

IAEA

الوكالة الدولية للطاقة الذرية



المصادر المتشعة المختومة

الحد من المخاطر
في صناعة
الخرقة المعدنية



في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٠، استهل أحد العمال تشغيل كاشف إشعاعي وهو في طريقه لدخول محطة قوى نووية فرنسية. وخشية أن يكون العامل قد تعرّض بشكل ما للإشعاعات في المحطة، أُجري فحص دقيق لمعرفة ما إذا كان قد لحقه تلوث مشعّ. أما نتائج الفحص فقد أثارت قلقاً ليس في فرنسا فحسب، بل في مختلف أرجاء العالم أيضاً. فالعامل نفسه لم يُلوث، إلا أن أجزاء من سوار ساعته اليدوية المعدني وُجدت بأنها مشعّة. وكشف مزيد من التحليل أن الدبابيس الفولاذية الموجودة في السوار كانت ملوثة بآثار من الكوبالت-٦٠، وهو شكل مشعّ من الكوبالت المعدني.

وكانت ساعات من هذا القبيل قد استوردت من هونغ كونغ حيث جرى تجميع أجزائها. وفي وقت لاحق، أرجع مصدر التلوث إلى محطة صغيرة في الصين كانت قد وفّرت الفولاذ المستخدم في دبابيس السوار. ويُعتقد أن رأس جهاز للعلاج عن بعد، وهو جهاز يُستخدم في العلاج الإشعاعي لمرضى السرطان، كان قد صُهر دون قصد باعتباره من الخردة الموجودة في المحطة المذكورة. وقد بيعت الساعات في فرنسا من خلال أحد المخازن الكبرى الدولية، مما أثار المخاوف حيال إمكانية أن تكون الساعات معروضة أيضاً للبيع في أوروبا وآسيا وأمريكا الجنوبية. ولحسن الحظ لم يظهر استقصاء أجرته الهيئات الرقابية في مختلف أرجاء العالم وجود أية ساعات أخرى مماثلة قيد التوزيع. غير أنه لو لم يتم كشف ساعة واحدة ملوثة في محطة نووية فرنسية لكان عديد من الناس قد تعرّضوا لتلقّي جرعات إشعاعية ضعيفة. وربما ما كانت قد اكتشفت على الإطلاق كمية الفولاذ البالغة مائة كيلوغرام التي عُثِر عليها في محطة في الصين وكان من الممكن أن تُستخدم تلك الكمية في صنع منتجات استهلاكية أخرى.

وتُستخدم المصادر المشعّة المختومة على نطاق واسع في مجالات الطب والصناعة والزراعة. وعندما تُستخدم تلك المصادر للأغراض التي صُمّمت من أجلها، فإن فيها منافع بعيدة الأثر. وعندما تُفقد تلك المصادر، أو تكون في غير موضعها المناسب، أو تُسرق، يمكن أن تترتب عليها بقدر مماثل عواقب بعيدة الأثر، بل عواقب مميتة للأسف. فكيف يمكن الحيلولة

دون وقوع حالات الفقد هذه؟ وكيف يمكن كشف المواد الملوثة قبل أن تجد طريقها إلى المنتجات الاستهلاكية أو غيرها من المنتجات؟

وفي معظم البلدان، تخضع للرقابة المواد المشعة والأنشطة التي تولد إشعاعات. ويلزم من يتعاملون مع المصادر المشعة المختومة بالألا تكون لديهم وثائق على النحو الواجب تسمح بذلك فحسب، بل أن يتوافر لديهم أيضاً التدريب والدعم بما يلزم التصدي للظروف غير المتوقعة التي قد تنشأ عند استخدام أحد المصادر. وعلى الرغم من تلك التدابير، ما زالت تقع حوادث في هذا الصدد. ويتم إبلاغ الوكالة الدولية للطاقة الذرية (الوكالة) عن حالات الإصابة الخطيرة أو التي تتهدد الحياة المنطوية على مصادر مختومة.

