOA**  
اتفاق الضمانات الشاملة + البروتوكول الإضافي +  
خطة العمل الشاملة المشتركة

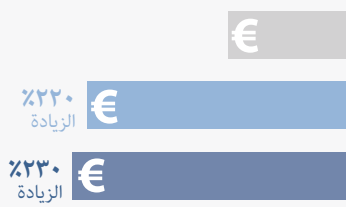
**CSA + JPA**  
اتفاق الضمانات الشاملة +  
خطة العمل المشتركة

**CSA**  
اتفاق الضمانات الشاملة

## الموارد البشرية



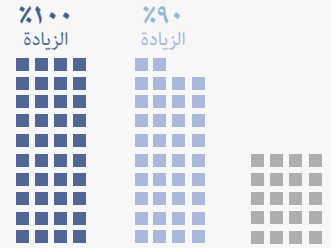
## التكاليف السنوية



## نظم المراقبة



## الأيام في الميدان/السنة

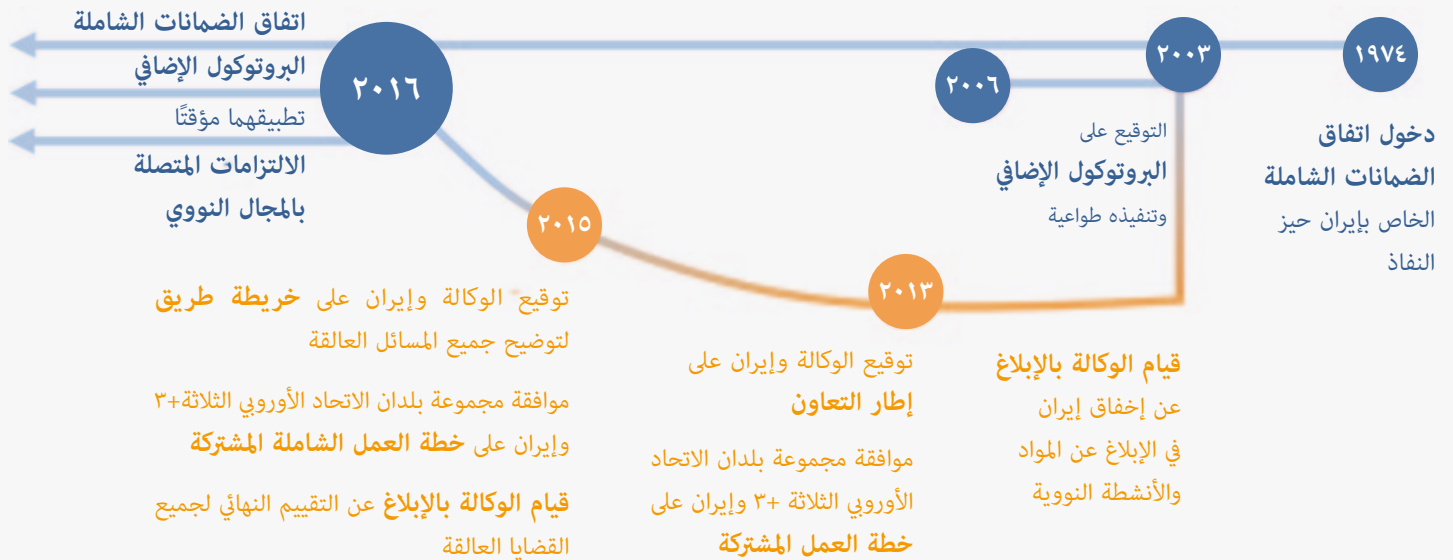


وقد قال السيد تيرو فارخورانتا، نائب المدير العام لشؤون الضمانات إنّه "رغم أن الكثير من العمل ينتظرنا فإن الوكالة تتمتع بالدراية والخبرة اللازمتين للقيام بهذا العمل." ويمثّل الجمع بين اتفاق الضمانات الشاملة الخاص بإيران وبروتوكولها الإضافي والتزاماتها المتصلة بالمجال النووي في إطار خطة العمل الشاملة المشتركة مكسبًا صافيًا واضحًا من حيث التحقق.

وازداد عدد موظفي الوكالة المخصصين لأنشطة التحقق والرصد في إيران بما يقارب الربع منذ العام الماضي، وإلى أكثر من الضعف منذ ما قبل عام ٢٠١٤.

