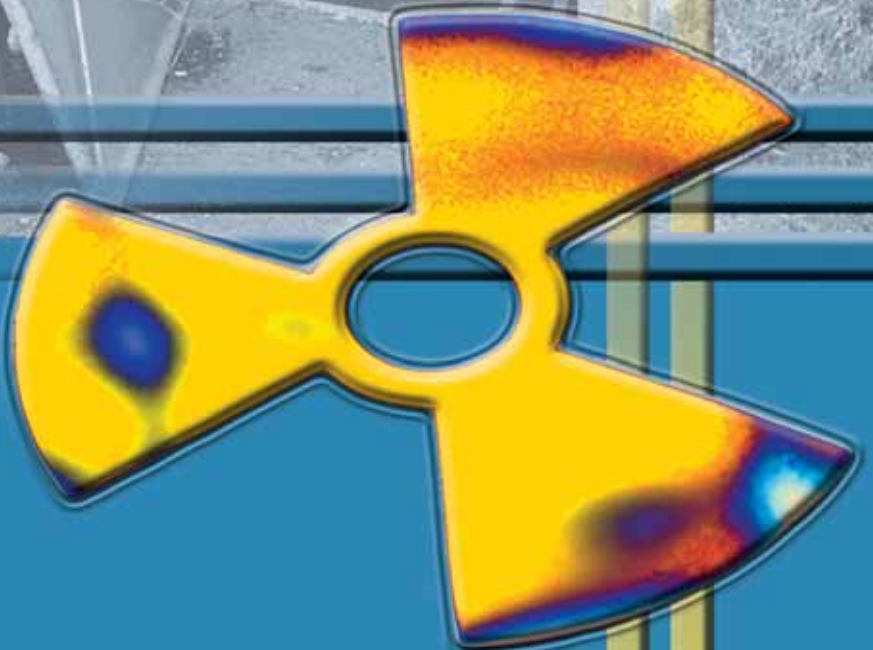


المصادر
المشعة
المختومة



IAEA

قضايا لعناية
الوكالات
الحكومية

تقع على عاتق الحكومات مسؤولية ضمان رفاه مواطنيها الاجتماعي والاقتصادي. ويقتضي ذلك مراعاة التوازن بين المخاطر والمنافع المتأتية من مجموعة واسعة من التكنولوجيات قد يشتمل بعضها على استخدام الإشعاعات. والقصد من هذه النشرة أن تكون مقدمة لفهم بعض القضايا التي ينبغي للوكالات الحكومية أن تنظر فيها - وأولها وقبل كل شيء ضرورة وجود بنية أساسية ملائمة لأمان وأمن المصادر المشعّة المختومة.



- ١- أجهزة علاج عن بعد تستخدم مصادر مشعّة قوية لعلاج السرطان.
- ٢- مصوّر إشعاعي طبي.
- ٣- مصدر تصوير إشعاعي للأغراض الصناعية. وقد استخدم هذا النوع في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الثلاثينات والأربعينات من القرن الماضي لفحص عمليات اللحام وسبك المعادن. وتشكر على تقديم الصورة مع حفظ حقوقها في التأليف والنشر ١٩٩٩: جامعات أوك ريدج المتحدة.
- ٤- مصوّر إشعاعي للأغراض الصناعية يرتدي ملابس معلقة عليها علامة مميّزة دالّة على مقياس الجرعات بالوميض الحراري (مادة متألفة حرارياً موضوعة في حاملة خاصة) تُستخدم في قياس مدى تعرّضه للإشعاعات.
- ٥ و ٦- مصادر مشعّة مختومة/م. المغربي، قسم تكنولوجيا النفايات (الوكالة).
- ٧- تقرّح راحة اليد اليمنى سببّه تعرّض مفرط للإشعاعات (الوكالة).
- ٨- تكييف مصدر مشعّ مختوم/م. المغربي، قسم تكنولوجيا النفايات (الوكالة).

