

IAEA-TECDOC-1312/A

وثيقة الوكالة التقنية – 1312

الكشف عن المواد المشعة عند نقاط الحدود

تحت الرعاية المشتركة لكل من الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الجمارك العالمية ومكتب الشرطة الأوروبي والمنظمة الدولية للشرطة الجنائية



IAEA



IAEA

الوكالة الدولية للطاقة الذرية



كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤

IAEA-TECDOC-1312/A

وثيقة الوكالة التقنية – 1312

الكشف عن المواد المشعة عند نقاط الحدود

تحت الرعاية المشتركة لكل من الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الجمارك العالمية ومكتب الشرطة الأوروبي والمنظمة الدولية للشرطة الجنائية



IAEA



IAEA 
الوكالة الدولية للطاقة الذرية

كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤

القسم المسؤول عن إعداد هذا المنشور داخل الوكالة هو:
قسم الأمان الإشعاعي
الوكالة الدولية للطاقة الذرية

Radiation Safety Section
International Atomic Energy Agency
Wagramer Strasse 5
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria

الكشف عن المواد المشعة عند نقاط الحدود
الوكالة الدولية للطاقة الذرية
وثيقة الوكالة التقنية ١٣١٢
ISBN 92-0-116102-6
ISSN 1011-4289
IAEA-TECDOC-1312/A
الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠٠٤

طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية في النمسا

كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٤

تقديم

تقضي الاتفاقات الدولية بضرورة إخضاع نقل جميع المواد المشعة داخل الدول وفيما بينها لمستويات عالية من الضوابط الرقابية والإدارية وضوابط الأمان والضوابط الهندسية بما يكفل القيام بعمليات النقل هذه على نحو يتسم بالأمان والأمن. وفيما يخص المواد النووية، ثمة متطلبات إضافية للحماية المادية والمساعدة من أجل درء مخاطر الانتشار النووي والوقاية من أية محاولات ترمي إلى التحريف.

وقد أكدت نتائج الهجمات الإرهابية التي وقعت في أيلول/سبتمبر ٢٠٠١ ضرورة تعزيز مراقبة المواد النووية والمشعة وأمنها. ويجري بهذا الصدد اتخاذ تدابير لرفع المستويات العالمية للحماية المادية للمواد النووية وأمنها. وجارى على النحو ذاته الاضطلاع بجهود لتعزيز أمان وأمن المصادر المشعة المنتشرة الى حد بعيد في العديد من الصناعات ومرافق الرعاية الصحية. ويتبين من ذلك أن الكشف عن المواد المشعة (المواد النووية والمصادر المشعة) عند الحدود هو أحد المكونات الأساسية لاستراتيجية عامة ترمي الى ضمان عدم وقوع مثل هذه المواد في أيدي المجموعات الإرهابية والمنظمات الإجرامية التي قد تقوم بإمدادها بتلك المواد. وتستحق شحنات المواد المشعة اهتمام الجهات المناط بها إنفاذ القوانين والجهات الرقابية، للتأكد من مشروعية تلك المواد ومنع تسريبها والاتجار غير المشروع بها.

وما فتئت الخبرات المكتسبة في أجزاء عديدة من العالم تؤكد استمرار حدوث عمليات نقل لمواد مشعة خارج الإطارين الرقابي والقانوني. وعمليات النقل هذه قد تكون متعمدة أو غير متعمدة. وبصفة عامة، فإن عمليات النقل المتعمد غير القانوني للمواد المشعة، بما فيها المواد النووية، لأغراض إرهابية أو سياسية أو لأغراض الربح غير المشروع تعتبر اتجاراً غير مشروع بتلك المواد. وعمليات النقل الأكثر شيوعاً التي تتم خارج نطاق التحكم الرقابي هي العمليات ذات طابع غير العمدي. ويمكن أن يكون أحد الأمثلة للنقل غير المتعمد نقل الصلب الذي لوئته مصدر مشع مصهور خرج من نطاق الضوابط الصحيحة. ومثل هذا الشحن قد يشكل مخاطر على صحة وأمان العاملين المعنيين وكذلك عامة الجمهور.

وتقع على عاتق الدول مسؤولية مكافحة الاتجار غير المشروع بالمواد المشعة وعمليات النقل غير المتعمد لتلك المواد. وتتعاون الوكالة الدولية للطاقة الذرية مع الدول الأعضاء وسائر المنظمات الدولية في جهود مشتركة لمنع حالات الاتجار غير المشروع وعمليات النقل غير المتعمد ولمواءمة السياسات والتدابير عن طريق إبداء المشورة ذات الصلة من خلال المساعدة التقنية والوثائق التقنية. ومن الأمثلة على ذلك، أن الوكالة ومنظمة الجمارك العالمية وقعتا على مذكرة تفاهم (في عام ١٩٩٨) لتعزيز التعاون على المستوى الدولي من أجل تحسين مراقبة المواد المشعة. وفي وقت صياغة هذا التقرير، توجد مذكرة تفاهم مماثلة بين الوكالة والمنظمة الدولية للشرطة الجنائية (الإنتربول) بانتظار التوقيع.

وهناك عدد من التدابير التي يجب على الدول اتخاذها لمكافحة الاتجار غير المشروع بالمواد المشعة وعمليات النقل غير المتعمد لتلك المواد. وعادة ما تكون هذه التدابير مشتركة بين الجهات الرقابية وتلك المناط بها إنفاذ القوانين كجانب من الترتيبات الوطنية التي تتخذها الدولة. وأحد هذه التدابير هو موضوع هذه الوثيقة التقنية، وهو الكشف عن المواد المشعة عند الحدود. وفي حين أن عملية الكشف تنطوي على العديد من مكونات الاستراتيجيات الرقابية واستراتيجيات إنفاذ القوانين فإن التركيز الرئيسي لهذا المنشور ينصب على الكشف عن الإشعاعات، وعلى وجه الخصوص الأجهزة الضرورية لتلك الأغراض. والمقصود من المنشور هو مساعدة

منظمات الدول الأعضاء على الكشف الفعال عن المواد المشعة التي تعبر حدودها، سواء الواردات أو الصادرات أو الشحنات العابرة.

وهذه هي الوثيقة الثانية من مجموعة مؤلفة من ثلاث وثائق تقنية متعلقة بالنقل غير المتعمد للمواد المشعة والاتجار غير المشروع بها، تشترك في رعايتها كل من منظمة الجمارك العالمية ومكتب الشرطة الأوروبي والإنتربول. وعنوان الوثيقة الأولى هو "منع النقل غير المتعمد للمواد المشعة والاتجار غير المشروع بها" (وثيقة الوكالة التقنية IAEA-TECDOC-1311)؛ أما عنوان الوثيقة الثالثة فهو "التصدي للأحداث التي تنطوي على نقل غير متعمد للمواد المشعة والاتجار غير المشروع بها" (وثيقة الوكالة التقنية IAEA-TECDOC-1313). وموظف الوكالة المسؤول عن هذه المنشورات هو ب. دود من شعبة الأمان الإشعاعي وأمان النفايات.

ملحوظة تحريرية

استخدام مسميات معينة للبلدان أو الأقاليم لا ينطوي على أي حكم تقديري من جانب الناشر، أو الوكالة، فيما يخص الوضع القانوني لمثل هذه البلدان أو الأقاليم، أو لسلطاتها ومؤسساتها، أو لترسيم حدودها.

وذكر أسماء شركات أو منتجات معينة (سواء كانت مبيّنة باعتبارها مسجلة أم لا) لا ينطوي على أية نية للمساس بحقوق الملكية، كما لا ينبغي تفسيره على أنه مصادقة أو توصية من جانب الوكالة.

المحتويات

١	.....	١-١	مقدمة	١-١
١	.....	١-١	الاتجار غير المشروع	١-١
٢	.....	٢-١	الخلفية	٢-١
٣	.....	٣-١	حالات الاتجار غير المشروع بالمواد المشعة والنقل غير المتعمد لتلك المواد	٣-١
٤	.....	٤-١	النطاق	٤-١
٤	.....	٥-١	الهدف	٥-١
٥	.....	٢-٢	عملية الكشف	٢-٢
٥	.....	٣-٣	التقييم الاستراتيجي للحاجة إلى المراقبة الحدودية	٣-٣
٦	.....	٤-٤	اختيار الأجهزة	٤-٤
٦	.....	١-٤	مقدمة	١-٤
٧	.....	٢-٤	أنواع الأجهزة	٢-٤
٧	.....	٣-٤	الغرض من الأجهزة	٣-٤
٨	.....	١-٣-٤	الكشف	١-٣-٤
٨	.....	٢-٣-٤	التحقق	٢-٣-٤
٨	.....	٣-٣-٤	التقييم وتحديد المكان	٣-٣-٤
٩	.....	٤-٣-٤	التعرف	٤-٣-٤
٩	.....	٥-٣-٤	إرشادات بشأن الأجهزة	٥-٣-٤
٩	.....	٤-٤	أجهزة الجيب	٤-٤
٩	.....	١-٤-٤	الاستعمال	١-٤-٤
١٠	.....	٢-٤-٤	الخصائص العامة	٢-٤-٤
١٠	.....	٣-٤-٤	التشغيل والمعايرة والاختبار	٣-٤-٤
١١	.....	٤-٤-٤	التوصيات بشأن الحد الأدنى للأداء	٤-٤-٤
١٢	.....	٥-٤	الأجهزة اليدوية	٥-٤
١٢	.....	١-٥-٤	الاستعمال	١-٥-٤
١٣	.....	٢-٥-٤	التشغيل والمعايرة والاختبار	٢-٥-٤
١٣	.....	٣-٥-٤	التوصيات بشأن الحد الأدنى للأداء	٣-٥-٤
١٥	.....	٦-٤	الأجهزة المنصوبة الثابتة	٦-٤
١٥	.....	١-٦-٤	الاستعمال	١-٦-٤
١٥	.....	٢-٦-٤	التصيب والتشغيل والمعايرة والاختبار	٢-٦-٤
١٧	.....	٣-٦-٤	التوصيات بشأن الحد الأدنى للأداء	٣-٦-٤
١٨	.....	٥-٥	المستويات الموجبة للاستقصاء وعمليات ضبط انطلاق الإنذار في الأجهزة	٥-٥
١٨	.....	١-٥	المستوى الاسمي الموجب للاستقصاء مقابل عملية ضبط انطلاق الإنذار في الأجهزة	١-٥
١٩	.....	٢-٥	تحديد المستوى الحدي لانطلاق الإنذار في جهاز ما	٢-٥

٢١	.....	٦- التحقق من الإنذارات	
٢١	.....	١-٦ أنواع الإنذارات	
٢١	.....	١-١-٦ الإنذارات الكاذبة	
٢٢	.....	٢-١-٦ الإنذارات البريئة	
٢٢	.....	٣-١-٦ الإنذارات الفعلية	
٢٣	.....	٢-٦ التحقق نم الإنذارات بالرصد	
٢٣	.....	١-٢-٦ أجهزة الجيب والأجهزة اليدوية	
٢٣	.....	٢-٢-٦ رصد المشاة وأمتعتهم	
٢٣	.....	٣-٢-٦ رصد المركبات	
٢٤	.....	٧- الأوضاع الإشعاعية ومستويات التصدي لها	
٢٥	.....	٨- تحديد أماكن المواد المشعة	
٢٥	.....	١-٨ الاستعدادات العامة للتفتيش	
٢٦	.....	٢-٨ تفتيش المشاة	
٢٦	.....	٣-٨ تفتيش الطرود والبضائع المشحونة	
٢٧	.....	٤-٨ تفتيش السيارات	
٢٧	.....	١-٤-٨ تفتيش الأشخاص ومقتنياتهم الشخصية	
٢٧	.....	٢-٤-٨ تفتيش منطقة غطاء المحرك	
٢٨	.....	٣-٤-٨ تفتيش الصندوق والجزء الداخلي	
٢٨	.....	٤-٤-٨ التفتيش الخارجي	
٢٨	.....	٥-٤-٨ قاع الشاحنات	
٢٨	.....	٦-٤-٨ الشاحنات الكبيرة	
٢٩	.....	٩- تقييم المواد المشعة المعثور عليها	
٢٩	.....	١-٩ عام	
٢٩	.....	٢-٩ أجهزة التعرف على النويدات المشعة	
٣٠	.....	٣-٩ خصائص الأداء المتعلقة بالتعرف على النويدات المشعة	
٣٠	.....	١-٣-٩ النويدات المشعة موضع الاهتمام	
٣٠	.....	٢-٣-٩ إجراء الاختبارات	
٣١	.....	٤-٩ الاعتراف العملية الواجب مراعاتها عند اختيار أي جهاز	
٣٤	.....	المرفق الأول المواد المشعة والنويدات المشعة موضع الاهتمام	
٣٨	.....	المرفق الثاني المخطط الأنسيابي للعملية المؤدية الى كشف النقل غير المتعمد أو الاتجار غير المشروع	
٤٠	.....	المراجع	
٤٢	.....	مسرد المصطلحات	
٤٤	.....	المساهمون في الصياغة والاستعراض	

١-١ الاتجار غير المشروع

التعريف الوارد لهذا المصطلح في مسرد مصطلحات الوكالة وقت كتابة هذه الوثيقة هو: "الاتجار غير المشروع هو تلقي مواد مشعة أو حيازتها أو استعمالها أو نقلها أو التخلص منها دون تصريح بذلك". وهذا التعريف أوسع كثيراً في نطاقه من المعنى الذي يفهم به المصطلح في أجهزة الشرطة والجمارك وغيرها من الأجهزة المناط بها إنفاذ القانون. وعلى ذلك، ونظراً لتنوع الاهتمامات المهنية للجهات الثلاث المشاركة في رعاية هذه الوثيقة التقنية، فإن من الأهمية بمكان الإسهاب بعض الشيء في وصف مصطلح الاتجار غير المشروع بما يكفل تطبيقه على النحو الصحيح.

ولا ينبغي، في سياق هذه الوثيقة التقنية، تفسير هذا المصطلح على أنه يشمل جميع الأحداث غير المصرح بها المتعلقة بمواد مشعة بغض النظر عن نوعها وسببها، حيث أن معظم هذه الأحداث قد يكون مجرد مخالفات إدارية وأمور تخص الهيئة الرقابية النووية أو الإشعاعية الوطنية، ولا تتعلق بإنفاذ القانون.