وسيتطلب تنفيذ الوكالة لأنشطة التحقق والرصد في إطار الخطة نفقات إضافية قدرها ٩,٢ مليون يورو في السنة. وميزانية الوكالة المخصصة لهذه الأنشطة أعلى بمقدار ٢,٣ أضعاف مما كانت عليه قبل تنفيذ الخطة.

## إيران وضمانات الوكالة: التواريخ الرئيسية



# كيف تساهم الوكالة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة

بقلم نيكول جاويرث وميكولوس غاسبار

## أهداف

التنمية المستدامة السبعة عشر هي مجموعة من الغايات التي اتفقت عليها الجمعية العامة للأمم المتحدة في أيلول/سبتمبر ٢٠١٥. وهي تهدف إلى تحفيز العمل خلال السنوات الخمس عشرة المقبلة في مجالات ذات أهمية حرجة بالنسبة للإنسانية وكوكب الأرض. وهي توازن بين الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة: الاقتصادي والاجتماعي والبيئي.

وتجعل الوكالة التكنولوجيا النووية السلمية متاحة لدولها الأعضاء في العديد من الميادين، بما في ذلك الطاقة والصحة البشرية والإنتاج الغذائي وإدارة المياه وحماية البيئة، وجميعها مجالات هامة معترف بها في أهداف التنمية المستدامة.

ولإلقاء الضوء على دور العلوم والتكنولوجيا النووية، وبالتالي دور الوكالة، في بعض المجالات التي تغطيها أهداف التنمية المستدامة، ترد فيما يلي لمحة عن الكيفية التي تقدم بها الوكالة الدعم للبلدان في استخدام التقنيات النووية والنظرية. ومن المتوقع أن يتكاثف هذا العمل على ضوء أهداف التنمية المستدامة، وسيساعد على جعل العالم أقرب إلى تحقيق الأهداف ذات الصلة.

كثيرا ما تكمن جذور الجوع وسوء التغذية في انعدام الأمن الغذائي والتحديات الزراعية، ويتسبب في تدني الرفاهية وتأزم الاقتصادات. ومن خلال



ولا يمكن تحقيق التنمية المستدامة إذا كانت الصحة تعاني من جراء أمراض وظروف



صحية موهنة. وللمساعدة على تحقيق هدف التنمية المستدامة المتمثل في إحداث تخفيض بنسبة الثلث في الوفيات الناجمة عن الأمراض غير المعدية فإن الوكالة في وضع جيد يمكنها من مساعدة البلدان على التصدي بنجاح للسرطان بمساعدتها على وضع برامج شاملة لمكافحة السرطان، وإنشاء مرافق الطب النووي والعلاج الإشعاعي للأورام، وكذلك دعم تعليم وتدريب المهنيين الصحيين المتخصصين. ويساهم عمل الوكالة في تحسين مكافحة السرطان والحصول على الرعاية في كل أنحاء العالم.

وتعمل الوكالة كذلك على تحسين استخدام المرافق وموثوقيتها، بما يشمل مفاعلات البحوث التي تنتج النظائر المشعة المنقذة للحياة، وعلى دعم البلدان في الحد من تعرض المرضى المفرط للإشعاعات خلال الإجراءات الطبية.

وبوجود إمكانية أكبر للحصول على الإشعاعات وعلى تكنولوجيات الطب النووي، تستطيع البلدان أيضا أن تزيد من دقة تشخيص ومعالجة أمراض مثل مرض القلب والأوعية الدموية، وكذلك رصد وتقييم ظروف صحية مثل السل وغيره من حالات العدوى.

الوكالة وشراكتها مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، تعمل عدة بلدان حول العالم على تحسين الأمن الغذائي والزراعة باستخدام التقنيات النووية والنظرية لحماية النباتات من الآفات الحشرية ولاستيلا أصناف جديدة من النباتات تكون أفضل من حيث الغلال المحصولية و/أو مقاومة الأمراض و/أو تحمّل الجفاف. وتستخدم بلدان أخرى هذه التقنيات لحماية صحة ماشيتها وتعزيز التناسل. فعلى سبيل المثال، تساعد الوكالة بلداناً مثل السنغال على استخدام تقنية الحشرة العقيمة في استئصال ذبابة تسي تسي التي كانت تقضي على أعداد كبيرة من الماشية.

وعند تحضير المواد الغذائية للاستهلاك، يساعد التشجيع على ضمان جودتها وسلامتها. ومساعدة من الوكالة، تستخدم بعض البلدان التشجيع للقضاء على البكتيريا التي يمكن أن تكون ضارة وللقضاء على الآفات الحشرية غير المرغوب فيها، بينما تستفيد بلدان أخرى من استخدامها في تمديد فترة صلاحية الأغذية.