ومن بين العديد من الأنشطة التي تضطلع بها الوكالة من أجل تحسين أمان وأمن المصادر المختومة، فإنها تواصل استقصاء الأسباب الجذرية للحوادث الرئيسية التي وقعت منذ ثمانينات القرن الماضي وتنشر الاستنباطات التي تخلص إليها كي يمكن للآخرين الاستفادة من الدروس التي توفرها. ويلزم أن تكون هذه المعلومات في أيدي الأشخاص الذين تستطيع أفعالهم وقراراتهم أن تحدّ من وقوع الحوادث عن طريق الحيلولة دون أن يشقّ مصدر مفقود طريقه إلى صلب الخردة المعدنية. ويؤمل أن يعمل هذا الكتيب على تحسين مستوى الوعي لدى الأشخاص الذين ينخرطون في جمع الخردة المعدنية أو التعامل بها أو استيرادها أو صهرها، حيال المشاكل التي يُحتمل أن تترتب على ذلك وأن يفضي، بالتالي، إلى الحدّ من الحوادث والإصابات الناجمة عن المصادر المشعة المختومة.

الاستفادة من الدروس

ما يلي ليس إقلاّ من الحوادث التي وقعت على مدى السنوات العشرين الأخيرة حيث أفضى حدوث زلات في إتباع الممارسات الجيدة، أو وقوع أخطار بشرية، أو الافتقار إلى المعارف، إلى إصابات خطيرة وحالات وفاة. وقد كشف استعراض تعقّب الأسباب الجذرية لتلك الحوادث عن تشابه مثير للقلق فيما بينها.

حدث إشعاعي خطير في تركيا حدث في أنقرا، بتركيا، في عام ١٩٩٣، أن ثلاثة مصادر مهملّة تابعة لجهاز علاج عن بعد يستخدم الكوبالت-٦٠ قد وضعت في

طرود من أجل إعادة تصديرها إلى الولايات المتحدة. ولم تُصدّر تلك المصادر فوراً، إنما خزنت دون إذن الهيئة الرقابية في مبنى الشركة المعنية. وعلى مرّ الزمن، أخذ طردان من تلك الطرود إلى اسطنبول ونقلًا في نهاية الأمر إلى مبنى خالٍ لم يكن آمناً. وفي تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٨، بيع هذا المبنى وقام المالكون الجدد ببيع الطردين على سبيل أنهما خرّدة معدنية إلى أخوين. وبحلول كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٨، كان الأخوان قد نقلًا الطردين إلى منزل أسرتهما وأخذًا يفكّكان الحاويتين الواقيتين للطردين على مدى فترة استغرقت أياماً قلائل إلى أن أصبحا ومعهما آخرون مرضى بالغثيان والتقيؤ. ويبدو أنه، خلال فترة استغرقت نحو أسبوعين، كانت قد تركت في منطقة سكنية قطع من الحاويتين المفكّكتين وكذلك مصدر واحد غير مدرّج على الأقل تمهيداً لنقلها إلى ساحة خرّدة محلية. وبحلول الوقت الذي اشتبه فيه الأطباء بأن يكون التعرّض للإشعاعات، وليس التسمّم عن طريق الأغذية، هو السبب الذي أدّى إلى الإصابة بالغثيان والتقيؤ، كان ما مجموعه ١٨ شخصاً قد أدخلوا المستشفى. وأظهر عشرة من هؤلاء الأشخاص أعراضاً تدلّ على الإصابة بمتلازمات إشعاعية خطيرة. وكان من الضروري إبقاء خمسة منهم في المستشفى لفترة ٤٥ يوماً. وقد قامت السلطات المعنية باستعادة مصدر واحد من ساحة الخرّدة قبل أن يجري صهره. ولم يتم إلى يومنا هذا استعادة المصدر الثاني الذي أفيد بأنه كان موجوداً في أحد الطردين.