وتشمل اهتمامات كل الجهات الثلاث المشاركة في رعاية هذه الوثيقة الأنشطة الإجرامية (كانتهاكات القانون الوطني والدولي)، وهذا هو البعد الذي يستند إليه الغرض من هذا التعريف وهذه الوثيقة التقنية والوثيقتين المصاحبتين لها [1,2].

وتشمل الأنشطة الإجرامية قيد النظر ما يلي:

- الأنشطة التخريبية، مثل حالات انتهاك ضوابط منع الانتشار (لأنها انتهاكات مخربة للإرادة الدولية)؛
- سائر الأعمال الإجرامية، فعلاً أو احتمالاً، التي يُقصد بها إيذاء البشر أو البيئة؛
- الكسب غير المشروع، كالأرباح الناجمة عن بيع المواد المشعة؛
- التهرب من سداد التكاليف المقررة للتخلص من المواد المشعة أو التهرب من سداد الضرائب ذات الصلة؛
- انتهاك لوائح النقل.

وقد أوضحت تجربة بعض الدول الأعضاء أن العديد من الحالات التي تبين فيها حدوث نقل غير مشروع لمواد مشعة عبر الحدود الدولية كانت ناجمة عن عمليات نقل غير متعمدة، وليس عن قصد جنائي حقيقي. ومن أمثلة ذلك الحالة التي تم فيها نقل مواد مشعة عبر الحدود الدولية ممزوجة بخردة معدنية [3,4]. ومن ثم فإن من المفيد أن تدرج في هذه المناقشة الحالات التي فُقدت فيها السيطرة على المواد دون قصد ثم وُجدت المواد في بلد آخر. والواقع أنه لا يمكن تمييز مثل هذه الحالات عن الحالات التي تطوي على قصد جنائي واضح إلا بعد اكتشاف تلك الحالات والتحقيق فيها. ومشاكل الأمان الإشعاعي وإلحاق الضرر بالبشر والممتلكات والبيئة متطابقة في كل من فئتي الأحداث.

وتلخيصاً لما سبق، فإن هذه الوثيقة التقنية تستخدم مصطلح "الاتجار غير المشروع" بمعنى أي نقل أو اتجار متعمد غير مصرح به (لا سيما على الصعيد الدولي) لمواد مشعة (بما في ذلك المواد النووية) بقصد جنائي.

ويتسق هذا الاستخدام للمصطلح مع استخدامه لدى أجهزة الشرطة والجمارك وغيرها من الأجهزة المناط بها إنفاذ القانون التي تضطلع بمكافحة الاتجار بالأسلحة النارية والبشر والسيارات والعقاقير.

٢-١ الخلفية

تجدر ملاحظة أنه نظراً لكون المواد النووية هي أيضاً مواد مشعة، فإن مصطلح "المواد المشعة" يشمل في هذا المنشور المواد النووية. ويُستخدم مصطلح "المواد المشعة" لمجرد تجنب تكرار استخدام عبارة "المواد النووية" وغيرها من المواد المشعة". ومن المسلم به أن المواد النووية ستحتذى بالاهتمام الرئيسي من زاوية الاتجار غير المشروع.

وتستخدم المواد المشعة على نطاق العالم في مجموعة واسعة من الأغراض المفيدة، في مجال الصناعة، والطب، والبحوث، والدفاع، والتعليم. ويلزم الحد من المخاطر الإشعاعية المرتبطة بمثل هذا الاستخدام والوقاية منها عن طريق استخدام معايير ملائمة للأمان الإشعاعي. وبالمثل تلزم أيضاً السيطرة على مخاطر الانتشار المرتبطة باستخدام المواد النووية والتصرف حيال تلك المخاطر، وذلك عن طريق وضع معايير واتفاقيات واتفاقيات تحكمها.

ويُتوقع من النظم الرقابية الوطنية المتسقة مع معايير الوكالة وإرشاداتها الموصوفة أعلاه [5-8] أن تكفل الحفاظ على رقابة فعالة للمواد المشعة. وينطبق ذلك بصفة خاصة على جميع الدول التي نفذت مدونة قواعد السلوك [9] وأبرمت اتفاقيات ضمانات. ورغم ذلك يمكن أن يحدث الخروج عن نطاق الرقابة لمجموعة متنوعة من الأسباب. وعلى سبيل المثال، قد لا يتبع أحد مستخدمي المواد المشعة الإجراءات التي تقضي بها اللوائح. كما قد يكون فقدان السيطرة ناجماً عن أوجه قصور في البنية الأساسية ذاتها أو عن عدم كفاية الأمن المادي. وبالإضافة إلى الإهمال، يمكن أن يكون هناك أيضاً تسريب متعمد للمواد المشعة. وقد يحدث ذلك تجنباً لتكاليف التخلص من النفايات، أو من منطلق الاعتقاد بأن المواد ذات قيمة كسلعة تجارية أو عسكرية. كما قد يسعى الإرهابيون إلى حيازة مواد مشعة. ونظراً للمسائل المرتبطة بانتشار الأسلحة النووية والإرهاب، فإن ثمة مخاوف في هذا الصدد تتعلق على وجه الخصوص بالمواد المستخدمة في برامج القوى النووية والأسلحة النووية.

وقد اختارت بعض الدول الأعضاء أن تضع كواشف إشعاعية عند بعض معايرها الحدودية لمحاولة الكشف عن المواد النووية التي تدخل إلى البلد بصفة غير مشروعة، وكذلك لاكتشاف أي مصادر بيتيمية^(١) قد تنقل عن غير قصد. والمسائل التشغيلية ذات الصلة باستخدام الأدوات الإشعاعية لهذه الأغراض هي موضوع هذه الوثيقة التقنية. ويمكن الاطلاع في الوثيقتين المصاحبتين [1-2] على مناقشة للوقاية من النقل غير المتعمد للمواد المشعة والاتجار غير المشروع بها والتصدي لتلك الأنشطة.

وقد تشاركت الوكالة الدولية للطاقة الذرية والحكومة النمساوية في رعاية دراسة رائدة للجوانب العملية لأدوات الرصد الحدودية. وسميت تلك الدراسة برنامج تقييم الكشف الإشعاعي عن عمليات الاتجار غير المشروع [10]، ووضعت نتائجها في الاعتبار لدى كتابة هذه الوثيقة التقنية. وكانت الدراسة مفيدة، على وجه الخصوص، في

(١) المصدر البيتميم: مصدر يسبب من المخاطر الإشعاعية ما يكفي لتسويغ فرض تحكم رقابي عليه لكنه غير خاضع لأي تحكم رقابي إما لأنه لم يسبق له ذلك قط أو لأنه أهمل أو فقد أو نقل من مكانه أو سُرِق أو نُقل بأي طريقة أخرى دون تصريح سليم.

استحداث خصائص أدائية لأدوات الرصد. وتستند الخصائص الأدائية المعروضة في هذه الوثيقة التقنية إلى تقرير برنامج تقييم الكشف الإشعاعي عن عمليات الاتجار غير المشروع، ولكن أدخلت عليها بعض التعديلات مراعاة للمساهمات التي قدمها خبراء آخرون. وينبغي اعتبار الخصائص الأدائية استرشادية فقط، ولا ينبغي اعتبارها من متطلبات الوكالة الدولية للطاقة الذرية أو معاييرها.

٣-١ حالات الاتجار غير المشروع بالمواد المشعة والنقل غير المتعمد لتلك المواد

في عام ١٩٩٥، استهلكت الوكالة الدولية للطاقة الذرية برنامجا لمكافحة الاتجار غير المشروع بالمواد النووية وسائر المواد المشعة، تضمن إعداد وحفظ قاعدة بيانات دولية بشأن حوادث الاتجار غير المشروع [11]. وبسبب التعريف الأصلي الواسع في هذه القاعدة للاتجار غير المشروع فهي تسمى قاعدة البيانات الخاصة بالاتجار غير المشروع، رغم أن العديد من الحوادث المدرجة فيها هي حوادث نقل غير متعمد وليست حوادث اتجار غير مشروع. وحتى وقت آخر تقرير كامل (كانون الأول/ ديسمبر ٢٠٠١)، كانت قاعدة البيانات تحتوي على ٣٩٩ حادثة مؤكدة، أبلغ عنها في الفترة منذ عام ١٩٩٣. وهناك ٦٩ دولة عضوا تشارك في برنامج قاعدة بيانات الاتجار غير المشروع. ويتعلق نحو ٩٠% من الحوادث المدرجة في قاعدة البيانات بالمصادر المشعة، أو باليورانيوم الضعيف الإثراء اليورانيوم الطبيعي واليورانيوم المستنفد. وتتعلق البقية بالبلوتونيوم واليورانيوم الشديد الإثراء، وعادة ما تنطوي على شكل من أشكال النية الإجرامية المتجهة إلى تخطي ضمانات عدم الانتشار، وكذلك المتطلبات الواسعة النطاق للوقاية من الإشعاعات. ويتعلق نحو ١٩ من هذه الحوادث بكميات هامة من المواد. ويحتمل أن يكون عدد الحوادث التي تقع على نطاق العالم أكبر من العدد المبلغ به في قاعدة بيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

وهناك مشكلة ذات صلة بهذه المسألة وذات أهمية متزايدة، ترتبط بنقل الخردة المعدنية عبر الحدود. فاليوم تنقل في جميع أرجاء العالم الخردة المعدنية الخاصة بإعادة التدوير، وفي كثير من الأحيان تنقل دون إشارة إلى منشئها. وقد اشتملت شحنات الخردة المعدنية هذه أحيانا على مواد مشعة ومصادر مشعة مختومة. وقد حددت إحدى الدراسات المتعلقة بهذه المشكلة في الولايات المتحدة [12] أكثر من ٢٣٠٠ حالة وجدت فيها في شحنات المعادن الخاصة بإعادة التدوير معدلات إشعاعية غير عادية. وكان نحو ١١% من تلك الحالات يتعلق بمصادر أو أجهزة مشعة مختومة. وفي حين أن معظم حالات اكتشاف النشاط غير العادي كانت راجعة إلى التلوث السطحي بمواد مشعة موجودة طبيعيا فإن مواد مشعة أخرى، هي المصادر والأجهزة اليتيمة، تسبب خطر تعرض العاملين والجمهور للإشعاع. وأدت نحو ٥٠ حالة أيضا إلى قيام مرافق إعادة التدوير هذه بصهر المواد المشعة دون قصد. ويمكن أن يؤدي مثل هذه الحوادث إلى نشر المواد المشعة في منطقة واسعة، فيسبب عواقب اجتماعية واقتصادية خطيرة. ومن الأمثلة على تلك العواقب تكاليف التنظيف والتخلص العالية للغاية، وضياع وقت الإنتاج، والمقاضاة.

ولمنع إعادة تدوير المعادن الملوثة، قامت مرافق معالجة الخردة وصهر المعادن في بعض البلدان بتركيب نظم لكشف الإشعاع. وبينما توجد بعض أوجه التشابه في المعدات المستعملة فإن ظروف القياس في المعابر الحدودية مختلفة تماما عنها في ساحات الخردة ومنشآت إنتاج المعادن. ففي الحدود يعني كبر حجم حركة العبور أن الوقت المتاح للكشف والاستجابة الأولية محدود ببضع ثوان وأن إجراء الفحص عدة مرات لنفس المركبة يكون عادة غير عملي. فضلا عن ذلك فإن المراقبة الحدودية يتعين أن تغطي ليس فقط النقل بمركبات الشحن البري وبعربات السكك الحديدية بل أيضا النقل بسيارات الركاب ومرور المشاة. وعلاوة على ذلك فعندما يلزم كشف

الاتجار غير المشروع بالمواد النووية في الحدود، يلزم القياس النيوتروني أيضا، في حين أن هذا القياس لا يعتبر ضروريا عموما في ساحات الخردة ومنشآت إنتاج المعادن.

٤-١ النطاق

يحمل مصطلح الكشف لدى أجهزة الجمارك والشرطة وسائر أجهزة إنفاذ القوانين دلالة أوسع كثيرا من دلالاته لدى المعنيين بالأمان الإشعاعي. فلدى الفئة الأولى، يشمل الكشف أنشطة مثل الاستخبارات، وتقييم المخاطر، والمصادرة، والتحقيق، بينما هو لدى الفئة الأخيرة لا يتعلق عادة إلا باستخدام أداة أو جهاز للبت في وجود الإشعاع ومستواه. ويتناول هذا التقرير الجوانب الخاصة بالكشف عن الإشعاع وحسب. ويتناول التقرير مسألة الكشف عن المواد المشعة التي يمكن أن تكون متجرا بها اتجارا غير مشروع أو منقولة دون قصد. ولذلك فهو يتناول بصفة عامة قدرات الكشف ويوجز أساليب ذلك الكشف. وإلى جانب ذلك فرغم أن مصطلح الحدود يستخدم تكرارا في هذا المنشور فإن المقصود هو أن ينطبق لا على الحدود البرية الدولية وحدها بل أيضا على الموانئ البحرية والجوية والمواقع المماثلة التي يمكن أن تدخل البضائع أو الأفراد عبرها إلى الدولة أو تخرج منها.

ولا يتناول هذا المنشور مسألة الكشف عن المواد النووية في مرافق إعادة التدوير، على الرغم من التسليم بأن نقل المعادن عبر الحدود لأجل إعادة التدوير يحدث وأن رصد المعادن الخاصة بإعادة التدوير يمكن أن يجرى عند حدود الدولة أو في منشأة إعادة تدوير.

ولا يتناول هذا المنشور شحن المواد المشعة المأذون به عبر الحدود. فهذا النشاط تحكمه قواعد ولوائح وإرشادات أخرى موجودة بالفعل لتناول نقل المواد المشعة الآمن [13].

ولا يتناول هذا المنشور ما يجب أن تتخذه السلطات التنظيمية، والأشخاص الاعتباريون الذين تَأذن لهم تلك السلطات بحيازة المصادر المشعة واستعمالها، من تدابير لضمان أمان وأمن المواد المشعة أو النووية. فهذه المسائل مبيّنة في غير هذا المنشور (انظر المراجع [5-8]).