وكثيرا ما يؤدي انعدام الأمن الغذائي والتحديات الغذائية إلى الجوع وسوء التغذية. وباستخدام تقنيات النظائر المستقرة، يستطيع المهنيون الصحيون رصد تركيب الجسم ومدخوله الغذائي وامتصاصه للأغذية، بغية تحسين فهم تعقيدات سوء التغذية وما إذا كانت تدابير المعالجة والوقاية تتسم بالفعالية.



(الصورة من: فيليب ب إغلي/ CC BY 3.0)



(الصورة من: IUCNweb/flickr.com/CC BY 2.0)



(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

تسهم إسهامًا كبيرًا في تحقيق النمو الاقتصادي، ولها دور هام في دعم التنمية المستدامة.

وبمساعدة من الوكالة، عملت بعض البلدان على زيادة القدرة التنافسية لصناعاتها باستخدام هذه التكنولوجيات لإجراء الاختبارات غير المتلفة في مجال الأمان والجودة، واستخدام تكنولوجيات التشعيع لتحسين ديمومة المنتجات، من إطارات السيارات إلى خطوط الأنابيب ومن الأجهزة الطبية إلى الكوابل.

فعلى سبيل المثال، ساهم الاختبار الصناعي باستخدام التكنولوجيا النووية في قدرة قطاع التصنيع في ماليزيا على المنافسة. وبنى البلد نفسه سوقًا متخصصة في هذا المجال في جنوب شرق آسيا، متيحًا للمصنّعين في البلدان المجاورة خدمات الاختبار غير المتلف باستخدام الأجهزة النووية.

ويحسّن التشعيع أيضًا الاستدامة الصناعية عن طريق المساعدة على تقليل الأثر البيئي من خلال معالجة غازات المداخن في محطات توليد القوى التي تعمل بحرق الفحم ومن خلال تحديد مسارات التلوث في الهواء.

وتستطيع العلوم النووية، بما في ذلك القوى النووية، أن تؤدي دورًا هامًا في الحد من تغير

المناخ وفي التكيف معه. وتعتبر القوى النووية، إلى جانب طاقة الرياح والطاقة المائية، إحدى التكنولوجيات ذات أقل قدر من الانبعاثات الكربونية المتاحة لتوليد الكهرباء. وتعمل الوكالة على زيادة الوعي العالمي بدور القوى



بعض البلدان الآن إلى التكنولوجيا النووية لمعالجة مياه المجاري الصناعية وتقليل الملوثات وتحسين جودة الماء، بما يجعل الماء أكثر أمانًا لإعادة استخدامه.

والحصول على طاقة نظيفة وموثوقة وميسورة التكلفة شرط مسبق لتحقيق النمو الاقتصادي

المستدام وتحسين الرفاه البشري، الأمر الذي يؤثر في الصحة والتعليم وفرص العمل. وتحفز الوكالة استخدام القوى النووية بكفاءة وأمان عن طريق دعم البرامج النووية القائمة والجديدة في جميع أنحاء العالم، وتحفيز الابتكار، وبناء القدرات في مجال تخطيط وتحليل الطاقة وفي مجال إدارة المعلومات والمعارف النووية. وتساعد الوكالة البلدان على الاستجابة للطلبات المتزايدة على الطاقة لأغراض التنمية، وتعمل في الوقت ذاته على تحسين الأمان النووي وتقليل الآثار البيئية والصحية والحد من تغير المناخ.

وتدعم الوكالة البلدان التي تنظر في استحداث أو توسيع قدراتها الخاصة بتوليد القوى النووية والتي تخطط لذلك، فتساعدها وتوجّهها عبر جميع مراحل العملية من أجل استخدام القوى النووية بصورة مأمونة وآمنة.

وتشكّل التكنولوجيات الصناعية المتطورة ركيزة لنجاح الاقتصادات القوية في البلدان المتقدمة

والنامية على حد سواء. وتستطيع العلوم والتكنولوجيا النووية على وجه الخصوص أن



وعلى سبيل المثال، يستطيع الآن العلماء والعاملون في المجال الصحي في غواتيمالا، بمساعدة التقنيات النووية، تحديد أسباب وعواقب سوء التغذية لدى أطفال البلد، بما يمكن صانعي السياسات من وضع استراتيجيات لمكافحة السمنة والتقرّم. وتدعم الوكالة كذلك البلدان في تطوير قدرات الكشف المبكر عن الأمراض التي تنتقل من الحيوان إلى البشر، مثل الإيبولا.