وخلصت الاستقصاءات التي أجريت إلى أن ثمة عدة عوامل ساهمت فيما حدث، من ضمنها عدم كفاية الأمن المُسبغ على المصادر وعدم كفاية عمليات التدقيق الدورية في رصيد المصادر. وهذان هما العاملان الرئيسيان اللذان أتاحا لعملية بيع الطرود دون أذن أن تأخذ

رؤوس تالفة من جهاز علاج عن بعد (الوكالة).



مجرأها. وعدم تعرّف من حاولوا تفكيك المصدر على الرمز الدال على الإشعاعات (أي رمز الوريقات الثلاث) الملتصق على ذلك المصدر كان هو الآخر عاملاً مهماً فيما حدث. ولو نقلت المصادر إلى جهة مُشغلة مؤهلة ومُرخص لها بتناول النفايات لحال ذلك دون وقوع هذا الحادث.

تلوث في أسبانيا في أيار/مايو ١٩٩٨، لم يُلاحظ أن مصدراً من السيزيوم-١٣٧ قد صُهر في فرن كهربائي تابع لأسيرينوكس، وهي مصنع للفولاذ غير القابل للصدأ مقام في لوس باريوس، بأسبانيا. وكان من نتيجة ذلك أن علق البخار المنبعث من عملية الصهر في نظام ترشيح مما أسفر عن تلويث كمية الغبار البالغة ٢٧٠ طناً التي سبق أن جمّعت. وقد أزيل الغبار ثم أرسل إلى مصنعين لإعادة معالجته في إطار عملية صيانتهما الروتينية. وتلقّى أحد المصنعين ١٥٠ طناً من الغبار قام بعد ذلك باستخدامها في عملية ترسيخ مستنقع، مما تسبّب في زيادة كتلة المادة الملوثة إلى ٥٠٠ طن وفي تلويث المستنقع. وجاء التحذير الأول عن هذا الحدث في أوائل حزيران/يونيه من مراقب مركّب على بوابة أطلق إنذاراً لدى مرور شاحنة فارغة عائدة من مهمة نقلت فيها الغبار. وبعد ذلك بعدة أيام تم أيضاً كشف مستويات مرتفعة من السيزيوم-١٣٧ في كل من جنوب فرنسا وشمال إيطاليا.

وكانت العواقب الإشعاعية الناجمة عن هذا الحدث عند حدّها الأدنى، من بينها تلوث ستة أشخاص بمستويات طفيفة من السيزيوم-١٣٧. بيد أن العواقب الاقتصادية والسياسية والاجتماعية كانت كبيرة، حيث تجاوزت التكاليف الإجمالية التقديرية لعمليات التنظيف وخرن النفايات، بالإضافة إلى الخسائر الناجمة عن انقطاع الأعمال في الشركات المتضررة، ٢٥ مليون دولار أمريكي.

وكان السببان الجذريان اللذان أديا إلى وقوع هذا الحادث هما فقدان المراقبة على مصدر السيزيوم وإخفاق مصنع الفولاذ في كشف المصدر المفقود في حمولة الخرّدة المعدنية وقتما تسلّمها.

وفيات متعدّدة في تايلندا وقع في ساموت براكارن، بتايلندا، في شباط/فبراير ٢٠٠٠، حادث خطير أسفر عن وفيات وإصابات وإشاعة حالة من الفلق على نطاق