٥-١ الهدف

الغرض من هذا المنشور هو توفير الإرشاد للدول الأعضاء لكي تستخدمه أجهزة الجمارك أو الشرطة أو غيرها من أجهزة إنفاذ القانون بشأن الرصد الإشعاعي للمركبات والأشخاص والسلع عند مرافق عبور الحدود، وذلك كتدبير لمكافحة الاتجار غير المشروع وأيضا لاكتشاف نقل المواد المشعة غير المتعمد. ويمكن أن تكون هذه المراقبة أحد عناصر الجهود الرامية إلى العثور على المواد المشعة التي خرجت عن نطاق الرقابة ويمكن أن تدخل إلى دولة عضو.

٢- عملية الكشف

تشتمل العملية المفضية إلى اتخاذ قرار بشأن إقامة نظام في الحدود للكشف عن نقل المواد المشعة غير المتعمد أو الاتجار غير المشروع بها وبشأن استخدام المعدات الخاصة بذلك على الخطوات الرئيسية التالية:

- (١) التقييم الاستراتيجي للحاجة إلى المراقبة الحدودية؛
- (٢) اختيار الأجهزة؛
- (٣) تنصيب الأجهزة، وإجراء اختبارات القبول لها ومعايرتها، ووضع خطة لصيانتها، وتدريب المستعملين وموظفي الدعم التقني؛
- (٤) تحديد مستويات الاستقصاء، وضبط وضعيات انطلاق الإنذار في الأجهزة؛
- (٥) تقييم الإنذارات والاستجابة الملائمة لها، بالتحقق من وجود المادة المشعة وتحديد مكانها؛
- (٦) تقييم أي مواد مشعة يتم العثور عليها.

ومن حيث الجوهر تبين هذه الخطوات مخطط هذا المنشور. وتتناول الوثيقة التقنية الثالثة [2] من هذه السلسلة الإجراءات أو التدابير التي ينبغي اتخاذها عندما يكشف الرصد حدثًا يتعلق بنقل غير متعمد لمواد مشعة أو اتجار غير مشروع بها.

٣- التقييم الاستراتيجي للحاجة إلى المراقبة الحدودية

هذه الوثيقة التقنية تتناول أساسا الكشف الإشعاعي عند الحدود، من وجهة نظر تقنية وتشغيلية. وينبغي أن يكون قرار الدولة العضو بشأن استحداث الكشف الإشعاعي عند حدودها أو عدم استحداثه ووقت ومكان استحداثه منبثقا من صوغ استراتيجية وطنية شاملة لاستعادة السيطرة على المواد المشعة. ويجري حاليا إعداد إرشادات بشأن تصميم وتنفيذ تلك الاستراتيجية الوطنية، كجزء من خطة عمل الوكالة لأمان المواد المشعة وأمنها.

ومن العوامل الرئيسية في صوغ الاستراتيجية الوطنية تحليل المخاطر. فالدولة تستطيع، بإجراء تقييم للعوامل التاريخية والسياسية والاجتماعية والاقتصادية والجغرافية، أن تتوصل إلى تقييم معقول لإمكانية أو احتمال الاتجار غير المشروع أو النقل غير المتعمد للمواد المشعة عبر حدودها. وبالنسبة لبعض البلدان يمكن أن تعتبر المراقبة، في مواقع حدودية معينة، مكونا مجديا في استراتيجيتها العامة. وبالنسبة لبلدان أخرى، تعتبر إمكانية حدوث مشكلة إمكانية منخفضة بقدر يجعل تنفيذ المراقبة الحدودية لا يعد ذا منفعة كافية بالمقارنة إلى التكلفة. ومن الاعتبارات الأخرى التي تدعو إلى تركيب معدات المراقبة الحدودية الردع وأمان الجمهور.

فإذا تقرر أن المراقبة الحدودية لازمة فستساعد نتائج التحليل الاستراتيجي أيضا على تحديد أنواع الأجهزة التي ينبغي استخدامها والأماكن التي ينبغي أن تنتشر فيها. والسبب في ذلك هو أن التحليل الاستراتيجي سيساعد على

تحديد ما هو مطلوب. وسيكون لعملية المراقبة أقصى حد من الفعالية إذا جرت في الأماكن التي يحتمل فيها أكثر من غيرها أن يتم التعرف على الاتجار غير المشروع بالمواد المشعة أو النقل غير المتعمد لها واعتراض سبيلهما. وهذه هي على وجه العموم نقاط الرقابة أو النقاط العقدية التي تتلاقى فيها حركة الناس والبضائع. وقد تكون هذه الأماكن بالفعل نقاط رقابة خاصة بأغراض أخرى، وذلك مثل أجهزة وزن الأثقال أو نقاط الجمارك.

٤- اختيار الأجهزة

١-٤ مقدمة

يقدم هذا القسم إرشادات بشأن اختيار الأدوات لنشرها عند نقاط الحدود^(٢)، كما يوفر إرشادات بشأن استعمالها في الظروف الميدانية التي توجد فيها قيود تشغيلية. وتجدر ملاحظة أن الإرشادات تتعلق بالكشف الإشعاعي عن المواد المشعة ولا تركز على مسائل الوقاية من الإشعاعات، التي يلزم النظر فيها إذا كشف عن مواد مشعة. ووقاية الأفراد المعنيين هي اعتبار رئيسي؛ غير أن الخبرة دلت على أن عدد الحوادث المنطوية على مستويات إشعاعية خطيرة هو عدد قليل.

وهناك بعض النقاط الهامة التي يلزم التشديد عليها في البداية. فأولاً، لكي يتسنى الكشف عن المواد المشعة، يجب أولاً أن يخترق الإشعاع الصادر منها أي حاوية أو عبوة أو سيارة أو شخص تكون موجودة داخله. وعلى وجه الخصوص، يعني ذلك أنه إذا كانت المادة المشعة لا تبث سوى أشعة ألفا و/أو أشعة بيتا المنخفضة الطاقة، و/أو أشعة غاما المنخفضة الطاقة فقد لا تكشف. وفضلاً عن ذلك يمكن لذوي المعرفة أن يقوموا عمداً بتدريع المواد المشعة بحيث تكون مستويات الإشعاع خارج الحاوية أدنى من المستويات التي يمكن كشفها. وفي هذه الظروف يمكن أن تكون هناك حاجة إلى معلومات إضافية، مثل المعلومات التي يحصل عليها بواسطة أساليب الفحص الأخرى أو المعلومات الاستخباراتية أو الملاحظة.

وثانياً، لا تكشف جميع الأدوات جميع أنواع وطاقات الإشعاع، ولذلك يتعين اتخاذ قرارات بشأن المواد المشعة التي يمكن توقعها والأشياء التي يراد الكشف عنها. فمثلاً، لا توجد مصادر نيوترونية هامة في شكل مواد مشعة طبيعية، ولا تستخدم في المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية. ولذلك يمكن استخدام الكشف عن الإشعاع النيوتروني كدلالة على وجود المواد النووية (رغم أن المصادر النيوترونية تستخدم في بعض نظم القياس النووية). ولهذا السبب يوصى باستخدام الكاشفات النيوترونية عندما تكون هناك حاجة إلى الكشف عن الاتجار غير المشروع بالمواد النووية.

وينبغي أن يكون مستعملو الأدوات على علم بالأسباب العلمية والتقنية التالية التي قد تؤدي إلى عدم الكشف عن المواد النووية.

— أن يكون مستوى الإشعاع عند الجهاز أدنى من أن يتسنى كشفه، لأن المصدر ذو نشاط إشعاعي منخفض أو لأنه مدرع أو لأنه مفرط البعد.

(٢) سبق القول بأن المقصود بعبارة "نقاط الحدود" أن تشمل جميع الأماكن التي يمكن أن تدخل منها البضائع أو الأفراد إلى الدولة.

- أن تكون خصائص الجهاز من حيث وقت الاستجابة مفرطة البطء بالنسبة للسرعة التي يمر بها الجهاز والمصدر أحدهما على الآخر.
- قد يكون الجهاز بحاجة إلى إعادة معايرة لضمان أن تصدر عنه الاستجابة الصحيحة.
- قد لا يكون الجهاز صالحا للعمل في وقت الكشف.

وتتناول المشورة المدرجة في هذا التقرير معظم هذه المسائل، ولذلك سيؤدي العمل بها إلى زيادة احتمال الكشف عن المواد المشعة عند نقاط الحدود إلى أقصى قدر ممكن.

٢-٤ أنواع الأجهزة

يمكن تقسيم الأدوات الخاصة بالكشف عن المواد المشعة عند الحدود إلى ثلاث فئات:

- (١) *فأجهزة الحبيب* هي أجهزة صغيرة خفيفة الوزن تستخدم لكشف وجود المواد المشعة وإبلاغ المستعمل بمستويات الإشعاع.
- (٢) *والأجهزة اليدوية* تكون عادة أكثر حساسية، ويمكن أن تستخدم لكشف المواد المشعة أو تحديد مكانها أو (بالنسبة لبعض أنواع المعدات) التعرف عليها. ويمكن أن تكون هذه الأدوات مفيدة أيضا في إجراء قياسات أدق لمعدل الجرعة بغية تحديد مقتضيات الأمان الإشعاعي.
- (٣) *والأجهزة الأوتوماتية المنصوبة الثابتة* هي أجهزة مصممة لكي تستخدم في نقاط التفقيش، مثل تلك المقامة في المعابر الحدودية على الطرق البرية أو السكك الحديدية أو في الموانئ الجوية أو البحرية. وتستطيع هذه الأجهزة أن تتيح المراقبة الشديدة الحساسية لتدفق مستمر من الأشخاص والمركبات والأمتعة والعبوات والبضائع، مع التقليل إلى الحد الأدنى من عرقلة حركة المرور.

وسيناقش كل من هذه الأنواع بالتفصيل.

٣-٤ الغرض من الأجهزة

هناك عدة استعمالات لأجهزة كشف الإشعاع ذات صلة بهذا المنشور. وسيكون كل من هذه الاستعمالات عاملا في اختيار الجهاز الملائم. ويمكن تلخيص الأغراض كما يلي:

- (١) *الكشف*: لا يلزم الجهاز إلا لإعطاء إنذار إذا تم تجاوز مستوى إشعاعي معين.
- (٢) *التحقق*: بعد صدور الإنذار، يلزم التحقق مما إن كان إنذارا صحيحا. ومن طرائق القيام بذلك استخدام جهاز مختلف.
- (٣) *التقييم وتحديد المكان*: يستوجب الإنذار الصحيح البحث عن مصدر الإشعاع وتحديد مكانه. ومن المهم عند القيام بذلك إجراء تقييم إشعاعي من أجل الأمان الإشعاعي وكذلك تحديد مستوى الاستجابة الملائم.

(٤) التعرف: يتسنى في كثير من الأحيان التعرف على نوع النويدات المشعة، بتحديد نوع الإشعاع وطاقته. وسيساعد ذلك على تصنيف طبيعة الحادثة والاستجابة الإضافية.

٤-٣-١ الكشف

بعد اتخاذ قرار بالقيام بالرصد الحدودي، وكذلك بشأن مكان وكيفية القيام به، تتمثل الخطوة التالية في اختيار الجهاز الملائم.

وحيثما يتسنى توجيه حركة البضائع أو السيارات أو الناس للمرور عبر مساحات ضيقة محدودة معروفة، تسمى النقاط العقدية، تكون الأجهزة الأوتوماتية المنصوبة الثابتة هي الخيار المفضل.

وأجهزة الجيب والأجهزة اليدوية مفيدة بوجه خاص عندما تجرى العمليات في مناطق مشتتة على مساحات واسعة، مثل الموانئ الجوية والبحرية. فمثلا يمكن أن تصرف أجهزة الجيب لكل موظف من موظفي إنفاذ القوانين وأن يحملها في ملابسه أثناء العمل.

وتتيح الأجهزة اليدوية حساسية أكبر في الكشف، مقارنة بأجهزة الجيب، ولكنها أثقل وتكون عادة أكثر تكلفة. وأكثر ما تستعمل فيه الأجهزة اليدوية هو الكشف في حالات التفتيش الذي يستهدف شحنات بعينها. فمن شأنها مثلا أن تختار: (أ) عندما يكون هناك بالفعل اشتباه بوجود اتجار غير مشروع، استنادا إلى تقارير استخباراتية؛ (ب) لتحديد مكان أحد المصادر؛ (ج) لقياس معدل الجرعة؛ (د) للتعرف على نوع النويدات المشعة.

٤-٣-٢ التحقق

يلزم التحقق من كل حالة كشف، لاستبعاد الإنذارات الكاذبة. ويشتمل التحقق على إعادة عملية القياس بغية تأكيد الدلالة الأولى على وجود مجال إشعاعي. وبالنسبة لأجهزة الجيب والأجهزة اليدوية، يشتمل ذلك عادة على إعادة فحص المركبة أو الشخص. وبالنسبة للأجهزة الثابتة المنصوبة، يمكن أن يستلزم إعادة تمرير المركبة عبر منشأة الكشف، بغية الحصول على قياس ثان. وعندما تكون إعادة التمرير غير عملية، قد يلزم استعمال جهاز من نوع آخر.

٤-٣-٣ التقييم وتحديد المكان

بعد التحقق من كشف المواد المشعة، يلزم تحديد المكان الذي نشأت منه الإشارة الإشعاعية. وتلزم لهذه المهمة أجهزة جيب أو أجهزة يدوية. وفي هذا الوقت سيلزم إجراء تقييم للأمان الإشعاعي ضمانا لسلامة الموظفين والجمهور. وإضافة إلى ذلك سيحدد التقييم الإشعاعي ما إن كانت الاستجابة ينبغي أن تكون تشغيلية أم تكتيكية أم استراتيجية [2]. ومن الضروري للقيام بذلك وجود أجهزة تبين معدل الجرعة.

بعد تحديد مكان منشأ الإشارة، يلزم التعرف على النوع المعين المعني من النويدات المشعة. ذلك لأنه يؤثر على اعتبارات الأمان وكذلك على نطاق الاستجابة اللاحقة لاكتشاف المواد المشعة. ويساعد التعرف على نوع النويدات المشعة على تصنيف طبيعة الحادثة كنقل غير متعمد أو اتجار غير مشروع أو إنذار بريء. ويمكن أن يوفر أيضا بعض المعلومات عن الاستعمال السابق والملكية السابقة للمواد، رغم أن الأفضل هو أن يجرى هذا النوع من التحليل لاحقا في مختبر للمواد المضبوطة. ويمكن أن تستخدم السلطة الرقابية الوطنية هذه البيانات لاحقا لأغراض إنفاذ القانون.