والماء عنصر أساسي للحياة. ومع تزايد السكان وتوسع الاقتصادات، أضحت توفير إمكانية

الحصول على المياه النظيفة المأمونة أمرًا لا بد منه. وتلقي التقنيات النظرية الضوء على عمر المياه وجودتها. وتستخدم بعض البلدان، مثل البرازيل، هذه التقنيات لتنفيذ خطط الإدارة المتكاملة لموارد المياه، من أجل الاستخدام المستدام للموارد وحماية المياه والنظم الإيكولوجية المتصلة بها، بينما تستخدم بلدان أخرى البيانات لمعالجة شح المياه وتحسين إمدادات المياه العذبة.

ويشمل عمل الوكالة مساعدة المزارعين في أفريقيا على استخدام مواردهم المائية الشحيحة بكفاءة، من خلال التقنيات النووية والنظرية، وإنشاء مختبرات النظائر في الشرق الأوسط لدراسة موارد المياه الجوفية، والمساعدة على تطوير سياسات استخدام وإدارة المياه في منطقة الساحل.

وبما أن للمجتمع تأثيره فإن تلوث المياه يمثل كذلك أحد التحديات. وبدعم من الوكالة، تلجأ



(الصورة من: ب.س. هاي/معهد دالات للبحوث النووية)

(الصورة من: الفاو/الوكالة)

(الصورة من: عبد الناصر إبراهيم/مركز ماداني للتدريب على الاختبارات غير المتلفة)

وفي عام ٢٠١٤، قدّمت الوكالة الدعم من خلال برنامجها للتعاون التقني إلى ١٣١ بلدًا وإقليمًا. وتعمل الوكالة، بالتعاون مع شركائها، ومن بينهم شبكة عالمية لمؤسسات الموارد ومراكز التعاون الإقليمية، على ترويج صنع السياسات استنادًا إلى العلوم وإمكانية الحصول على التكنولوجيا والابتكار.

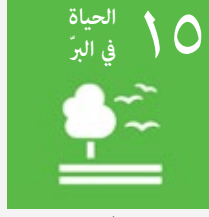
كما أن الشركات العريقة، مثل الشركات القائمة مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) ومنظمة الصحة العالمية، تتيح للمنظمات الدولية تجميع مهاراتها ومواردها في مجالات خبرة كل منها وولاية كل منها لدعم الدول الأعضاء.

ولضمان أن تكون المساعدة التي تقدمها الوكالة مصممة لتلبية الاحتياجات والأولويات المحددة التي تخص المستفيدين منها، وأنها مستدامة على الأجل الطويل، تستند الأنشطة إلى المشاورات مع الدول الأعضاء. وهناك أكثر من ٩٠ دولة عضوًا لديها بالفعل أطر برنامجية قُطرية تحدّد مجالات التعاون مع الوكالة على دعم أولوياتها التنموية الوطنية.

وتتبادل الدول الأعضاء في الوكالة كذلك معارفها وتكنولوجياتها وأفضل ممارساتها من خلال مشاريع التعاون التقني الإقليمية - بما فيها الاتفاقات الإقليمية/التعاونية - والمشاريع البحثية المنسقة، والمشاريع المتعلقة بمختبرات الوكالة المتخصصة. وتعمل الوكالة على ترويج وتسهيل التعاون الثنائي والتعاون فيما بين بلدان الجنوب والتعاون دون الإقليمي والمواضيعي فيما بين البلدان والجهات الرقابية والمؤسسات.

للتعاون العلمي، وتمثل موارد رئيسية لتحليل ورصد الشوائب والملوثات البحرية.

ويمكن أن يؤدي التصحر وتدهور الأراضي وتآكل التربة إلى تعريض حياة الناس وسبل عيشهم للخطر. وتوفّر التقنيات النظرية تقييمات دقيقة لتآكل التربة وتساعد على تحديد وتعقب البؤر النشطة لتآكل التربة، فتوفّر أداة هامة لعكس تدهور الأراضي وإصلاح التربة. وتشمل هذه التقنيات النويدات المشعة المتساقطة، التي تساعد على تقييم معدلات تآكل التربة، وتحليل النظائر المستقرة بمركبات معيّنة، الذي يُستخدم لتحديد منشأ التربة المنجرفة. وعلاوة على ذلك، تدعم الوكالة الدول الأعضاء في الوفاء بالتزاماتها المتعلقة بمكافحة التصحر.