تحدث الإشعاعات عندما تطلق النظائر غير المستقرّة للعناصر فائض ما لديها من طاقة على شكل موجات أو جسيمات غير مرئية. وتلك الموجات أو الجسيمات قادرة، تبعاً لكمية الطاقة المنطلقة، على اختراق المواد الصلبة بدرجات متفاوتة. ونظراً لتلك الخواص الفريدة، توفر الإشعاعات استخدامات عديدة متنوّعة من قبيل ما يلي:

- القضاء على البكتيريا في الأغذية والأجهزة الطبية الموضوعّة في رزم تجارياً
- تشخيص الأمراض باستخدام المستحضرات الصيدلانية المرقومة بعناصر مشعّة
- علاج السرطان وغيره من الأمراض
- رسم خرائط المصادر الجوفية للمياه والتتقيب عن الاحتياطات من النفط والغاز
- فحص المستويات أو معدلات الكثافة في العمليات التصنيعية

وثمة نوعان من الأجهزة منتشران على نطاق واسع، وهما: الأجهزة التي تولّد إشعاعات والأجهزة التي هي ذاتها مشعّة. وتشمل الأجهزة القادرة على توليد إشعاعات مُعجّلات الجسيمات وأجهزة الأشعّة السينيّة. بيد أن تلك الأجهزة لا تولّد أي إشعاعات إذا انقطعت إمداداتها من الطاقة الكهربائية. وثمة أجهزة أخرى تحتوي على مواد مشعّة. وهذه الأجهزة تولّد إشعاعات على الدوام، إلا إن قوة تلك الإشعاعات تتضاءل بصورة طبيعية على مرّ الزمن.

ويرجع الحديث عن مصدر مشعّ ماء، وعادة ما يُسمى مصدراً مختوماً، إلى المواد المشعّة التي ختمت داخل كبسولة أو ربطت بإحكام على نحو دائم في شكل صلب. ويشيع استخدام المصادر المختومة داخل الأجهزة لإيصال جرعات محدّدة من الإشعاعات إلى أهداف، كما في استخدام المصادر المختومة في علاج السرطان أو في استخدام المُشعّعات التي تعقّم الأغذية والأجهزة الطبية. إلا أن ثمة أيضاً استخدامات أخرى محدّدة من قبيل استخدامها فيما يلي: في أجهزة القياس الصناعية، وفي المولّدات الكهربائية الحرارية التي تعمل بالنظائر المشعّة التي تُستخدم لتوفير



أوجه الاستخدام والمخاطر (تابع)



الطاقة الكهربائية في المناطق النائية، وفي مجال التصوير بأشعة غاما لفحص عمليات اللحام في خطوط الأنابيب، وفي مصادر تسجيل النشاط الإشعاعي في الآبار التي تُستخدم للتقيب عن الفحم والنفط والغاز الطبيعي.

حاوية لنقل مصادر مشعة في حالة رديئة / ف. فريديخ (الوكالة)

والمواد النووية (مثل اليورانيوم المُثري والبلوتونيوم) يمكن أن تنتج تفاعلات انشطارية نووية مستدامة ذاتياً وهي نفسها مشعة، إلا أنها لا تُستخدم عادةً في المصادر المختومة. ومن الناحية الأخرى، فإن المواد المشعة التي تكون موجودة في مصدر مشع (مثل الكوبالت، والسيزيوم، والإيريديوم، الخ.) ليست قادرة على الانشطار؛ وكمية الإشعاعات التي تنبعث منها تتضاءل على مرّ الزمن.

والمصادر المشعة المختومة الموجودة داخل الأجهزة مُصممة على نحو يحدّ من تعريض المستعملين للإشعاعات، إذا ما استخدمت حسبما يُراد منها. وعلى الرغم من سمات الأمان المراعاة في تصميمها، فإن بعض أجهزة المصادر المختومة قد تولّد قدراً من الإشعاعات يُحتمل أن يكون مميتاً إذا ما استخدمت على نحو غير ملائم. ويجب أن يُدرب الأشخاص الذين يستخدمون أجهزة المصادر المشعة على استخدامها على نحو ملائم ومأمون وآمن وأن يكونوا ملمين تماماً باستخدامها على هذا النحو. وهذه الأجهزة، إذا ما وجدت في أيدي غير مُدربة، يمكن أن تتسبب في إصابات وأن تكون قاتلة. واقتناء واستخدام المصادر المشعة لأغراض شريرة قد يتسبب في التعرّض للإشعاعات أو في تشتيت المواد المشعة في البيئة. ويمكن أن تتسبب حادثة كهذه في تأثيرات اجتماعية ونفسية واقتصادية جسيمة.