وعادة يتطلب التعرف الأولي في المعابر الحدودية أجهزة يدوية خاصة لقياس طاقات أشعة جاما بغية التعرف على نوع النويدات المشعة. ويعرف ذلك باسم مطيافية أشعة جاما. وإذا كانت تلك المعدات غير متوفرة فقد تلزم مساعدة إضافية من خبراء.

ويوجد حاليا اتجاه منبثق من احتياجات المستعملين إلى جمع أداء كل المهام المذكورة أعلاه (تحديد المكان، وقياس معدل الجرعة، والتعرف على نوع النويدات المشعة) في جهاز يدوي واحد يستخدم كواشف للإشعاعات المتعددة.

٤-٣-٥ إرشادات بشأن الأجهزة

يقدم باقي هذا القسم إرشادات بشأن اختيار كل من الأنواع الثلاثة من الأجهزة التي نوقشت. ويقدم أيضا إرشادات بشأن استعمال تلك الأجهزة في الظروف الميدانية التي يمكن أن توجد فيها قيود تشغيلية.

وكما ذكر في المقدمة، ينبغي اعتبار أن الخصائص الأدائية لكل نوع من الأجهزة المذكورة لتوفير الإرشاد فقط، ولا ينبغي اعتبارها من شروط الوكالة أو معاييرها. فضلا عن ذلك، ينبغي التسليم بأن مثل هذه البارامترات هي دائما حل وسط بين ما هو مثالي وما هو عملي. ومع تطور التكنولوجيا، يمكن تغيير الخصائص الأدائية أيضا، لتتجلى فيها تلك التحسينات.

٤-٤ أجهزة الجيب

٤-٤-١ الاستعمال

تطورت التكنولوجيا الخاصة بالكشف عن المواد المشعة تطورا سريعا في السنوات الأخيرة. وبفضل أوجه التقدم في تصغير الأجهزة الإلكترونية المخفضة الطاقة، تسنى تطوير رتبة جديدة من كاشفات أشعة جاما والكاشفات النيوترونية المنمنمة. ويمكن ارتداء هذه الكاشفات، المماثلة في الحجم لأجهزة النداء اللاسلكية، على الحزام، أو حملها في الجيب، لتشغيلها دون استخدام اليدين. ويمكن استعمال بعض هذه الكاشفات في "حالة الصمت" لتنبيه المشغل إلى وجود مواد مشعة، دون تنبيه الأشخاص الآخرين القريبين. وأجهزة الجيب مناسبة على الوجه الأمثل

للاستعمال من جانب الموظفين الأفراد وأول المستجيبين إلى الإنذار بوجود الإشعاعات، وذلك بسبب صغر حجمها. وإضافة إلى ذلك فإن تشغيلها لا يتطلب تدريبا واسعا النطاق.

وبما أن هذه الأجهزة زهيدة التكلفة نسبيا وصغيرة بما يكفي لحملها على اللباس الرسمي فقد يتسنى أن يزود كل موظف على حدة بجهاز من هذا النوع بانتظام أثناء العمل. كما أن استهلاكها للطاقة منخفض، بحيث يمكن استخدامها باستمرار. كما أن لها مزية أخرى هي قابليتها الذاتية للحراك، التي تسمح بالاقتراب بقدر أكبر من المصدر المشتبه فيه للإشعاع، عندما يكون ذلك مأمونا.

ويمكن أن يشكل استعمال كواشف جيب إشعاعية يلبسها عدد كبير من الموظفين أثناء عملهم العادي "ستارا متحركا" يمكن أن يكون شديد المرونة مقارنة بالأجهزة المنصوبة الثابتة، وبذلك يغطي طائفة واسعة التنوع من الطرق الممكنة للتجار غير المشروع.

٢-٤-٤ الخصائص العامة

رغم أن أجهزة الجيب يمكن أن تصنع بأي نوع من عدة أنواع من كاشفات الإشعاع فإن الأجهزة التي تستخدم كاشفات الوميض هي وحدها الحساسة بما يكفي لهذا الاستعمال. وينبغي أن تعطي لوحة عرض الجهاز إشارة دلالية مضيئة بسيطة تكون متناسبة مع معدل الجرعة. وتبين تلك الإشارة للمستعمل أي تغيرات في مستويات الإشعاع بيانا واضحا، ويمكن أن تستخدم كأداة تفتيش لتحديد مكان مصدر الإشعاع.

وأفضل الأجهزة التي من هذا النوع هي الأجهزة التي تكون غير محتاجة إلى صيانة، ومثينة البنية، وصامدة للأحوال الجوية، وتعمل بالبطاريات بزمن تشغيل كاف. ويوصى بأن تضبط عتبة الإنذار مسبقا قبل صرف الجهاز للموظفين الميدانيين، بحيث تراعى فيها، بطريقة سليمة، الإشعاعات الخلفية الطبيعية المحلية. غير أن بعض الأجهزة تقيس الآن الخلفية تلقائيا عند بدء التشغيل وتخزن ذلك القياس للرجوع إليه عند الحاجة.

وتتباين تفاصيل التصميمات، ولكن يمكن أن تكون لأجهزة الجيب ميزات إضافية متنوعة. وبعض الأنواع قادر على إصدار ثلاثة أنواع من الإنذارات: بصري (الضوء)، وسمعي (الصوت)، واهتزازي (صامت، للعمليات السرية). وتتميز بعض الأجهزة بتغير طبقة الصوت المسموع تبعا لمعدل الجرعة.

٣-٤-٤ التشغيل والمعايرة والاختبار

يحمل جهاز الجيب عادة على البدن أو في جيب أو على حزام. ومن الميزات المفيدة الخاصة بالاختبار الذاتي ميزة التحقق التلقائي من سلامة عمل مكونات الجهاز الإلكترونية (بما في ذلك حالة البطارية) قبل كل فترة استعمال. وينبغي أيضا فحص جهاز الجيب، يوميا إن أمكن ذلك، للتحقق من استمرار قدرته على كشف الإشعاعات. ويمكن عمل ذلك بوضع الجهاز قرب مصدر إشعاعي صغير خاص بالتحقق، ومراقبة استجابة الجهاز للإشعاع.

ولا مناص من أن تحدث أحيانا إنذارات كاذبة، أي إنذارات دون وجود مواد مشعة، وذلك بسبب التقلبات التي تحدث في الخلفية الطبيعية. وعند ضبط عتبة الإنذار ضبطا ملائما، أي عند مستوى يعادل نحو ثلاثة أضعاف

مستوى الخلفية، يمكن أن يكون من المعقول توقع أن لا تتجاوز معدلات الإنذارات الكاذبة إنذارا واحدا أو إنذارين في كل نوبة عمل.

ويمكن أن تطلق أجهزة الجيب أحيانا إنذارات بسبب مصادر إشعاعية بريئة. ويرجع ذلك إلى أن العديد من الأشياء والمواد الشائعة يحتوي على كميات صغيرة من المواد المشعة الطبيعية، مثل الثوريوم واليورانيوم (أنظر المرفق الأول).

ومثل معظم كاشفات الإشعاع، يوصى بأن يقوم شخص مؤهل أو مرفق صيانة بمعايرة أجهزة الجيب مرة في السنة (أو بحسب ما تشترطه الهيئة الرقابية الوطنية).

٤-٤-٤ التوصيات بشأن الحد الأدنى للأداء

كما ذكر آنفا، ينبغي اعتبار أن الخصائص الأدائية لكل نوع من الأجهزة المذكورة لتوفير الإرشاد فقط، ولا ينبغي اعتبارها من متطلبات الوكالة الدولية أو معاييرها. فضلا عن ذلك، ينبغي أن يلاحظ أن الشروط المبينة في هذا القسم ليست أوضاعا تشغيلية بل هي معايير يمكن إجراء اختبارات الأداء على أساسها.

٤-٤-٤-١ الحساسية لأشعة جاما

إذا كان متوسط مدى القياس هو ٠,٢ ميكرو سيفرت في الساعة^١ فينبغي أن ينطلق الإنذار عند ازدياد معدل الجرعة بمقدار ٠,١ ميكرو سيفرت في الساعة^١ لمدة ثانية واحدة. وينبغي أن يكون احتمال الكشف عن هذا الطرف الذي يؤدي إلى انطلاق الإنذار ٩٩%، أي أن لا يزيد عدد حالات الفشل عن ١٠٠ حالات في كل ١٠.٠٠٠ حالة تعرض. وينبغي أن يستوفي الجهاز هذه الخصائص الأدائية على مدى مستمر لأشعة جاما الساقطة يمتد من ٦٠ كيلو فولت إلى ١,٣٣ ميغافولت (عند اختباره بواسطة الأمريكيوم - ٢٤١ والسيزيوم - ١٣٧ والكوبالت - ٦٠).

٤-٤-٤-٢ ضبط الإنذار

ينبغي أن يوفر النظام مستويات عتبية قابلة للتعديل لانطلاق الإنذار.

٤-٤-٤-٣ بيان معدل الجرعة

إذا كان الجهاز يوفر بيانا لمعدل الجرعة فينبغي أن يكون مستوى عدم اليقين في حدود $\pm ٥٠\%$ عند المعايرة بالسيزيوم-١٣٧.

٤-٤-٤-٤ معدل الإنذارات الكاذبة

ينبغي أن يكون معدل الإنذارات الكاذبة أقل من ١ في كل مدة مقدراها ١٢ ساعة لمعدل جرة خلفية لا يتجاوز ٠,٢ ميكرو سيفرت في الساعة^١.

ينبغي أن يستوفي الجهاز الخصائص الأدائية المذكورة أعلاه في مدى درجة حرارة من -١٥° إلى +٤٥° مئوية ودرجة رطوبة نسبية لا تقل عن ٩٥% في ظروف عدم التكثف.

٦-٤-٤-٤ عمر البطارية

ينبغي أن يكون عمر البطارية أكثر من ٨٠٠ ساعة في ظروف عدم صدور إنذارات، للأجهزة التي لا تعمل ببطاريات قابلة لإعادة الشحن، وأكثر من ١٢ ساعة للوحدات التي تعمل ببطاريات قابلة لإعادة الشحن. وفي ظروف صدور الإنذارات ينبغي أن يكون عمر البطارية أكثر من ٣ ساعات.

٧-٤-٤-٤ اختبار السقوط

ينبغي أن تستوفي الأجهزة الخصائص الأدائية بعد السقوط الاختباري على الخرسانة من علو ٠,٧ متر على كل وجه.

٥-٤ الأجهزة اليدوية

١-٥-٤ الاستعمال

يمكن أن تتخذ المراقب الإشعاعية اليدوية أشكالاً مختلفة وأن تستعمل كواشف ومكونات إلكترونية مختلفة. وأحدث الأجهزة التي طورت هي أجهزة صغيرة تعمل بالبطاريات وتحتوي على وحدات معالجة ميكروية. ولا شك في أن ظهور القدرات الإضافية سيتواصل مع تقدم التكنولوجيا.

ويمكن استخدام المراقب اليدوية بفعالية لتفتيش المشاة والعبوات والبضائع والسيارات، بقدر كبير من المرونة. ويتسم التدريب على الاستخدام السليم للأجهزة والتفسير السليم للقراءات بأهمية حيوية، ويجب تكرار التدريب دورياً.

وتتوافر أجهزة يدوية لكشف جميع أنواع الإشعاعات، بما فيها النيوترونات. ويستطيع بعض هذه الأجهزة الكشف عن أكثر من نوع واحد من الإشعاعات (مثلاً أشعة جاما والأشعة النيوترونية). وعادة تكون الأجهزة اليدوية قادرة على قياس معدل الجرعة، ولذلك يمكن استعمالها لأغراض الأمان الإشعاعي.

ويمكن أيضاً استخدام بعض الأجهزة اليدوية المتطورة للتعرف على نوع النويدات المشعة.

٢-٥-٤ التشغيل والمعايرة والاختبار

ويمكن استعمال المراقب اليدوية إما كأجهزة تفتيش (كشف) أولي أو كأجهزة تفتيش ثانوي (تأهيل) للأجهزة المنصوبة الثابتة. ومن الضروري أن يكون الجهاز مزودا بإشارة دلالية سمعية أو إنذار سمعي بمعدل الجرعة، لكي يتمكن المستعمل من أداء التفتيش دون مراقبة العداد.

وبالنسبة للاستعمالات الخاصة بالتفتيش، ينبغي أن يكون وزن الجهاز اليدوي أقل من ٢ كلغم وأن يكون له مقبض مريح للحمل. ويمكن تحسين احتمال الكشف إذا حرك المستعمل الجهاز إلى موضع أقرب إلى أي مادة مشعة موجودة. كما أن احتمال أن يكشف الجهاز الإشعاع يكون أكبر عندما يحرك ببطء معقول عبر المساحة التي يراد فحصها. غير أن التحريك ببطء مفرط يعني أن يستغرق المسح وقتا أطول، ولذلك فإنه يلزم التوفيق بين السرعة والحساسية. وتوجد أجهزة تستطيع أن تقوم بالقياسات في نطاق زمني قصير (أقل من ثانية واحدة)، بحيث يتسنى استخدامها للمسح السريع على السطح للعبوات والمشاة والمركبات والبضائع. ولكي يتسنى تحديد مكان مصدر الإشعاع، ينبغي أن يعيد الدليل الإنذاري ضبط نفسه أو توماتيا أو أن يعلو تردد صوت الإنذار مع ازدياد معدل الجرعة.

ويوصى بأن يفحص الجهاز اليدوي، يوميا إن أمكن ذلك، للتحقق من استمرار قدرته على كشف الإشعاعات. ويمكن عمل ذلك بوضع الجهاز قرب مصدر إشعاعي صغير خاص بالتحقق، ومراقبة استجابته. ومثل معظم كاشفات الإشعاع، يوصى بأن يقوم شخص مؤهل أو مرفق صيانة بمعايرة الجهاز مرة في السنة. ويستخدم معظم الأجهزة اليدوية المشتركة الخاصة بالتعرف على أنواع النويدات المشعة مصدر أشعة جاما منخفض النشاط لتثبيت مقياس الطاقة. وهذا ضروري لتحقيق أداء جيد فيما يتعلق بالتعرف على نوع النويدات المشعة.