ويساعد الدعم الذي تقدّمه الوكالة في هذه المجالات العديد من البلدان على جمع المعلومات باستخدام هذه التقنيات لصوغ الممارسات الزراعية الرامية إلى استخدام الأراضي استخدامًا أكثر استدامة. ويساهم ذلك في زيادة الدخل، ويحسن في الوقت ذاته أساليب حفظ التربة وحماية الموارد والنظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي.

ويستخدم المزارعون في بلدان نامية مثل فييت نام هذه الأدوات لتحديد مصدر تآكل التربة الذي يصيب مزارعهم، فتتيح لهم إمكانية إنقاذ مزارعهم وزيادة دخلهم.

وإقامة الشراكات مع الدول الأعضاء من صميم أنشطة الوكالة. كما أنّ التعاون الوثيق بين



الوكالة ومنظمات الأمم المتحدة وغيرها من المنظمات الدولية ومنظمات المجتمع المدني يساعد على تعظيم أثر الدعم الذي تقدمه الوكالة لتحقيق أولويات الدول الأعضاء في مجال التنمية.

النووية فيما يتعلق بتغير المناخ، ولا سيما محاولة ضمان الاعتراف السليم بالدور الذي يمكن للقوى النووية أن تؤديه والذي تؤديه فعلا في مساعدة البلدان على تقليص انبعاثات غازات الدفيئة فيها.

وتشكّل القوى النووية ركيزة هامة للعديد من استراتيجيات البلدان في مجال تغير المناخ، وينظر عدد متزايد من البلدان في القوى النووية ضمن حافظات استثماراتها الوطنية الخاصة بالطاقة.

وتستطيع العلوم والتكنولوجيا النووية أداء دور حيوي في مساعدة البلدان على التكيف مع عواقب تغير المناخ. وبدعم من الوكالة، أفضى استخدام التقنيات النووية إلى تحسين مكافحة الفيضانات في الفلبين، وتطوير تقنيات ري جديدة في مناطق متزايدة الجفاف في كينيا، واستحداث أصناف جديدة من بذور القمح في أفغانستان قادرة على النمو في ظروف بيئية قاسية.

وتحتوي المحيطات على نظم إيكولوجية واسعة مليئة بالحياة البحرية، وهي مصدر ذو أهمية



حيوية لمن يعتمدون على البحر لتأمين سبل عيشهم أو تغذيتهم اليومية أو كليهما. ومن أجل إدارة المحيطات وحمايتها بصورة مستدامة، ومن ثم دعم المجتمعات الساحلية، تستخدم عدة بلدان التقنيات النووية والنظرية، بدعم من الوكالة، لتحسين فهم ورصد صحة المحيطات وظواهر بحرية مثل تجمّص المحيطات وتكاثر الطحالب الضارة.

وتساعد الوكالة الدول الأعضاء على استخدام التقنيات النووية لقياس تجمّص المحيطات، وتقدّم معلومات موضوعية للعلماء والاقتصاديين وصانعي السياسات من أجل اتخاذ قرارات مستنيرة.

كما أنّ شبكات المختبرات الوطنية والإقليمية والدولية التي أنشئت من خلال التنسيق الذي تقوم به الوكالة تُتيح للعديد من البلدان سبيلًا



# التقنيات المستمدة من المجال النووي تحسّن إنتاجية الأبقار وجودة الحليب في الكاميرون

بقلم آبا ديكسيت



أبقار هجينة في مزرعة للأبقار في الكاميرون.  
(الصورة من: م. غارسيا بوديستا/الوكالة)

## الوصول إلى المستفيدين

لزيادة الوعي بمزايا التلقيح الاصطناعي لدى المزارعين الريفيين، الذين يعتمدون على الأساليب التقليدية في تربية الماشية، يعمل المركز الإقليمي التابع للمعهد في بامبوي مع هؤلاء المزارعين مباشرة على فهم الرسالة، وبتيح إمكانية الوصول إلى الأدوات اللازمة للتلقيح الاصطناعي. وقالت السيدة فيكتورين نسونغكا، رئيسة قسم الإنتاج الحيواني والصحة الحيوانية بمعهد البحوث الزراعية لأغراض التنمية في بامبوي، إنَّ "الجهود الاستباقية التي يقوم بها المعهد من أجل النجاح في إقناع مزارعينا سوف تساعد على تلبية الطلب المتزايد على إنتاج اللحوم والحليب".