وإذا أصبح مصدر ما ضعيفاً للغاية على نحو لا يحقق الغرض من استخدامه، فلا يعني ذلك أنه مأمون. فقد وقعت حوادث عديدة نتجت عن مصادر لم تعد تُستخدم للأغراض التي أعدت لها أصلاً.

وتُصنّف المخاطر النسبية الناجمة عن المصادر في فئات تبعاً لاحتمال تسبّبها في آثار صحية خطيرة.

المصادر المندرجة في الفئة ١ يمكن أن تؤدي إلى وفاة أشخاص يكونون على قرب شديد من المصدر لفترة زمنية قصيرة (تراوح بين دقائق وساعات) أو إلحاق إصابات دائمة بهم. وتشمل المصادر المندرجة في الفئة ١ ما يلي: المولدات الكهربائية الحرارية التي تعمل بالنظائر المشعّة، والمُشعّعات، وأجهزة العلاج عن بعد، وأجهزة العلاج عن بعد الثابتة التي تستخدم الحزم الإشعاعية المتعدّدة.

المصادر المندرجة في الفئة ٢ يمكن أن تؤدي إلى وفاة أشخاص يكونون على قرب شديد من المصدر لفترة زمنية أطول من فترة الاقتراب من المصادر المندرجة في الفئة ١ أو إلحاق إصابات دائمة بهم. وتشمل المصادر المندرجة في الفئة ٢ ما يلي: أجهزة العلاج بأشعة غاما للأغراض الصناعية والعلاج بالتشعيع الداخلي باستخدام معدلات جرعات قوية/متوسطة.

المصادر المندرجة في الفئة ٣ يمكن أن تؤدي إلى إلحاق إصابات بأشخاص يكونون على قرب شديد من المصدر لفترة زمنية أطول من فترة الاقتراب من المصادر المندرجة في الفئة ٢. والمصادر المندرجة في الفئة ٣ يمكن، إنما لا يُحتمل، أن تؤدي إلى وفيات. وتشمل المصادر المندرجة في الفئة ٣ ما يلي: المقاييس الصناعية الثابتة (أي مقاييس المستوى، والمقاييس المستخدمة في رافعات الأوحال والمحار من قيعان البحار والأنهار، والمقاييس المستخدمة في الناقلات، ومقاييس الأنابيب السريعة الدوران) والمقاييس المستخدمة في تسجيل النشاط الإشعاعي في الآبار.

المصادر المندرجة في الفئة ٤ يمكن أن تؤدي إلى إلحاق إصابات بصورة مؤقتة بأشخاص قد يكونون على قرب شديد من المصدر لفترة زمنية أطول من فترة الاقتراب من المصادر المندرجة في الفئة ٣، إلا أنه لا يُحتمل حدوث إصابات دائمة. وتشمل المصادر المندرجة في الفئة ٤ ما يلي: مصادر العلاج بالتشعيع الداخلي باستخدام معدلات جرعات ضعيفة، ومقاييس السماكة، والمقاييس المحمولة، وأجهزة قياس كثافة العظام.

المصادر المندرجة في الفئة ٥ يمكن، إنما لا يُحتمل، أن تتسبّب في إصابات طفيفة مؤقتة للأشخاص. وتشمل المصادر المندرجة في الفئة ٥ أجهزة التآلق بالأشعة السينية، والأجهزة المزيلة للكهرباء الإستاتيكية، وأجهزة النقاط الإلكترونية.

وينبغي تنفيذ تدابير الحماية المادية بالنسبة لجميع المصادر لتجنّب احتمال سرقتها. ويلزم إتباع نهج تدرّجي في التعامل مع أخطر المصادر (وهي المصادر المندرجة في الفئات ١ إلى ٣ أعلاه) للتأكّد من استخدامها وخبزنها على نحو مأمون وآمن.