٣-٥-٤ التوصيات بشأن الحد الأدنى للأداء

كما ذكر آنفا، ينبغي اعتبار أن الخصائص الأدائية لكل نوع من الأجهزة المذكورة لتوفير إرشادات فقط، ولا ينبغي اعتبارها من متطلبات الوكالة الدولية أو معاييرها. وفضلا عن ذلك، ينبغي أن يلاحظ أن الشروط المبينة في هذا القسم ليست أوضاعا تشغيلية بل هي معايير يمكن إجراء اختبارات الأداء على أساسها.

١-٣-٥-٤ الحساسية لأشعة جاما

يوصى بأنه إذا كان متوسط مدى القياس هو ٠,٢ ميكرو سيفرت في الساعة^١ فينبغي أن ينطلق الإنذار عند ازدياد معدل الجرعة بمقدار ٠,٠٥ ميكرو سيفرت في الساعة^١ لمدة ثانية واحدة. وينبغي أن يكون احتمال الكشف عن هذا الطرف الذي يؤدي إلى انطلاق الإنذار ٩٩%، أي أن لا يزيد عدد حالات الفشل عن ١٠٠ حالات في كل ١٠٠٠٠ حالة تعرض. وينبغي أن يستوفي الجهاز هذه الخصائص الأدائية على مدى مستمر لأشعة جاما الساقطة يمتد من ٦٠ كيلو إلكترون فولت إلى ١,٣٣ ميغا إلكترون فولت (عند اختباره بواسطة الأمريسيوم - ٢٤١ والسيزيوم - ١٣٧ والكوبالت - ٦٠).

٢-٣-٥-٤ معدل صدور الإشارة السمعية الدالة على أشعة جاما

ينبغي أن لا يزيد معدل صدور الإشارة السمعية (معدل الإشارة البيانية) في ظروف خلفية محددة على إشارة بيانية واحدة في الدقيقة أثناء مدة تشغيل قدرها ١٢ ساعة، أي ليس أكثر من ١٠٠ إشارة بيانية في كل ١٠٠ دقيقة على الأقل.

٣-٣-٥-٤ الحساسية للأشعة النيوترونية

بالنسبة للأجهزة التي لديها قدرة على كشف النيوترونات، ينبغي أن يصدر الجهاز الكاشف إنذارا عندما يتعرض لتدفق نيوتروني صادر من مصدر كاليفورنيوم-٢٥٢ بقوة ٠,٠٠١ مللي جرام (٢٠ ٠٠٠ نيوترون في الثانية تقريبا) لمدة ١٠ ثوان، على بعد ٠,٢٥ متر، عندما تكون أشعة جاما محجوبة بحيث يصل منها أقل من ١%. وينبغي أن يكون احتمال الكشف عن هذا الظرف الذي يؤدي إلى انطلاق الإنذار ٩٩%، أي أن لا يزيد عدد حالات الفشل عن ١٠٠ حالات في كل ١٠ ٠٠٠ حالة تعرض. ومعدل الجرعة النيوترونية المناظرة لهذه الظروف الإشعاعية يبلغ نحو ٢ ميكرو سيفرت في الساعة^١.

٤-٣-٥-٤ معدل الإنذارات الكاذبة بالنسبة للأشعة النيوترونية

ينبغي أن يكون معدل الإنذارات الكاذبة أقل من ٦ في مدة ساعة واحدة.

٥-٣-٥-٤ بيان معدل الجرعة

إذا كان الجهاز يبين معدل الجرعة فينبغي أن يكون قادرا على قياس ما لا يصل إلى ١٠ مللي سيفرت في الساعة^١ على الأقل، في حدود عدم يقين أقل من $\pm 30\%$ ، عندما يعاير لقياس السيزيوم - ١٣٧.

٦-٣-٥-٤ بيان تخطي المدى

ينبغي لأن يصدر الجهاز إشارة دلالية تبين تخطي المدى أو إنذارا مستمرا عند معدلات الجرعات التي تتجاوز مداه.

٧-٣-٥-٤ الظروف البيئية

ينبغي أن يستوفي الجهاز الخصائص الأدائية المذكورة أعلاه في مدى درجة حرارة من -١٥° إلى +٤٥° مئوية ودرجة رطوبة نسبية لا تقل عن ٩٥% في ظروف عدم التكثف.

يوصى بأن يكون عمر البطارية أكثر من ٤٠ ساعة في ظروف عدم صدور إنذار، للأجهزة التي لا تعمل ببطاريات قابلة لإعادة الشحن، وأكثر من ١٢ ساعة للوحدات التي تعمل ببطاريات قابلة لإعادة الشحن. وفي ظروف صدور الإنذارات ينبغي أن يكون عمر البطارية أكثر من ٣ ساعات. ويستصوب أن يكون هناك مؤشر دلالي يبين حالة البطارية.

٤-٦-٤ الأجهزة المنصوبة الثابتة

٤-٦-٤-١ الاستعمال

تصمم الأجهزة المنصوبة الثابتة الحديثة الخاصة برصد الإشعاعات بحيث تكشف أوتوماتيا وجود المواد المشعة التي يحملها المشاة أو تنقل في المركبات. وتقوم نظم الرصد بذلك بقياس مستوى الأشعة (الجيمية أو النيوترونية) عند وجود شخص أو مركبة في منطقة الكشف، ومقارنة هذا المستوى بمستوى إشعاع الخلفية الذي يقاس ويستكمل قياسه عندما تكون منطقة الكشف خالية. وبفضل القياس المستمر لمستوى إشعاع الخلفية وتعديل عتبة إطلاق الإنذار يتسنى الحفاظ على معدل إحصائي ثابت للإنذارات الكاذبة. ويترتب على ذلك أنه يلزم وجود مستشعرات مناسبة لاستشعار ما يشغل منطقة الكشف، لكي يعرف الجهاز متى يراقب المشاة لدى عبورهم أو المركبات لدى عبورها ومتى يراقب مستويات إشعاع الخلفية.

٤-٦-٤-٢ التنصيب والتشغيل والمعايرة والاختبار

في كثير من الأحيان يطلق على المراقب الإشعاعية المنصوبة الثابتة اسم المراقب البوابية، وهي تتألف عادة من مصفوفة من الكواشف مثبتة على عمود رأسي أو عمودين رأسيين، مع المكونات الإلكترونية المرتبطة بها. وبالنظر إلى أن حساسية الجهاز تتوقف كثيرا على البعد فمن المهم تقريبا الشخص أو المركبة من مصفوفة الكواشف بقدر ما يمكن عمليا. ولذلك يتحقق أقصى قدر من الفعالية إذا نصبت أجهزة المراقبة بحيث يضطر جميع المشاة والمركبات والبضائع إلى المرور بالقرب. - من المراقب أو بينها. ولذلك ينبغي النظر بعناية في اختيار المكان الأمثل لتنصيب الرواصد البوابية الإشعاعية الثابتة بحيث يتسنى أن تكون على أقصى قدر من الفعالية.

كما تتوقف فعالية الجهاز المنصوب الثابت توفقا كبيرا على قدرته على قياس شدة الإشعاع في منطقة التفتيش ذات الاهتمام. وعليه فمن المهم لدى تنصيب المراقب أن توضع الكاشفة بحيث يكون مجال الرؤية بينها وبين منطقة التفتيش خاليا من أي عوائق. غير أن الجهاز يجب أن يحمي من التلف الميكانيكي.

وينبغي أن تكون إشارات الإنذار مرئية بوضوح للموظفين الذين يعملون في نقطة التفتيش، وسيلزم تدريب الموظفين الذين يستجيبون للإنذارات على إجراءات الاستجابة الصحيحة [2].

وتلتزم معايرة المراقيب البوابية واختبارها دوريا لضمان الأداء الأمثل. وينبغي فحص المراقيب البوابية الأوتوماتية يوميا بواسطة مصادر مشعة صغيرة، للتحقق من قدرتها على كشف حالات ازدياد شدة الإشعاع.

٤-٦-٢-١ مراقيب المشاة

يمكن تنصيب مراقيب المشاة في شكل مراقيب عمودية منفردة أو مزدوجة. وينبغي تركيب حواجز لتقييد مرور المشاة بحيث يمر كل شخص على بعد لا يزيد عن ١,٠ متر من الراصدة. وعندما تكون ممرات المشاة معرضة من ١,٥ متر فينبغي تركيب أعمدة مزدوجة. ومن المهم وضع الكاشفة بعيدا عن الأبواب الثقيلة، التي يمكن أن تسبب زيادة في عدد الإنذارات الكاذبة. والسبب في ذلك هو أن الحجب بالأبواب يمكن أن يؤدي إلى ازدياد تذبذبات الخلفية الإشعاعية. ومن المهم أيضا وضع مستشعرة المشغولية بحيث لا تنطلق إلا عندما يكون الجهاز مشغولا وليس عند مشي الأشخاص بجوار المراقب.

وقد تعني إمكانية وجود دروع في الأمتعة والعبوات أن المراقيب تكون على أقصى حد من الفعالية عندما تستخدم معها نظم للكشف عن المعادن (مثل ماكينات الأشعة السينية)، التي يمكن استخدامها لاستبانة وجود مواد التدرير بسهولة.

٤-٦-٢-٢ مراقيب المركبات

ويتعدى استخدام مراقيب الإشعاع المنصوبة الثابتة لكشف المصادر المشعة الموجودة في المركبات من جراء التدرير الذاتي لهيكل المركبة ومكوناتها. وفي حين يمكن أن تكون مراقيب قيعان السيارات فعالة في كشف مستويات الإشعاع غير العادية في شحنات المعادن الخاصة بإعادة التدوير فإن فعاليتها أقل كثيرا في كشف المواد المشعة عندما تكون تلك المواد مخفأة عمدا. والمراقيب التي تصمم خصيصا لكشف المصادر المشعة التي قد تكون متجرا بها اتجارا غير مشروع تكون أكثر فعالية من مراقيب قيعان السيارات، لأنه تكون بها عادة كواشف لمعاينة كل المساحات التي فوق المركبات وتحتها وكذلك على جوانبها.

وكما هو مذكور آنفا، تتوقف حساسية الكواشف على القرب بين الكاشفة والمصدر وكذلك على مدى بطء مرور أحدهما بجوار الآخر. وبالنسبة لمركبات الركاب، تكون المراقيب ذات العمود الواحد مقبولة إذا كان الحد الأقصى لعرض الممر في حدود ٣ أمتار. وبالنسبة للشاحنات والحافلات الكبيرة يلزم عمودان ويكون الحد الأقصى الموصى به للمسافة بين العمودين ٦ أمتار، رهنا بعرض المركبة التي يراد فحصها. ومن المهم تركيب حواجز لا تعترض مجال رؤية المراقب، لحماية المراقب من أن تهشمه المركبات.

وبما أن حساسية المراقب تتوقف كثيرا أيضا على زمن الرصد فيلزم وضع الجهاز بحيث تكون سرعة المركبة محكمة ومخفضة. وتتفاوت الأجهزة في قدراتها، ولكن يوصى بأن لا تتجاوز سرعة المركبة ٨ كلم/ساعة وأن لا يسمح للمركبة بالتوقف لدى مرورها عبر المراقب. ويوصى بوضع مستشعرة المشغولية بحيث لا تنطلق إلا عند مرور مركبة عبر المراقب وليس من جراء مرور أشياء أخرى بجوار المراقب.

٤-٦-٣ التوصيات بشأن الحد الأدنى للأداء

كما ذكر آنفاً، ينبغي اعتبار أن الخصائص الأدائية لكل نوع من الأجهزة المذكورة لتوفير إرشادات فقط، ولا ينبغي اعتبارها من متطلبات الوكالة الدولية أو معاييرها. فضلاً عن ذلك، ينبغي أن يلاحظ أن الشروط المبينة في هذا القسم ليست أوضاعاً تشغيلية بل هي معايير يمكن إجراء اختبارات الأداء على أساسها.

٤-٦-٣-١ الحساسية لأشعة جاما

يوصى بأنه إذا كان متوسط مدى القياس هو ٢,٠ ميكرو سيفرت في الساعة^١ فينبغي أن ينطلق الإنذار عند ازدياد معدل الجرعة بمقدار ١,٠ ميكرو سيفرت في الساعة^١ لمدة ثانية واحدة. وينبغي أن يكون احتمال الكشف عن هذا الظرف الذي يؤدي إلى انطلاق الإنذار ٩٩,٩%، أي أن لا يزيد عدد حالات الفشل عن ١٠ حالات في كل ١٠.٠٠٠ حالة تعرض. وينبغي أن يستوفي الجهاز هذا الشرط في مجال إشعاعي مستمر، يتراوح فيه مدى أشعة جاما الساقطة بين ٦٠ كيلو إلكترون فولت و ٣٣,١ ميغا إلكترون فولت (عند اختبارها بواسطة الأمريسيوم - ٢٤١ والسيزيوم - ١٣٧ والكوبالت - ٦٠).

٤-٦-٣-٢ الحساسية للأشعة النيوترونية

بالنسبة للأجهزة التي لديها قدرة على كشف النيوترونات، ينبغي أن يصدر الجهاز الكاشف إنذاراً عندما يتعرض لتدفق نيوتروني صادر من مصدر كاليفورنيوم-٢٥٢ بقوة ٠,٠١ مللي جرام (٢٠.٠٠٠ نيوترون في الثانية تقريباً) لمدة ٥ ثوان، على بعد مترين، عندما تكون أشعة جاما محجوبة بحيث يصل منها أقل من ١%. وينبغي أن يكون احتمال الكشف عن هذا الظرف الذي يؤدي إلى انطلاق الإنذار ٩٩,٩%، أي أن لا يزيد عدد حالات الفشل عن ١٠ حالات في كل ١٠.٠٠٠ حالة تعرض. ومعدل الجرعة النيوترونية المناظرة لهذه الظروف الإشعاعية يبلغ نحو ٠,٠٥ ميكرو سيفرت في الساعة^١.

٤-٦-٣-٣ منطقة التفتيش

يتفاوت حجم المنطقة التي يحتفظ فيها الكشف بكفاءته تبعاً لنوع الجهاز. وفيما يلي وصف للمجال الهندسي الذي ينبغي أن تنطبق فيه الخصائص الأدائية المتعلقة بمستويات الإنذار المعينة.