وقالت السيدة نسونغكا إنَّ هناك مشروعًا ذا صلة، هو حاليًا في مرحلته التحضيرية، سوف يؤدي إلى التلقيح الاصطناعي لـ ٧٠.٠٠٠ بقرة خلال السنوات الست المقبلة في الشمال الشرقي للكاميرون. وأضافت أنَّ هذه المبادرة، التي يمولها البنك الإسلامي للتنمية، سوف تستخدم كذلك التقنيات التي تدعمها الوكالة، وسوف تفضي إلى إنشاء شبكة للتلقيح الاصطناعي والتناسل في المنطقة.

وتقوم حكومة الكاميرون بالوصول إلى المستفيدين من أجل توسيع الدعم إلى مراكز الاستيلا في بنن وبوركينا فاسو وجمهورية أفريقيا الوسطى وتشاد من أجل زيادة عدد الحيوانات الحلوب من خلال التلقيح الاصطناعي باستخدام السائل المنوي الناتج عن الحيوانات المتفوقة وراثيًا.

في البلد بتدريب الأطباء البيطريين ومقدمي خدمات الإرشاد البيطري والمختصين في الاستيلا على مكافحة الأمراض وعلى التلقيح الاصطناعي من أجل تحسين إنتاجية الماشية وإدارة التناسل ومراقبة الصحة الحيوانية. وقال السيد ماريو غارسيا بوديستا، الذي يعمل في الشعبة المشتركة بين الفاو والوكالة لاستخدام التقنيات النووية في الأغذية والزراعة، إنَّ التلقيح الاصطناعي يسمح للعلماء بتحسين التركيبة الوراثية للنسل، بما يؤدي إلى زيادة إنتاج البقرة الواحدة من الحليب بمعدل يصل إلى خمسة أضعاف.

وتساعد هذه المنهجية الموظفين التقنيين على تحسين الإدارة التناسلية في مزارع الماشية وعلى الحصول على المزيد من العجول واللحوم والحليب مقارنة بالإدارة التقليدية للمزارع. ويساعد قياس البروجسترون باستخدام القياس المناعي الإشعاعي في التلقيح الاصطناعي على زيادة تحديد الأبقار للاستيلا بنسبة ٢٠٪ إلى ٤٠٪ أكثر من الأساليب التقليدية المشتملة على مراقبة المؤشرات السلوكية. وقال السيد غارسيا بوديستا إنَّ ذلك القياس يستطيع لاحقًا زيادة معدل الحمل بنسبة تتراوح بين ٥٪ و ٥٠٪ تبعًا لفعالية الأسلوب والإدارة التقليديين المستخدمين سابقًا.

وينطوي تحسين الماشية كذلك على تحقّب ومكافحة أمراض مثل الالتهاب الرئوي الحيواني المعدي وداء البروسيلات والسل وطاعون الحيوانات المجترة الصغيرة وحمى الخنازير الأفريقية. وأوضح السيد وادي أنَّ المختبر البيطري الوطني يتولى المراقبة من أجل الكشف عن الأمراض المعدية في شمال الكاميرون، الذي يثير فيه الحراك الموسمي للناس مع ماشيتهم بين مراعي الصيف ومراعي الشتاء مخاطر إصابة الماشية بالأمراض. كما أنَّ المختبرات المتنقلة التي تستخدم التقنيات النظرية والنووية والمستمدة من المجال النووي تساعد على تحديد هذه المخاطر في وقت مبكر وبسرعة، بما يفضي إلى التصدي لتلك المخاطر بفعالية.

**زيادة** الإنتاجية الزراعية وتحسين جودة الحليب واللحم عنصران رئيسيان في مكافحة الفقر وزيادة الأمن الغذائي في أفريقيا. ويتزايد لجوء بلدان مثل الكاميرون إلى التقنيات الابتكارية والنووية والمستمدة من المجال النووي لمكافحة الأمراض بين الماشية والوقاية منها ولزيادة إنتاجية الأبقار وإنتاج الحليب.