لا تُصنع المصادر المشعّة المختومة إلا في عدد ضئيل من البلدان، إلا أنه نظراً لاتّساع مجال استخداماتها فهي تستخدم فعلياً في جميع بلدان العالم. ويجب على المنتجين الذين يصنعون المصادر المختومة أن يمتثلوا لبرامج التنظيم الرقابي والتفتيش التي تضعها حكوماتهم. ويجب على حكومات البلدان المستوردة أن تتأكّد من تقيّد المصادر المختومة بقوانينها ولوائحها الوطنية ذات الصلة. وفي حالة عدم وجود هذه اللوائح، قد تُستورد المصادر المختومة دون ممارسة أي نوع من أنواع التحكّم الرقابي على استخدامها وأمنها وأمنها وعلى التخلّص منها على نحو ملائم. ومن أجل التقليل إلى أدنى حدّ من هذه المخاطر، يجب أن تتوافر للسلطات الوطنية المعنية بنية أساسية تشمل وضع **قوانين ولوائح** بما يلزم عمليات استيراد المصادر المشعّة المختومة واستخدامها والتخلّص منها؛ وإنشاء **سلطة رقابية** تآذن بالتعامل مع المصادر المختومة وتفتّش المرافق التي تُستخدم فيها المصادر المختومة وتنفّذ اللوائح؛ وحفظ **سجل ملائم** لتدوين المعلومات عن المصادر؛ و**قدرة على التصدي** لأي حادث أو لأي مصدر مختوم مفقود أو مسروق. ومستعملو المصادر مسؤولون عن الامتثال للقوانين واللوائح الناظمة لأمان وأمن استخدام وخرن المصادر.

القوانين واللوائح

يلزم اعتماد قوانين ولوائح وطنية شاملة من أجل وضع متطلبات بما يكفل أمان وأمن استخدام المصادر المشعّة المختومة. فالقوانين تنص على إنشاء السلطة القانونية ذات الصلة التي يمكن من خلالها إنشاء هيئة رقابية وطنية للقيام بعمليات الإذن والتفتيش وضمان إنفاذ الامتثال للوائح التي تحكم بيع المصادر المختومة واستيرادها وتصديرها واستخدامها والتخلّص منها. وهذه اللوائح قد تحدّد نوع المرفق المسموح له، أو الأفراد المسموح لهم، بحيازة واستخدام مصدر مشعّ

وقد تقتضي من جميع المستعملين الحصول على إذن لحيازتهم واستخدامهم أحد المصادر. وتُحدّد عملية الإذن مستوى التعليم والتدريب المطلوبين ممن يكونون مسؤولين عن المصادر والمتطلبات التي لا بد لمرفق ما من استيفائها بشأن الحماية المادية للمصدر المعني للحيلولة دون فقدته أو نقله دون إذن. ويجب اعتماد إجراءات لرصد الإشعاعات لدى خزن المصدر أو استخدامه أو نقله. ويجب على المستعمل أن يبلغ الهيئة الرقابية بأي تغييرات تطرأ على استخدام المصادر في المرفق (بما في ذلك لدى إخراج المصادر من حالة الاستخدام الفعلي).

وكانت الوكالة قد وضعت "مدونة قواعد سلوك بشأن أمن المصادر المشعّة وأمنها" كصك دولي غير ملزم يستهدف الحكومات في المقام الأول، غايته تحقيق مستوى عالٍ من الأمان والأمن للمصادر المشعّة وذلك من خلال السياسات والقوانين واللوائح الوطنية والتعاون الدولي. ويمكنكم الحصول على نسخة من مدونة قواعد السلوك المذكورة من الموقع الشبكي التالي:

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/code-2004_web.pdf

الهيئة الرقابية

عادةً ما تُمنح الهيئة الرقابية صلاحيات للإذن بأنشطة خاضعة للرقابة ولتفتيش هذه الأنشطة ولإنفاذ القوانين واللوائح ذات الصلة. ويلزم أن يتوافر للهيئة الرقابية سلطة قانونية وافية بما يكفل لها القيام بأنشطتها (إما من خلال القوانين أو من خلال اللوائح)، وموظفون مدربون تدريباً كافياً، وميزانية كافية للاضطلاع بتفتيش المرافق بانتظام. ويتوقف حجم جهاز الموظفين اللازمين لذلك على عدد المرافق التي تستخدم مصادر مشعّة مختومة. وستتوافر لمعظم البلدان في العالم مرافق عديدة تستخدم المصادر في التطبيقات الطبية والصناعية.