(أ) مراقب المشاة

- ١٤ رأسياً: من صفر إلى ١,٨ متر؛
- ٢٤ أفقياً، بالتوازي مع اتجاه الحركة: من صفر إلى ١,٥ متر؛
- ٣٤ سرعة السير العادية ١,٢ متر/ثانية.

(ب) مراقب السيارات (عمود واحد):

- ١٤ رأسياً: من صفر إلى مترين؛

- ٢٤ أفقيا، بالتوازي مع اتجاه الحركة: حتى ٤ أمتار؛
٣٤ السرعة حتى ٨ كلم/ساعة.

(ج) مراقب الشاحنات والحافلات (عمودان):

- ١٤ رأسيا: من ٠,٧ متر إلى ٤ أمتار؛
٢٤ أفقيا، بالتوازي مع اتجاه الحركة: حتى ٣ أمتار (٦ أمتار بين العمودين)؛
٣٤ السرعة حتى ٨ كلم/ساعة.

٤-٦-٣-٤ معدل الإنذارات الكاذبة

ينبغي أن يكون معدل الإنذارات الكاذبة أثناء التشغيل أقل من إنذار واحد في اليوم لمعدلات جرعات الخلفية التي لا تزيد عن ٠,٢ ميكرو سيفرت في الساعة^١. وإذا كان يتوقع أن يكون معدل المشغولية عاليا، مثل ١٠.٠٠٠ حالة مشغولية في اليوم، فسيعني ذلك ضمان عدم حدوث أكثر من إنذار كاذب واحد من كل ١٠.٠٠٠ إنذار، والشرط الاختباري الموصى به المقابل لذلك هو ٤ إنذارات كاذبة من كل ٤٠.٠٠٠ حالة مشغولية.

٥-٣-٦-٤ الصلاحية للتشغيل

ينبغي أن تكون المعدات المنصوبة صالحة للتشغيل في ٩٩% من الوقت على الأقل، أي أن تكون غير صالحة للعمل لمدة لا تزيد عن ٤ أيام في السنة.

٦-٣-٦-٤ الظروف البيئية

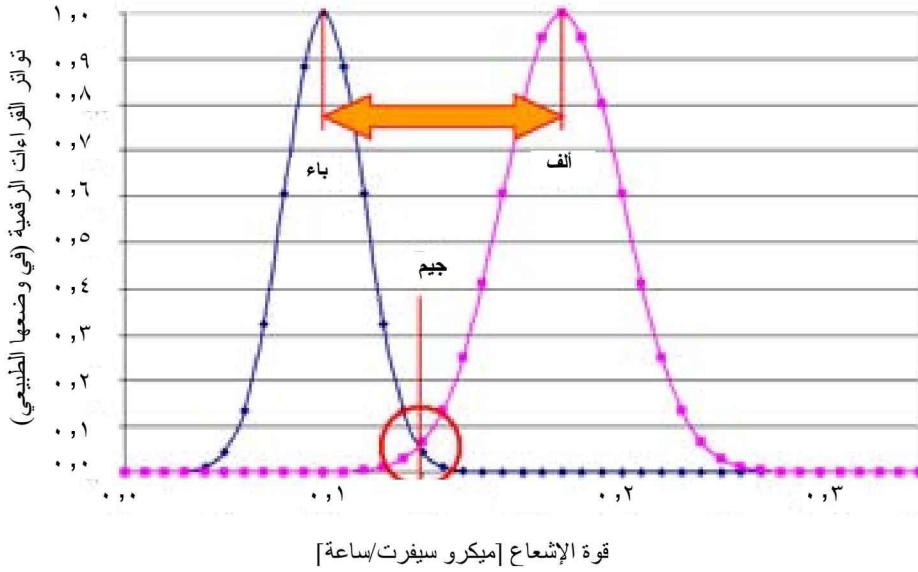
ينبغي أن يكون الجهاز قادرا على مواجهة العوامل الجوية ومصمما بحيث يمكن تشغيله في العراء. ويستصوب أن يكون مدى درجة الحرارة التي يمكن التشغيل فيها بين -١٥ مئوية و +٤٥ مئوية. غير أن ذلك سيتوقف على مكان تنصيب الجهاز، وقد تلزم درجات حرارة أدنى تصل إلى -٣٥ مئوية.

٥- المستويات الموجبة للاستقصاء وعمليات ضبط انطلاق الإنذار في الأجهزة

١-٥ المستوى الاسمي الموجب للاستقصاء مقابل عملية ضبط انطلاق الإنذار في الأجهزة

يُعرف المستوى الاسمي الموجب للاستقصاء في هذا القسم بأنه المستوى الإشعاعي الذي يُختار عنده وجوب استهلاك مزيد من الاستقصاء، وهو ما يلزم تمييزه عن المستوى الحدي لانطلاق الإنذار في الأجهزة. وافترض، على سبيل المثال، أنه من المقرر استقصاء أي من الحالات التي يتجاوز فيها معدل الجرعة مستوى ٠,٢ ميكرو سيفرت في الساعة^١ (وقل إن ذلك يتم عند النقطة ألف الظاهرة في الشكل ١). وسوف يعني ضبط انطلاق الإنذار الفعلي للجهاز عند هذه النقطة (ألف) أن جرعة بهذا المعدل لن تتسبب، حتى نصف الوقت الذي يتم فيه تلقيها، في انطلاق إنذار (بما يعني حدوث معدل إخفاق نسبته ٥٠%) نظرا للطبيعة الإحصائية

للاضمحلال المشع. ولذا ومن أجل تقليص معدل الإخفاق الى مستوى يكون مقبولاً أكثر، يلزم ضبط المستوى الحدي لانطلاق الإنذار عند مستوى قيمة أدنى (قل عند النقطة جيم الظاهرة في الشكل ١).



الشكل ١ - إشارات متداخلة صادرة عن البيئة وعن أحد المصادر الإشعاعية؛ وتواتر القراءات الرقمية التي تعكسها الأجهزة للبيئة (الذروة اليسرى) ولأوضاع التعرض (الذروة اليمنى).

بيد أن معدل الجرعة البيئية له تأثير تداخلي أيضاً، حيث إنه إذا كان المستوى المنشود الموجب للاستقصاء (ألف) يدنو دنواً شديداً من مستوى معدل الجرعة البيئية (باء في الشكل ١)، فسيحدث عدد غير مقبول من الإنذارات الكاذبة الناجمة عن الإشعاعات البيئية. ويتضح من ذلك أن تحديد المستوى الاسمي الموجب للاستقصاء وضبط المستوى الحدي لانطلاق الإنذار في الأجهزة لا يستهان بهما. وترد فيما يلي مناقشة موجزة لذلك غرضها إفادة الراغبين في معرفة مزيد من التفاصيل.

٢-٥ تحديد المستوى الحدي لانطلاق الإنذار في جهاز ما

يعني اختيار مستوى معين موجب للاستقصاء أن المستوى الحدي لانطلاق الإنذار فيما يخص جهازاً من أجهزة الرصد يجب أن يضبط على النحو الواجب. ويمكن أن يُعبّر عن المستوى الحدي لانطلاق الإنذار بمضاعفات بيئية، أو بمضاعف للانحراف المعياري الخاص بمعدل التعداد البيئي. ولما كانت العلاقة بين معدل الجرعة البيئية وانحرافها المعياري متوقفة على مدى حساسية الكشف لدى الجهاز المعني وعلى القيمة الفعلية لإشعاعات البيئة ذات الصلة، فإنه ليس بالإمكان استقاء مستوى موجب للاستقصاء ينطبق على وجه العموم.

وعلى نحو مماثل ونظراً لوجود عوامل غير معروفة من قبيل مقدار التدريع والطاقة التي تنسم بها الإشعاعات، فإنه من غير الممكن تحديد مستوى موجب للاستقصاء من أجل كشف كمية محددة من النشاط الإشعاعي. ولذا يصبح من المعقول تحديد هذا المستوى عند قيمة تكون على أكثر قدر ممكن من الحساسية دون التسبب في عديد من الإنذارات الكاذبة على نحو أكثر مما ينبغي. وعلى هذا الأساس، يمكن استقاء توصيات بشأن تحديد مستوى

مثالي موجب للاستقصاء من النتائج التي توصلت اليها الدراسة التجريبية الواسعة النطاق التي أجرتها مراكز البحوث النمساوية والوكالة على نظم الرصد الحدودي [10].

ولا بد من التوصل الى حل وسط بشأن إرساء مستوى حدي عملي لانطلاق الإنذار كيما يكون من الممكن كشف المواد المشعة التي يجري نقلها دون تعمد أو الاتجار بها على نحو غير مشروع، على ألا يتيح كذلك سوى معدل منخفض مقبول من الإنذارات المثيرة للإزعاج. والمواد المشعة التي تنقل بصورة مشروعة تتسبب هي الأخرى في انطلاق الإنذارات، إلا أن الاستقصاءات اللاحقة التي تتم بشأنها ينبغي أن تكشف عن ذلك وأن تسمح بمواصلة انتقال الأشخاص أو البضائع.

ولا بد، حسبما جاء في المناقشة، من تحديد المستوى الحدي لانطلاق الإنذار في الأجهزة على نحو أدنى بكثير من المستوى الاسمي المختار الموجب للاستقصاء بما يراعي التباينات الإحصائية. ومن أجل تحقيق احتمال الكشف بنسبة 99,9%، بافتراض الحالة المثالية المتجسدة في توزيع غوسيان، يجب ضبط المستوى الحدي للجهاز المعني على مستوى 3 انحرافات معيارية أدنى من المستوى المنشود وذلك من أجل التقاط جميع الحوادث التي تندرج من الناحية الإحصائية على "الجانب المنخفض". ومن ناحية أخرى، لا بد من إبقاء عملية ضبط الجهاز في مأمن من التأثير بالقيم التي تدنو دنوا شديدا من معدل الإشعاعات البيئية. ولمراعاة معدل إنذارات كاذبة 1 في 10.000، يجب ضبط المستوى الحدي لانطلاق الإنذار في الأجهزة على مستوى أقله 4 انحرافات معيارية أعلى من متوسط الإشعاعات البيئية فيما يخص نظاماً تُستخدم في ظل افتراضات غوسيان (وهي افتراضات تعتمد 3 انحرافات معيارية لمعدل إنذارات كاذبة 1 في 10.000).

وتشير النتائج الواردة من الاختبارات الميدانية [10] لرصد الشاحنات التي قام بها "برنامج تقييم الكشف الإشعاعي عن عمليات الاتجار غير المشروع" الى أنه يلزم تحديد مستوى موجب للاستقصاء أقله 2, 1 مثل ما هو عليه معدل إشعاعات البيئة الطبيعية (وفقا لمستوى إشعاعات بيئية عادية معدلها زهاء 0,70 ميكرو سيفرت في الساعة¹) من أجل الوفاء بخصائص الأداء فيما يخص معدل الإنذارات الكاذبة المذكور سابقا.

أما إذا رُفِعَ المستوى الموجب للاستقصاء الى 4, 1 مثل ما هو عليه معدل الإشعاعات البيئية، علاوة على استيفاء متطلبات معدل الإنذارات الكاذبة، فإنه بالإمكان إنقاص تواتر الإنذارات البريئة بنسبة عشرة أمثال تقريبا. وسيكون من شأن ذلك، على سبيل المثال، أن يمرر شاحنات يتم فيه تناول نحو 1000 شاحنة يوميا سيشهد انخفاض معدل الإنذارات البريئة من 10 إنذارات يوميا الى إنذار واحد يوميا، بما يناظر انخفاضا في معدل الإنذارات البريئة من نسبة 1% لكل شاحنة الى نسبة 0,1% لكل شاحنة. وبالرغم من هذه الزيادة في المستوى الموجب للاستقصاء، ستظل حساسية الكشف اللازمة لكشف حوادث الاتجار غير المشروع الفعلية متوافرة. فمثلا، بالنسبة لمصدر إشعاعي غير مدرّج طاقته 3,7 ميغابيكريل، من المفترض أن يتسبب السيزيوم-137 في انطلاق إنذار في ظل حالة متسمة بأسوأ الأوضاع بالنسبة لجميع الأجهزة الثابتة التي تم تركيبها ومعايرتها على نحو ملائم.

وبالنسبة لرصد المشاة أو العربات، حيث يتوقع ألا يتسبب في انطلاق إنذارات بريئة إلا وجود نويدات مشعة طبية، يمكن أن يستخدم مستوى أدنى موجب للاستقصاء يتمثل في معدل يزيد 2, 1 مرة عن معدل الإشعاعات البيئية، ذلك لأنه يُرجح أن تكون الإنذارات البريئة أقل تواترا في هذه الحالة.

وباستخدام بعض الافتراضات، من الممكن تحويل المستويات الموجبة للاستقصاء الموصى بها من مُضاعفات للإشعاعات البيئية الى مُضاعفات للانحراف المعياري. وبالنسبة لنظام كاشف نمطي يعمل بقدرة ١٠٠٠ حركة تعداد في الثانية وفقاً لما هي عليه أوضاع الإشعاعات البيئية، يعني استيفاء خصائص الأداء السابق ذكرها أن قيمة مستوى اسمي موجب للاستقصاء يزيد ٢, ١ مرة عن معدل الإشعاعات البيئية ستناظر نحو ٧ انحرافات معيارية. وستناظر قيمة تزيد ٤, ١ مرة عن معدل الإشعاعات البيئية زهاء ١٤ انحرافاً معيارياً بمقتضى هذا الشرط.

ويُصح الموظفون الأخصائيون الذي يشاركون في اختيار وتركيب معدات من هذا النوع بدراسة هذه المسائل في السياق المحلي، والتأكد ذاتياً من إتمام عمليات ضبط انطلاق الإنذار في الأجهزة على نحو ملائم في سبيل تحقيق مستوى موجب للاستقصاء يكون عملياً في ظل الأوضاع المحلية القائمة. وبعد انقضاء فترة من الزمن على تشغيل وحدة ما، من المحتم أنه يلزم إدخال بعض التعديلات على عمليات ضبط الإنذار بالاستناد الى الخبرة التشغيلية.