وقال السيد أبيل وادي، رئيس المختبر البيطري الوطني في الكاميرون إنَّ "التقنيات النووية أدوات هامة في جميع ميادين العلوم الحيوانية تقريبًا عندما تكون الغاية المنشودة هي زيادة إنتاجية وصحة الحيوانات المنزلية ذات الأهمية الاقتصادية الحيوية." و"سواجه بلدنا أزمة في مجال إمدادات المنتجات الحيوانية لم يسبق لها مثل إذا لم نستخدم جميع الأدوات العلمية المتاحة لضمان الاستيلا الجيد وزيادة عدد الأبقار السليمة." والأبقار هي أهم ماشية في الكاميرون: فالبلد يضم ٥,٨ ملايين من الأبقار، مقارنة بـ ٤,٦ ملايين من الماعز و٤ ملايين من الضأن. كما يُنظر إلى الأبقار على أنَّها رمز للثراء.

ومنذ أوائل تسعينات القرن الماضي، تقدّم الوكالة الدعم للكاميرون من خلال برنامجها للتعاون التقني لاستخدام إجراءات نووية وأخرى مستمدة من المجال النووي، مثل القياس المناعي الإشعاعي، والقياس المناعي الإنزيمي، والتشخيص الجزيئي، والفحص الوراثي في التناسل والاستيلا، والتلقيح الاصطناعي، وبرامج مكافحة أمراض الماشية. وقد أخذ في الكاميرون بالتقنيات النووية للتلقيح الاصطناعي منذ ثماني سنوات مضت. وقال السيد وادي "إذا لم تكن لدينا أبقار سليمة فلن تكون لدينا لحوم جيدة نأكلها أو حليب مغذٍ نشره."

## التركيز على الإنتاجية

بالتعاون مع الوكالة ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، يقوم المختبر البيطري الوطني ومعهد البحوث الزراعية لأغراض التنمية

# نحو إيجاد علاج مثالي من السرطان: تطبيق الوكالة الجديد على الهواتف الذكية لتحديد مراحل تطور السرطان

بقلم ميكولوس غاسبار وعمر يوسف

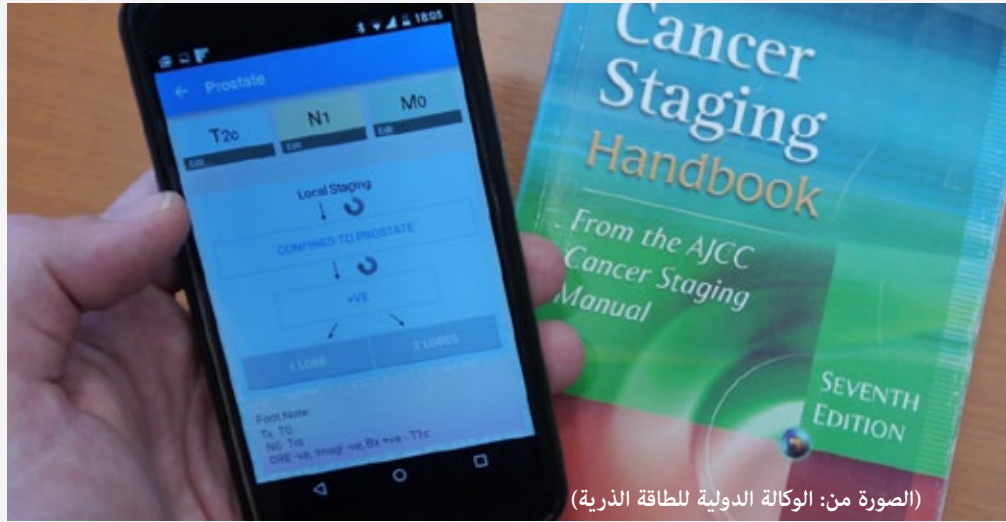
## من التشخيص ومرورا بتحديد المراحل إلى تخطيط العلاج: دور الوكالة

تساهم الوكالة في تحسين مكافحة السرطان في كل أنحاء العالم عن طريق مساعدة الدول الأعضاء على وضع برامج شاملة للتدبير العلاجي للسرطان، وتنفيذ مرافق الطب النووي والعلاج الإشعاعي للأورام والتصوير الإشعاعي، وكذلك دعم التعليم والتدريب للعاملين الطبيين.

ويمكن الحصول على معلومات قيّمة حول مدى انتشار السرطان من خلال الطب النووي والتصوير الإشعاعي، مثل المسح باستخدام التصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني/التصوير المقطعي الحاسوبي. وتتيح معرفة مرحلة السرطان استناداً إلى هذه النتائج للأطباء وضع خطة العلاج المناسبة.