وعمليات التفتيش هي الوسيلة الأولى للتحقق من اتباع الممارسات المأمونة. وكانت تقع، على مرّ السنين، حوادث متعدّدة عندما كانت تُفقد مصادر أثناء استخدامها في الأغراض الصناعية، وأثناء القيام بلحم خطوط الأنابيب أو أشغال الطرقات، أو عندما كان يترك المتعاقدون الأجانب المصادر المستخدمة في عمليات التنقيب عن المعادن والغاز. وما لم توجد هيئة رقابية فعّالة لتفتيش المرافق، ثمة مخاطر بأن تقع حوادث مماثلة أو سرقات تلحق الضرر بالناس والبيئة عن طريق التلوّث المشعّ.

رصيد المصادر

من أجل ضمان إمكانية تعقّب المصادر طوال أعمارها التشغيلية، ينبغي تحديد رصيد للمصادر المشعّة المختومة ذات النشاط الإشعاعي القوي. وينبغي أن يُطلب من كل مرفق يستخدم مصادر مختومة المحافظة على رصيد محدّد للمصادر ذات النشاط الإشعاعي القوي في مبانيها، وينبغي أيضاً أن تحافظ الهيئة الرقابية المعنية على رصيد وطني أو إقليمي للمصادر لضمان إمكانية اقتفاء أثرها إذا ما تغيّرت ملكيتها. ويمكن أن يُعين رصيد كهذا على التحكّم الرقابي في أي مصدر طوال عمره التشغيلي.

يجب أن تكون السلطات الوطنية متأهبة بشأن التصدي للطوارئ التي يمكن أن تنشأ من استخدام المصادر المشعة المختومة. ويجب ألا تتوافر للهيئات الرقابية إجراءات معتمدة تتيح التصدي لتلك الطوارئ فحسب، بل يجب عليها أيضاً أن تلزم جميع المستعملين المعنيين والمرافق المعنية، في إطار عملية الترخيص، بأن تتوافر لديهم على النحو الواجب خطط معتمدة للتصدي للطوارئ وآليات معتمدة لتقديم التقارير عن حالات الطوارئ، وذلك على الصعد المحلي والإقليمي والوطني. وتبعاً لطبيعة المصدر المعني ونشاطه، قد يكون لحوادث من هذا القبيل عواقب مميتة وقد تتسبب في تلوث مشع واسع النطاق إضافة إلى تسببها في خسائر مالية للأعمال التجارية والأشخاص. ويتطلب تنظيف ورصد الأشخاص المعرضين للإشعاعات موارد كبيرة، والاعتناء بالتخطيط، والقيام بالتنسيق بين الوكالات الحكومية المعنية (مثل الوكالات المعنية بخدمات حماية البيئة، والخدمات الصحية والاجتماعية). وتقدم الوكالة المساعدة التقنية في مجالي التصدي للطوارئ والتقييم الطبي للأشخاص المصابين. بيد أن الحيلولة دون وقوع حادث في المقام الأول هو فعال التكلفة أكثر بكثير من ذلك. وتنشر الوكالة بانتظام الاستنباطات التي تخلص إليها الاستقصاءات التي تجريها في الحوادث الرئيسية لكي يمكن استخدام الدروس المستفادة منها في الحيلولة دون وقوع حوادث مماثلة. وتتجسد تلك الاستنباطات أيضاً فيما تصدره الوكالة من وثائق تقنية ووثائق سلسلة الأمان.

ومع ارتفاع حدة النشاط الإرهابي في الآونة الأخيرة، فإن احتمال قيام جماعة إرهابية باستخدام مصدر من المصادر كجهاز تشتيت مشع لا بد أن يُدرج في تخطيط عمليات التأهب من جانب كل من الهيئة الرقابية والمرافق التي يتم فيها استخدام أو خزن المصادر. وتتسم بالخطورة على وجه الخصوص مصادر التصوير الإشعاعي الصناعي ذات النشاط الإشعاعي القوي، والمُشعّعات الصناعية، والمولّدات الكهربائية الحرارية، ومصادر العلاج عن بعد.