وحسبما جاء في المناقشة السابقة، فإنه حال ظهور دلالات على إنذار يجري الاضطلاع بالمهام التالية:

- التحقق من أن الإنذار ناتج عن زيادة فعلية في مستوى الإشعاعات؛
- تحديد مكان مصدر الإشعاعات، إن كان موجوداً؛
- تحديد ماهية المواد المشعة وتقييم الحالة القائمة.

وترد مناقشة كل من هذه الخطوات بمزيد من التفصيل في الأقسام التالية.

٦- التحقق من الإنذارات

١-٦ أنواع الإنذارات

ثمة ثلاثة أنواع رئيسية من الإنذارات تستحوذ على اهتمام أساسي، وهي:

- الإنذارات الكاذبة؛
- الإنذارات البريئة؛
- الإنذارات الفعلية.

١-١-٦ الإنذارات الكاذبة

يمكن أن تتسبب التقلبات العادية الإحصائية التي تطرأ على قوة الإشعاعات البيئية في مختلف جوانبها في انطلاق إنذارات. ويمكن أن تسببها أيضاً تداخلات تحدث في ترددات لاسلكية مجاورة، لكنه يُفترض ألا يشكل ذلك مشكلة على ضوء وجود أجهزة حديثة مصممة تصميمياً جيداً.

لغرض هذه الوثيقة التقنية، فإن الإنذارات البريئة هي التي تنتج عن زيادة فعلية في مستوى الإشعاعات، إنما تعود الى أسباب غير ناتجة عن النقل غير المتعمد للمواد المشعة والاتجار غير المشروع بها. وتتعدد الأسباب المحتملة للإنذارات البريئة وترد قائمة تفصيلية بها ضمن فئات عدة في إطار المرفق الأول. ويتوقع أن تكون أغلبية الإنذارات الفعلية التي تنطلق عند الحدود إنذارات بريئة ناتجة عن وجود نويدات مشعة طبية استخدمت في علاج المرضى، ومواد مشعة موجودة في البيئة الطبيعية (NORM)، وشحنات مواد مشعة مشروعة.

فعلي سبيل المثال، تتمثل المصادر المشعة الأكثر شيوعاً التي يُحتمل مصادفتها في بيئات العبور الحدودية التي يمر فيها مسافرون على خطوط جوية أو مشاة، في أشخاص كانوا قد تلقوا في أونة أخيرة نويدات مشعة في إطار الاستخدام لأغراض التشخيص أو العلاج الطبيين. ومع أن العوامل المشعة المستخدمة (وهي، مثلاً، اليود الذي يستخدم في علاج الغدة الدرقية، أو الثاليوم الذي يستخدم في اختبارات متصلة بإجهاد القلب) هي قصيرة العمر عموماً، فإنه يمكن اكتشاف مخلفات من المواد المشعة طوال أيام أو أسابيع بعد القيام بالإجراء الطبي. وثمة احتمال شديد بمصادفة مرضى من هذا القبيل في عداد الجمهور المسافر.

وتختلف شروط القياس عند الحدود اختلافاً أساسياً عن الشروط المطبقة في المرافق النووية أو على إعادة الاستخدام النووي أو في مرافق التخلص النووي. ويحد كبر حجم حركة عبور الحدود الرئيسية من الوقت المتاح للكشف، علماً بأن إجراء فحوصات متعددة لا يكون عادة أمراً عملياً. بل قد لا يمكن كشف المصادر المشعة ذات النشاط الإشعاعي القوي الموجودة في حاويات مدرّعة عند الحدود دون تنزيل حمولة المركبة المعنية، علماً بأن القيام بإجراء روتيني من هذا القبيل ليس عملياً هو الآخر. ونظم الرصد ذات الحساسية القوية تتسبب بالضرورة في انطلاق إنذارات كاذبة أو بريئة متكررة بازدياد نتيجة وجود مصادر من قبيل النشاط الإشعاعي الذي يحدث في البيئة الطبيعية والذي يتجسد في الأسمدة أو في كميات كبيرة مترسبة في أنابيب تستخدم في صناعة النفط. وحددت دراسة برنامج تقييم الكشف الإشعاعي عن عمليات الاتجار غير المشروع [10] أربع فئات من البضائع المنقولة التي تسببت في انطلاق إنذارات بريئة اتسمت بأعلى درجات التواتر معدلها ١٠ إنذارات كل يوم، ناتجة عن منتجات صناعية ومواد خام.

وتقرر السلطات المعنية في الدول الحدود المسموح بها بشأن تركيزات النشاط الإشعاعي للمواد الموجودة في البيئة الطبيعية. ومن شأن تواتر الإنذارات البريئة أو الكاذبة التي تحدث عند أي من الحدود أو غيرها من أماكن الرصد التي تشهد حركة مرور كثيفة أن تجعل نظام الرصد عديم الجدوى من الناحية العملية. ولذا لا بد من إيجاد حل وسط بين معدل الإنذارات الكاذبة المفرطة وعدم تدني القدرة الاستشعارية الى مستوى غير مقبول.

تُعرّف الإنذارات الفعلية، وهي الفئة الأخيرة من الإنذارات، في هذا القسم، على أنها: (أ) الإنذارات التي يسببها حدوث زيادة فعلية في قوة الإشعاعات؛ (ب) والناتجة عن النقل غير المتعمد للمواد المشعة أو الاتجار غير المشروع بها. ويشتمل تحديد العنصر الأخير عادة على إجراء مزيد من التقييم للحالة القائمة.

٢-٦ التحقق من الإنذارات بالرصد

عادة ما يشتمل التحقق من إنذار ابتدائي على تكرار القياس في ظل الأوضاع نفسها و/أو باستخدام جهاز آخر. ويُعد الحصول على استجابة مماثلة مؤشرا جيدا على حدوث زيادة فعلية في مستويات الإشعاع.

١-٢-٦ أجهزة الجيب والأجهزة اليدوية

حال اكتشاف باعث مشع، يمكن استخدام الجهاز نفسه أو جهاز آخر لغرض التحقق أيضا. وإذا انطلق إنذار من جديد، يكون التحقق قد تم، ويلزم بالتالي إجراء مزيد من الاستقصاء.

٢-٢-٦ رصد المشاة وأمتعتهم

يمكن أن يطلب الى أحد المشاة تسبب مروره في انطلاق إنذار من جهاز رصد بوابي أن يمر ثانية عبر الجهاز لمعرفة ما إذا كان سيتكرر انطلاق الإنذار. وإذا تكرر الإنذار، يُوصى بفصل هذا الشخص عن أي مفردات يحملها وبإجراء مزيد من الاستقصاء.

وينبغي الاضطلاع بفحص لمعدل الجرعة الإشعاعية لدى الشخص المعني وفحص أمتعته باستخدام جهاز يدوي أو جهاز جيب. وترد في الأقسام التالية نصائح حول أهمية مستويات الإشعاع وتقنيات التفتيش في هذا الصدد.

وإذا حُدّد مصدر الإشعاع بأنه موجود في أحد المفردات المحمولة، يمكن النظر في إجراء كشف بالأشعة السينية على الشخص المعني لتحديد وجود أو عدم وجود تدريع جيمي ذي شأن. بيد أنه إذا أشار التقييم المحلي الى وجود احتمال قوي على أن ثمة اتجارا مرتبطا بنشاط إرهابي، فينبغي مراعاة المخاطر الأخرى المحتملة، ولا سيما إمكانية أن تسبب الإشعاعات السينية في تفجير الأجهزة التفجيرية ذاتها.

ومن المجدي، عندما يُحدد مكان مصدر الإشعاع، أن تُحدد طاقته وأن تُحدد بالتالي النويدات المشعة التي ينطوي عليها.

٣-٢-٦ رصد المركبات

عندما يسفر مرور إحدى المركبات عبر جهاز رصد إشعاعي ثابت ومنسوب عن نشوء حالة إنذار، يكون من الضروري عادة سحب هذه المركبة من تدفق حركة السير من أجل إجراء مزيد من الاستقصاء.

ومع تذكّر إمكانية أن يكون الإنذار ناتجا عن نويدات مشعة طبية متخلفة، فمن المفيد ضمان إخراج السائق والركاب من المركبة وإخضاعهم للكشف كل على حدة. ويمكن، عند هذه النقطة، إجراء فحص لمعدل الجرعة الإشعاعية لدى الأفراد والمركبة، إلا أنه سيكون من الأهمية بمكان أيضا تحديد النظير (النظائر) في هذا الإطار. وترد في الأقسام التالية نصائح بشأن أهمية مستويات الإشعاع وبشأن تقنيات التفتيش في هذا الصدد.

وكما جاء ذكره سابقاً، فإن أكثر الإنذارات تواتراً بالنسبة لحركة مرور الشاحنات وحاويات البضائع المشحونة هي الإنذارات البريئة الناجمة عن كبر حجم المواد المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية. فمن المعروف، على سبيل المثال، أن الشحنات الكبيرة من الأسمدة والمحاصيل الزراعية ومنتجات التبغ وبعض الركازات والخزف الصيني والأخشاب تتسبب في انطلاق إنذارات. بيد أنه تجدر ملاحظة أن هذه البصمات الإشعاعية تكون موزعة بانتساق داخل الحمولة ولذا فإنها مختلفة عن البصمات المعتادة التي لها طابع محلي أكثر والتي تتسم بها فرادى المصادر أو المواد المشعة المتجر بها.

٧- الأوضاع الإشعاعية ومستويات التصدي لها

على وجه العموم، سيتوقف مستوى التصدي اللازم لإنذار فعلي على الأوضاع الإشعاعية المكتشفة [2]. ومعظم الحالات التي تُصَادَف لا تنطوي إلا على قدر قليل من المخاطر أو لا تنطوي على أي مخاطر وهي يمكن تناولها من جانب أشخاص غير أخصائيي الأمان الإشعاعي، وهو ما اصطُح على تسميته بمستوى تشغيلي موجب للتصدي.

ويُوصى بالارتقاء بمستوى التصدي إلى المستوى التكتيكي بما يشمل مشاركة فنيي الأمان الإشعاعي إذا ما نشأت أي من الحالات التالية:

- مستوى الإشعاع يزيد عن ٠,١ ميكرو سيفرت في الساعة^١ عند مسافة ١ متر من سطح ما أو جسم ما؛
- أو كشف إشعاع نيوتروني على الوجه المؤكد؛
- أو كشف مواد نووية باستخدام جهاز مطابقة يدوي؛
- أو تلوث غير خاضع للمراقبة بأبنته مواد مشعة غير محكمة الرباط أو متدفقة أو متسربة.

وقد اختيرت القيمة ٠,١ ميكرو سيفرت في الساعة^١ المأخوذة على مسافة ١ متر بالنظر إلى أن هذا هو الحد للنقل القانوني للمواد المشعة كما جاء تفصيله في "لائحة الوكالة الخاصة بالنقل المأمون للمواد المشعة"، منشورات متطلبات أمان الوكالة، العدد ST-1 [13].

وتتوقف عملية تصعيد التدابير إلى مستوى تصد استراتيجي نادر على جسامته الحالة الإشعاعية وشدة خطورتها، وهو ما يُحتمل أن يشمل تفعيل خطة تصد للطوارئ على الصعيد الوطني أو على صعيد المقاطعات.

ويُرد سرد وصفي لتدابير التصدي الموصى بتطبيقها لدى كشف مواد مشعة على نحو أكثر تفصيلاً في الوثيقة التقنية المصاحبة المعنونة "التصدي للأحداث التي تنطوي على نقل غير متعمد لمواد مشعة أو الاتجار غير المشروع بها" [2].

٨- تحديد أماكن المواد المشعة

١-٨ الاستعدادات العامة للتفتيش

عادة ما تُؤلف عمليات التحقق من إنذار، والتفتيش عن المواد المشعة، والاضطلاع بتقييم إشعاعي للسلائف عملية واحدة مستمرة وإن جاءت مناقشة كل منها على حدة في هذا المنشور. وتشتمل كل منها على القيام بمسح باستخدام جهاز محمول. وتجدر الإشارة إلى أنه لا تُذكر في هذا المنشور إلا المبادئ العامة للتفتيش نظراً لتفاوت السمات المميزة للأجهزة.

ولما كان من غير الممكن كشف وجود الإشعاعات عن طريق الحواس البشرية، فإنه من الأهمية بمكان فحص القدرة العملية لأي جهاز قبل استخدامه. وينبغي اتباع الإجراءات التي يقترحها المنتج المعني في هذا الصدد. وتشمل هذه الإجراءات عادة القيام بفحص البطارية وفحص مدى استجابة الجهاز باستخدام أحد المصادر المشعة الصغيرة. وبالإضافة إلى ذلك، تلزم ملاحظة متوسط مستوى الإشعاعات البيئية. ويُفضل الاضطلاع بكل الاستعدادات هذه بعيداً عن المنطقة المراد تفتيشها. ولا يُمكن التعويل على الفحوصات الوظيفية الابتدائية ولا على القياسات البيئية إلا إذا تم إجراؤها في بيئة عادية تمثل تلك المنطقة، وهو أمر له أهمية خاصة بالنسبة لبعض الأجهزة الحديثة التي تقيس مستوى الإشعاعات البيئية المحيطة وتعديل تلقائياً المستويات الحدية لانطلاق الإنذار. ولا تستغرق هذه الفحوصات عادة سوى فترة تتراوح بين ١٠ ثوان و ٣٠ ثانية، ويمكن من ثم البدء بالتفتيش.

وبصرف النظر عن أجهزة التفتيش المحمولة المستخدمة، بما في ذلك أجهزة الجيب، فإن فعالية الإجراءات المعني تتوقف على جودة تقنية التفتيش المستخدمة أيضاً. ويوصى أدناه بالأخذ بتقنيات متعددة فيما يتعلق بتفتيش المشاة أو الطرود أو المركبات أو البضائع المشحونة.

وعند التفتيش، ربما تُظهر الأجهزة المؤتمتة بين الفينة والفينة إشارات قصيرة جداً بمستوى يعلو المستوى الحدي لانطلاق الإنذار. ويُعزى هذا الأمر إلى أن أجهزة من هذا النوع توصل قياس المجال الإشعاعي على فترات زمنية تعدادية فاصلة قصيرة جداً. وتكون معظم القيم التي يتم قياسها قريبة من مستوى الإشعاعات البيئية، إلا أن قلة منها قد تتجاوز المستوى الحدي لانطلاق الإنذار بسبب المؤثرات الإحصائية للتعداد. ولذا فإن انطلاق إنذارات منفردة أثناء عملية المسح لا يُعتد به. أما الإنذارات التي يُعتد بها فهي التي تكون متعددة ومتكاثرة.