وقالت السيدة مي عبد الوهاب، مديرة شعبة الصحة البشرية في الوكالة، إنَّ التطبيق الجديد الخاص بتحديد مراحل تطور السرطان هو انعكاس لاستخدام التكنولوجيا من أجل تسهيل نشر المعلومات لدعم التدبير العلاجي للسرطان في كل أنحاء العالم، مضيفة أنَّ الوصول إلى الطب الإشعاعي من أجل الكشف المبكر عن المرض وتشخيصه وعلاجه خطوة رئيسية نحو مكافحة السرطان، وهو مجال تضطلع فيه الوكالة بدور جوهري.

وقد استحدثت الوكالة هذا التطبيق بالتعاون مع مركز تاتا التذكاري التابع لإدارة الطاقة الذرية في حكومة الهند وبدعم من مشروع التعاون التقني للوكالة المعنون "تحسين التدبير العلاجي للسرطان من خلال تعزيز عملية تحديد مراحل السرطان عن طريق التصوير المقطعي الحاسوبي".



(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

ونظام تحديد مراحل تطور السرطان، الذي يُطلق عليه اسم نظام تصنيف الورم والعقد والنقائل (TNM)، يستخدم حجم وموقع الورم (T)، وما إذا كانت الخلايا السرطانية قد انتشرت في العقد اللمفية (N)، وما إذا الورم قد انتشر إلى أجزاء أخرى من الجسم (النقائل أو M). وهناك نظام معيّن لتحديد كل من هذه المتغيرات، وخصوصاً عند إجراء تقييم في كامل الجسم للورم الأساسي ومدى انتشاره.

وقال السيد رافي كاشياب، الأخصائي في علم الأشعة التشخيصي في الوكالة، "سوف تكون هذه المعلومات الآن متاحة بسهولة، وسيكون استخدامها أسهل عبر هذا التطبيق التفاعلي". وأضاف أنَّ التطبيق سيكون قابلاً للتشغيل خارج شبكة الإنترنت كذلك، ومن ثم فسيكون بوسع الأطباء استخدامه في الأماكن النائية التي لا يوجد فيها اتصال بشبكة الإنترنت.

ورغم أنَّ الأطباء في البلدان المتقدمة يتمتعون منذ سنوات بإمكانية الحصول على الكتيبات، وفي بعض الأحيان الأدوات الحاسوبية، لتحديد مراحل السرطان، فقد كان يتعين حتى الآن على المهنيين في مجال الرعاية الصحية في العديد من البلدان النامية اللجوء إلى الكتيبات. وقالت السيدة مختار "هذه مساهمة بسيطة ولكنها خطوة هامة في تقليص الفجوة العالمية في الحصول على رعاية جيدة لمرضى السرطان".

**سوف** يصبح من الأسهل على المهنيين المختصين بالرعاية الصحية في البلدان النامية تحديد مراحل تطور السرطان بسرعة وبدقة، بفضل تطبيق استحدثته الوكالة على الهواتف الذكية وأطلقته في أيلول/سبتمبر ٢٠١٥ خلال الدورة التاسعة والخمسين للمؤتمر العام.

وتحديد مراحل تطور السرطان عملية معقدة تنطوي على إدماج نتائج مجموعة واسعة من الاختبارات. واستناداً إلى هذا التشخيص، يقرّر الأطباء ما إذا كانت العملية الجراحية أو العلاج الإشعاعي أو العلاج الكيميائي أو أي شكل آخر من العلاج هو الطريقة الأنسب.

وقالت السيدة نجا مختار، مديرة شعبة آسيا والمحيط الهادئ في إدارة التعاون التقني التابعة للوكالة، إن تطبيق الهواتف الذكية الجديد، المتاح على أجهزة الآيفون والأندرويد، والذي يعبر عن التزام الوكالة ببناء القدرات في مجال الصحة البشرية، "سيمكّن من جعل الوصول إلى عملية تحديد مراحل تطور السرطان ميسوراً واستخدام هذه العملية سهلاً، وسيكون التطبيق مجانياً تمامًا".

ويوفّر نظام تحديد مراحل تطور السرطان، الذي يعبر عنه بمراحل تمتد من الأولى إلى الرابعة، مع عدة مراحل فرعية، لغة مشتركة للأطباء، ويسهّل وضع خطة للعلاج.



آيفون



أندرويد



# International Conference on **NUCLEAR SECURITY:** *Commitments and Actions*

5–9 December 2016  
Vienna, Austria

Ministerial Segment  
5 December 2016



Organized by the



**IAEA**

International Atomic Energy Agency



CN-244