واسع. فقد كان يجري خزن مصدر مهمل لجهاز علاج عن بعد يستخدم الكوبالت-٦٠، دون معرفة أو إذن الهيئة الرقابية على ما يبدو، في مبنى غير آمن قائم في العراق عادة ما كان يُستخدم لخزن السيارات الجديدة. وزُعم أن اثنين من جامعي الخردة المحليين قد اشتريا بعض الخردة بما فيها المصدر فأخذه إلى المنزل من أجل تفكيكه وبيعه من جديد. ثم أخذ في وقت لاحق رأس جهاز العلاج عن بعد المُفكك جزئياً إلى ساحة خردة حيث قام موظف بنقطة التدريع الواقي للمصدر لفتحة باستخدام مشعل يعمل بمزيج من الأكسجين والأسيتيلين. والأشخاص الذين كانوا في المكان المجاور عندما تم تقطيع التدريع الواقي أخذوا يعانون من الغثيان والتقيؤ. أما الأشخاص الذي قاموا بلمس بعض أجزاء من المعدن الذي تعرّض للإشعاعات فقد أخذوا يعانون من إصابات على شكل حروق. وازدادت سوءاً خلال أيام الأعراض التي ظهرت عليهم. ولم يبدأ بعض الأشخاص منهم إلا بعد مضي عشرة أيام بالتماس العلاج الطبي لتلك الأعراض. وبحلول الوقت الذي أفادت فيه السلطات الطبية عن اشتباهاها بوقوع حادث إشعاعي، كان قد مضى نحو ١٧ يوماً على تعرّض المصدر إشعاعياً. وأسفر هذا الحادث عن إصابات إشعاعية لحقت بعشرة أشخاص منهم ثلاثة لاقوا حتفهم في غضون الشهرين الأولين من وقوع الحادث على الرغم مما قدّم إليهم من علاج طبي. وتعرّض للإشعاعات زهاء ١٨٧٠ شخصاً يعيشون في نطاق ١٠٠ متر من ساحة الخردة وقد التمس عديد منهم الاعتناء بهم طبياً. وتعكف وزارة الصحة على رصد حالة نحو ٢٥٨ شخصاً من أولئك الأشخاص الذين يعيشون في نطاق ٥٠ متراً من ساحة الخردة لمعرفة العواقب الصحية التي يمكن أن تنجم عن الحادث على المدى الطويل.

وقد كشفت الاستقصاءات التي أجريت أن السبب الجذري للحادث هو عدم خزن المصدر المهمل خزناً آمناً. بيد أنه، كما في المثال السابق، لو تعرّف من حصلوا على رأس جهاز العلاج عن بعد، على سبيل أنه من الخردة، على الرمز الدال على الإشعاعات (أي رمز الوريقات الثلاث) لما كانوا قد حاولوا تفكيكه وما كانوا قد تعرّضوا للإشعاعات.

التدابير الرامية إلى كشف المصادر المشعّة

تبيّن هذه الحوادث أنه من الأهمية بمكان إدراك المخاطر التي يُحتمل أن تنجم عن المواد المشعّة والتعرّف على المواد التي قد تكون مشعّة. والشركات الصغرى والمتعاملون المستقلون بالخردة يتعرّضون بشكل خاص للمخاطر إذا لم تتوافر لديهم نظم وإجراءات ملائمة معتمدة لأغراض الكشف بما يكفل التحقق من منشأ الخردة وإذا لم يكن العاملون لديهم مدربين على التعرّف على الرموز الدولية الذالة على الإشعاعات.

وينبغي للأشخاص الذين يتعاملون بالخرقة المعدنية أن يكونوا على علم بوضع العلامات التي تُستخدم للدلالة على وجود الإشعاعات.

الأجسام المعدنية الثقيلة على نحو غير عادي قد تحتوي مصادر مشعة

عادةً ما تُوضع المصادر المشعة المختومة ذات النشاط الإشعاعي القوي في حاويات ثقيلة نظراً لكثافة المعادن التي تُستخدم في تدريع النشاط الإشعاعي لتلك المصادر. وتُستخدم الحاويات المعدنية الثقيلة (المصنوعة من الرصاص، أو التنجستن، أو اليورانيوم المستنفذ) لحجب أشعة غاما. ويُستخدم هذا التدريع لحماية الأشخاص الذين يعملون بالمصادر وحماية المارة أثناء عمليات نقلها.



الصورة العلوية اليسرى: استبدال حاوية (الوكالة).
مصادر مشعة مختومة/م. المغربي (الوكالة).