ويتوقف مقدار الأمن اللازم للمصادر على العواقب المحتمل أن تترتب على مصدر مسروق. فبعض التدابير الأمنية يُقصد بها أن تحمي مصدراً ما، وأن تكشف أي محاولة وصول إلى المصدر دون إذن، وأن تؤخر اللصوص إلى حين القيام بعملية تصدٍ. أما المرافق فينبغي أن تتوافر لديها إجراءات معتمدة من أجل الحيلولة دون وقوع سرقة محتملة وكشفها والتصدي لها. وينبغي تزويد ضباط الجمارك بإرشادات واضحة عن كيفية التصرف إذا ما عثر على مصدر ما عند نقطة مراقبة حدودية، على سبيل المثال. وينبغي، بصورة مماثلة، أن تكون الهيئات الرقابية وسلطات الشرطة على الصعيد الوطني متأهبة بشأن التصدي لحالات كهذه.

على الرغم من أن معظم المصادر المشعّة المختومة لها عمر تشغيلي طويل نسبياً، يجب العمل على استبدالها عند مرحلة معيّنّة. وتتوافر لمعظم البلدان التي لديها برامج قوى نووية قدرة معيّنّة على الخزن الطويل الأجل للنفايات المشعّة يمكن أن تُستخدم أيضاً لأغراض المصادر المهملة تلك. ويتمثّل أحد التحديات الرئيسية التي تواجه البلدان التي ليست لديها مرافق نفايات في كيفية التصرّف في المصادر المهملة على نحو مأمون. ويجب أن يراعى في عملية التصرّف في النفايات ضمان إمكانية الاحتفاظ بالمصادر دون تعرّضها لمخاطر الفقد أو السرقة أو وقوع حادث متصل بها على مدى فترات زمنية طويلة جداً. ويشمل التصرّف في المصادر تكييف المصدر، وفحص حالة المصدر بانتظام، وحفظ سجلات لتدوين جميع المعاملات التي تقوم بها الجهة المُشغلة المعنية بالنفايات.

ومن شأن استيراد مصدر ما أن ينشئ التزاماً طويل الأجل على كل من المستورد والهيئة الرقابية يوجب التصرّف في المصدر عندما لا يُعد له غرض مفيد. وإذا تعدّرت إعادة المصدر إلى المورد وجب على الجهة المُشغلة المعنية بالنفايات تكييف المصدر وخرنه في مرفق مركزي آمن. وربما كان بعض المنتجين مستعدين لاسترجاع المصادر التي قاموا بتوريدها. والتخلّص النهائي من المصادر في موقع تخلّص مُرخّص به هو الحلّ في خاتمة المطاف.

في الختام

من أجل مراعاة التوازن بين المخاطر والمنافع المتأتية من المصادر المشعّة المختومة في آن معاً، انطلاقاً من المنظورات الاجتماعية والصحية والاقتصادية، يلزم الحكومات الوطنية بنية أساسية وافية لضمان مراقبة استخدام المصادر المشعّة المختومة مراقبةً فعّالة. وثمة معلومات تقنية تفصيلية لمساعدة الحكومات على إرساء بنية أساسية فعّالة بما يكفل أمان وأمن المصادر المشعّة المختومة متاحة فيما تصدره الوكالة من وثائق سلسلة الأمان ووثائق تقنية وذلك على الموقع الشبكي التالي:

<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/publications.asp>

أنظر "البنية الأساسية القانونية والحكومية المتعلقة
بالأمان النووي والأمان الإشعاعي وأمان النفايات
المشعة وأمان النقل، سلسلة معايير الأمان، العدد رقم
GC-R-1 (٢٠٠٠)، الموقع

[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/
Pub1093r_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1093r_web.pdf)



صورة الغلاف: مدخل مأوى جوفي حيث كان يُخزن مصدر
مشعّ خزناً غير وافٍ/مركز ليلو للتدريب، جورجيا (الوكالة).

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

طُبِعَ بواسطة الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالنمسا،

أيلول/سبتمبر ٢٠٠٥

IAEA/PI/A.79 / 05-09466