للمصادر المشعة علامات ترمز إليها



"الوريقات الثلاث" هي الرمز الدولي الرسمي الدال على الإشعاعات والمستخدم في عملية وضع العلامات على المصادر، أو الحاويات، أو الأجهزة. وقد تظهر أيضاً كلمة "مشعة" بالإضافة إلى رمز الوريقات الثلاث. ويتعين أن تحمل بعض الحاويات التي تُستخدم في نقل المصادر معلومات أخرى عن مقدار النشاط الإشعاعي أو نوع الحاوية الواقية. وبعض المصادر، مثل الإبر الدقيقة التي تُستخدم في القضاء على الأورام، متناهية في الصغر بحيث يتعذر أن يكون لها أية رموز تدلّ عليها. بيد أنه يلزم أن توضع على حاوياتها علامات بما يدلّ عليها.

ومن شأن نشر المواد المطبوعة (مثل الملصقات) التي تبيّن نماذج الأجهزة المحتوية على المصادر المختومة الموجودة في المباني أن يكون بمثابة تذكير دائم للموظفين بالمخاطر المحتملة التي تنطوي عليها تلك المصادر.

رصد الخردة الواردة لكشف نشاطها الإشعاعي

قامت عدة بلدان بتركيب معدّات رصد في موانئ الدخول لكشف المواد المشعة غير المعلنة قبل أن تدخل بلد كل منها. كما يستخدم عديد من كبريات ساحات الخردة والمسابك كواشف إشعاعية للتحقق من حمولات الخردة الواردة وذلك لكشف ما إذا كانت ثمة إشارات تدلّ على وجود نشاط إشعاعي. وإدخال التحسينات على حفظ السجلات عن منشأ الخردة المعدنية قد يساعد أيضاً على الحدّ من مخاطر المواد المشعة غير المعلنة.

كاشف إشعاعي



الحيولة دون حدوث حالات تعرّض للإشعاعات وتلوّث بها وخسائر اقتصادية ناجمة عنها

يُضاف إلى المخاطر الناجمة عن التعرّض للإشعاعات أن انصهار مصدر مشعّ يمكن أن يلوّث المعدات وأن يقتضي، بالتالي، عمليات تنظيف مكلفة للغاية والتصرّف في النفايات على نحو طويل الأجل فضلاً عن انقطاع الأعمال. ومن الصالح الأفضل للجهات المُشغّلة في المسابك ومصانع الفولاذ أن تعتمد ما يلزم من إجراءات لكشف المواد المشعّة.

الإجراءات والتعليمات

إذا عثر على مادة مشعّة أو اشتبه بوجودها، يلزم أن يعرف الموظفون المعنيون ما الذي يجب أن يفعلونه وبمن يتّصلون بشأنها. وينبغي للجهات المُشغّلة أن تضع إجراءات لكي يتّبعها العاملون وللتأكد من أنهم يفهمونها. وينبغي القيام بانتظام بنشر واستيفاء تعداد حالات الطوارئ الذي تعدّه الوكالات ذات الصلة.

مولدات حرارية مهجورة تعمل بالنظائر المشعّة



أعمال متعلقة بإزالة التلوّث في ساحة خردة

ينبغي تزويد جميع الموظفين المسؤولين عن جمع الخردة المعدنية ونقلها ومعالجتها بتدريب متواصل على الإجراءات المعتمدة لرصد الإشعاعات والتحقق من المواد المشعة. وينبغي أن يتضمن التدريب كيفية التعرف على الرموز الإشعاعية.



في حالة العثور على مواد يُشتبه بها

أطلب المساعدة

إذا عُثر على مواد يُشتبه بها، اتّصل فوراً بالعاملين المعنيين بالطوارئ أو الهيئة الرقابية المسؤولة. وقم بحماية الأشخاص الموجودين في الأماكن المجاورة لمكان التعرّض للإشعاعات. وثمة ثلاثة أشياء مهمّة ينبغي تذكّرها لضمان الحدّ من المخاطر الناجمة عن الإشعاعات، وهي:

- الزمن،
- والمسافة،
- والتدريع

تحديد فترة الاقتراب من أي مصدر إشعاعي

من شأن تحديد الفترة التي يقضيها المرء قرب أي مادة مشعة أن يحدّ من مقدار التعرّض للإشعاعات.

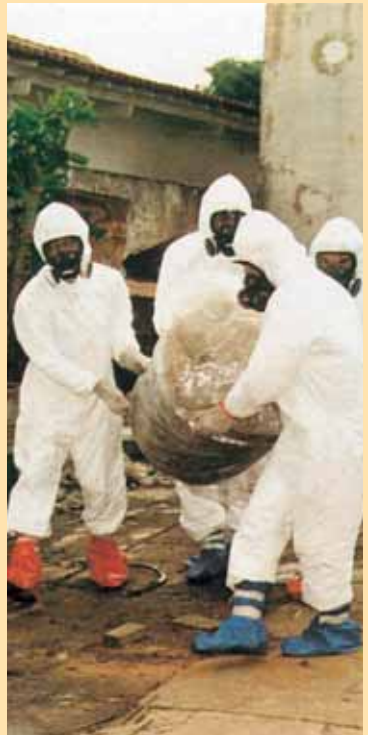
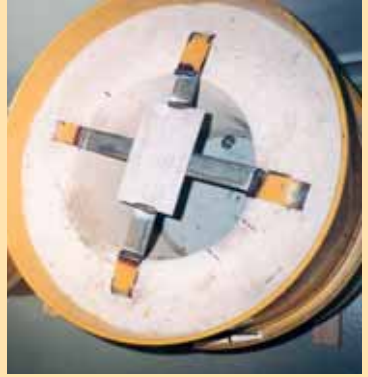
أبق بعيداً تماماً عن المواد المشعة

تتناقص حدّة الإشعاعات وآثارها تناقصاً شديداً كلما طالت مسافة الابتعاد عن المصدر، لذا احرص على الدوام على إطالة مسافة ابتعادك عن المصدر إلى أقصى حدّ.

التدريب يحدّ من التعرّض للإشعاعات

مواد التدريب، مثل قوالب الأسمنت، والرصاص، والفولاذ، وغيرها من المعادن، من شأنها أن تحجب الإشعاعات التي تنبعث من المواد المشعّة. والعاملون المدربون تدريباً ملائماً يستخدمون التدريب للحدّ من مقدار الإشعاعات التي يتعرّضون لها.

يُرجى الاتصال بهيئتك الرقابية من أجل الحصول على مزيد من المعلومات.



يُشكر على تقديم الصور: م. المغربي، قسم تكنولوجيا النفايات (الوكالة).

في الختام

إن أكثر وسيلة فعالة تكفل الحيلولة دون وقوع حوادث متصلة بالمصادر المشعة المختومة هي اعتماد عادات عملية من شأنها الحدّ في المقام الأول من احتمال فقدان المصادر. بيد أنه في حالة ما إذا كانت قد سرقت، يجب أن يكون العاملون في صناعة الخردة المعدنية قادرين على كشف أي مصدر من أجل الحيلولة دون استخدامه على سبيل الخردة ودون تلوّثه معادن أخرى.



صورة الغلاف: تقطيع مفردات ملوثة من أجل إزالتها من المخزن التابع لساحة خردة. تُشكر على تقديم الصورة: هيئة الطاقة النووية الوطنية/البرازيل.

شعبة الأمان الإشعاعي وأمان النقل وأمان النفايات التابعة للوكالة
ك. ماكنزي (المحرّر)
شعبة الإعلام العام التابعة للوكالة أ. ديزنر-كوبفر (التصميم والنسق العام)



IAEA

شعبة الإعلام العام

Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria

رقم الهاتف: (+43 1) 2600 21270/21275

رقم الفاكس: (+43 1) 2600 29610

بريد إلكتروني: info@iaea.org

www.iaea.org

طُبِع بواسطة الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالنمسا،

أيلول/سبتمبر ٢٠٠٥

IAEA/PI/A.83 / 05-09516