ومن أجل إجراء تفتيش دقيق وفعال، يجب مسح جهاز الرصد فوق سطح يشمل الشخص أو الطرد أو المركبة. وإذا كشف الجهاز المستخدم مستوى من مستويات الإشعاع يعلو بشكل ملحوظ معدل الإشعاعات البيئية، فإنه سيشير إلى ذلك بطريقة ما، تبعاً لسماته التصميمية. وثمة أجهزة حديثة عديدة تطلق إنذارات على شكل سلسلة من إشارات صوتية قصيرة قوية، وهو ما يتيح للمستخدم التركيز على عملية التفتيش بدلاً من مراقبة العداد.

ومن المهم خلال عملية المسح إبقاء الجهاز على مسافة قريبة من السطح (نحو ٥ سم إلى ١٠ سم) دون ملامسته. وبالإضافة إلى ذلك، عادة ما تكون الأجهزة أكثر حساسية إذا تم تحريكها ببطء فوق مساحة ما. بيد أنه لا بد من

التوفيق بين ذلك وطول الوقت الذي قد تستغرقه عملية المسح. ويُعد تحريك الكاشف أو مسباره بمعدل ٢٠ سم/ث أحد الأدلة المعقولة في هذا الصدد.

وكلما اقترب جهاز رصد من مصدر مشع اشتدت قوة الإشعاع وأصبح من الأسهل كشف المواد. ومن أجل تحديد مكان المواد المشعة، ينبغي لمستخدم الجهاز أن يتتبع الاتجاه الذي تتزايد فيه قوة الإشعاع (كما يعكسها التواتر المتكاثر للإشارات الصوتية) إلى حين اكتشاف أقصى مستوى لتلك القوة. وحدث تغيير سريع في معدل الجرعة كلما تم تحريك الجهاز سيكون مؤشرا على وجود مصدر إشعاعي فردي أو إشعاع محجوب جزئيا. ومن جهة أخرى، فإن حدوث تغيير طفيف في ارتفاع مستوى القراءة الرقمية للجهاز سيكون مؤشرا على وجود قدر أكبر من المواد من قبيل شحنة ركازات سائبة مشعة طبيعية.

٢-٨ تفتيش المشاة

يُوصى بفصل أي من المشاة يحمل حقائب أو طروداً عن هذه المفردات قبل القيام بالتفتيش لكي يمكن تفتيشها كل على حدة.

وإجراء تفتيش إشعاعي معقول لأحد الأشخاص سوف يستغرق عادة نحو ٢٠ ثانية إلى ٣٠ ثانية، وهو وقت كاف لتفتيش الشخص من الأمام والخلف والجنبيين إذا ما استخدم دليل السرعة والمسافة المذكور أعلاه.

ويوصى باتباع نمط التفتيش المنهجي التالي. ابدأ التفتيش قرب إحدى القدمين، وواصله إلى أعلى على أحد جانبي الجسم حتى الرأس، ومن ثم امسح الجانب الآخر من الجسم نزولاً إلى أسفل. واطلب من الشخص أن يستدير ربع استدارة وكرر نمط التفتيش نفسه على الجزء الأمامي والخلفي من الجسم. ويستغرق القيام بمسح من الرأس إلى القدم نحو ٤ ثوان إلى ٥ ثوان. وبالتالي، سوف يستغرق كل مسح صعوداً وهبوطاً نحو ٨ ثوان إلى ١٠ ثوان. ولما كانت الاستدارة تستغرق ثواني قليلة إضافية، فيكون إجمالي الوقت نحو ٢٠ ثانية. وتعتبر هذه التوقيينات الحد الأدنى اللازم للتفتيش، ومع ذلك فإنها تمكن من إجراء تفتيش معقول إذا لزم مسح عدد كبير من الأشخاص.

٣-٨ تفتيش الطرود والبضائع المشحونة

من الأهمية بمكان أن يتم تفتيش المفردات التي يحملها الأشخاص عموماً، من قبيل المحافظ والجزادين والطرود والأمتعة، وفق إجراء مستقل عن عملية تفتيش الأشخاص، وهو ما سيساعد على ضمان تحقيق تفتيش منهجي وتام. ويتمثل أفضل تفتيش لكل مفردة في تمرير جهاز الرصد فوق سطحه بمعدل مماثل لمعدل تمرير الجهاز على الأشخاص.

ومن المفيد أن يطلب من الشخص، في الحالات التي تسمح فيها الصلاحيات القانونية الممنوحة لموظفي إنفاذ القانون أن يفعلوا ذلك، أن يفتح المفردات الكبيرة من أجل إجراء تفتيش بصري. ويوصى بتقدير وتفتيش الأجسام الضخمة الثقيلة إذا ما ارتنتي أنها ربما كانت تحجب مواد مشعة.

وإذا كان أحد الطرود مختوما ولا يمكن فتحه من أجل إجراء تفتيش بصري عليه، فإن القيام بتفتيش خارجي بدرجة أبطأ على جميع جوانبه التي يستطيع الجهاز الوصول إليها ستزيد من احتمال كشف أي مواد مشعة قد تكون موجودة في داخله.

ويلزم أن يفكر موظفو إنفاذ القانون في كافة الاحتمالات المتصلة بجميع المخاطر عند التفتيش عن مواد نووية أو مواد مشعة أخرى. فعلى سبيل المثال، ربما احتوى الطرد متفجرات أو مواد خطرة أخرى وربما لزم تناوله بحذر على النحو الملائم.

٤-٨ تفتيش السيارات

تثير السيارات قدرا أكبر من التحدي أمام التفتيش مما يثيره الأشخاص أو الطرود في هذا الصدد. فتفتيش السيارات يقتضي إجراء أطول بكثير بسبب المواد التي يتضمنها هيكل السيارة وما ينطوي عليه من تعقد، فضلا عن ضرورة تفتيش الأشخاص الموجودين على متنها وأي مفردات تحملها وفق عمليات تفتيش منفصلة.

ومع أن استخدام الأجهزة أساسي في عمليات التفتيش هذه، فمن المهم تذكر أن التفتيش البصري يشكل هو الآخر جزءا رئيسيا من عملية التفتيش. وتتطلب الحاويات الكبيرة الثقيلة عمليات مسح متسمة بعناية فائقة باستخدام جهاز الرصد لأنها ربما كانت تحجب مواد مشعة داخلها. وتعني عمليات المسح المتسمة بمزيد من العناية عادة تحريك مسبار الجهاز بدرجة أبطأ وإبقائه أقرب ما يكون من الجسم موضع الاهتمام.

وبالإضافة إلى ذلك، من الممكن أن تحجب الهياكل الكبيرة الثقيلة مسار إشعاعات جاما وأن تسد سبيل مرورها تماما مثلما تحدث أجسام قائمة في مسار الضوء ظلالاتها. ويستتبع ذلك أنه من الأهمية بمكان البحث عن الدروع القائمة في مسار أي إشعاع قد يكون ناشئا من وراء المفردة المعنية، بدلا من البحث داخلها. وتشمل المواد الفعالة المستخدمة في حجب أشعة جاما المعادن السميكة والطوب والإسمنت في حين يمكن حجب إشعاع النيوترونات باستخدام كميات كبيرة من البولييثين أو البلاستيك أو الوقود أو الماء.

١-٤-٨ تفتيش الأشخاص ومقتنياتهم الشخصية

يُوصى بتفتيش الركاب وكذلك المركبة. ولا يمكن إجراء تفتيش منهجي وتام للركاب إلا إذا نزلوا من المركبة ووقفوا بعيدا عنها، وتم اتباع الإجراء الوارد ذكره سابقا. ومن الضروري، بصورة مماثلة، إجراء مسح لمقتنياتهم الشخصية من قبيل المحافظ أو الجزادين أو الطرود كما جاء سابقا.

٢-٤-٨ تفتيش منطقة غطاء المحرك

يمكن إجراء تفتيش تحت غطاء محرك المركبة عن طريق تحريك جهاز الرصد قريبا من جميع الأسطح التي يمكن الوصول إليها، بما في ذلك سطح الغطاء نفسه.

٣-٤-١ تفتيش الصندوق والجزء الداخلي

يمكن إجراء تفتيش صندوق المركبة والجزء الداخلي منها إذا اعتمد نهج نظامي في هذا الصدد. فادخل من خلال كل باب من الأبواب وفتش حول كل جسم وسطح يمكن الوصول إليه. وامسح الأماكن التي لا يحتمل استخدامها من قبيل لوحة أجهزة القياس والحافة الحاجبة لضوء الشمس ومساحة بطانة السقف والأرضية وتحت المقاعد. وفتش الحيز الفراغي القائم وراء المقعد الخلفي. وفتش مساحات شحن البضائع في الشاحنات. وربما أمكن من خارج المركبة تفتيش المساحات التي لا يمكن الوصول إليها في الداخل.

وقد يكون من المفيد الإشارة الى أن الزجاج كدرع أقل فعالية من المعدن بالنسبة للإشعاعات المتعدية طاقتها، ولذا ربما كان من الأنسب القيام بالتفتيش عند النوافذ بدلا من تفتيش جزء من الهيكل المعدني. ويوصى بأن يكون الهدف إبقاء جهاز الرصد في حدود ١٠ سم من كل سطح. ومن شأن صرف وقت إضافي عند تفتيش أي مركبة أن يحسن من احتمالات كشف أي مواد مشعة قد تكون موجودة.

٤-٤-١ التفتيش الخارجي

يُوصى بأن يشمل أي تفتيش للجزء الخارجي لمركبة ما فحص القضبان الإطارية المعدنية لجسم المركبة والمصدات وكذلك أحواض الدواليب الأمامية والخلفية للإطارات.

٥-٤-١ قاع الشاحنات

يُوصى بتفتيش قاع الشاحنات حتى وإن بدا فارغا، ذلك لأنه قد تُعلّق حاوية مواد مشعة تحت سطحه.

٦-٤-١ الشاحنات الكبيرة

تثير المركبات الكبيرة من قبيل الشاحنات المغلقة المدرّجة والشاحنات المسطّحة القاع وشاحنات النفايات وعديد آخر من الشاحنات الكبيرة تحديا خاصا. بل أن دراسة برنامج تقييم الكشف الإشعاعي عن عمليات الاتجار غير المشروع كانت قد استنتجت، بالفعل، أن التفتيش التفصيلي للشاحنات الكبيرة باستخدام أجهزة يدوية ليس عمليا. ويوصى باستخدام نظام لمنشآت ثابتة أكثر تعقيدا لأغراض تفتيش كهذا. غير أنه يظل من الممكن تفتيش بعض مساحات المركبة باستخدام أجهزة يدوية. ومن المفيد استخدام سلم مدرّج أو كرسي مدرج بدون أذرع يساعد على الوصول الى أماكن مرتفعة. وكخيار آخر في هذا الصدد، يمكن مدّ سلك جهاز رصد حتى يتم تعليقه من ثم على طرف سارية طويلة. ويمكن تعزيز عملية تفتيش حيّزات يمكن الوصول إليها عن طريق إجراء تفتيش للجزء الخارجي من أي حيّزات لا يمكن الوصول إليها.

في إطار تقييم طبيعة أي من الإنذارات ثمة خطوة أخرى تشتمل على التعرف على النويدات المشعة التي يتم العثور عليها بعينها. وعادة ما يأتي التعرف على نويدة مشعة تتبع منها أشعة جاما، باستخدام جهاز يدوي مؤلف، بعد التأكد من إنذار، وتحديد مكان المصدر المشع، وإجراء قياس لمعدل الجرعات. ومن شأن التعرف على النويدة المشعة أن يساعد على تقدير ما إذا كان الإنذار إنذاراً بريئاً. فعلى سبيل المثال، إذا تم التعرف على المواد المشعة على أنها مواد غالباً ما تستخدم في علاج طبي، يتضاءل احتمال وجود حادث اتجار غير مشروع.

وما التعرف على هوية النويدة المشعة إلا جزء واحد من عملية تتناول تقييم طبيعة المواد المشعة والبت فيما إذا كانت هذه المواد تشكل جزءاً من حادث نقل غير متعمد أو اتجار غير مشروع. وتؤلف المقابلات مع الأشخاص المعنيين والقيام بدراسة للوثائق أنشطة تكميلية غرضها أن تشكل جزءاً من استقصاء احتمال وجود قصد جنائي في هذا الصدد. وهذه المواضيع لن تشهد مزيداً من المناقشة حيث إنها تشكل جزءاً من الأنشطة العادية التي يتم الاضطلاع بها في إطار عمل الجمارك وإنفاذ القانون وهي، بذلك، لا تتدرج في نطاق هذا التقرير.

بيد أنه يجدر التنبه إلى إمكانية نقل مواد غير مشروعة جنباً إلى جنب مع شحنة مواد مشعة مشروعة أو ضمنها. وإذا تسببت سلعة في انطلاق إنذار وتبين أن هذه السلعة هي واحدة من السلع المعروفة بغناها بالنويدات المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية، من قبيل البوتاسيوم-٤٠ والثوريوم-٢٣٢، فلعله من المفيد تقييم معلومات أخرى متصلة بالشحنة المعنية. فعلى سبيل المثال، إذا ما تسببت مركبة تنقل موزا أو تبغا (وهما غنيان بالبوتاسيوم-٤٠)، في انطلاق إنذار إيجابي، فمن الممكن تقدير إمكانية قيامها بنقل مواد مشعة متجر بها على نحو غير مشروع إضافة إلى ما تنقله من بضائع مشحونة مشروعة.

٢-٩ أجهزة التعرف على النويدات المشعة

تقوم الأجهزة الحديثة الخاصة بالتحرف على النويدات المشعة بقياسات نمطية لطيف أشعة جاما والتعرف على النويدة المشعة من خلال ذلك. وهي أجهزة يدوية تعمل بالبطاريات يمكن أن يستخدمها ميدانياً أشخاص غير خبراء. وإذا لم يكن من الممكن توفير أجهزة كهذه للاستعمال الروتيني ميدانياً، فقد يُرى من المناسب الاستعانة بدعم تقني من خبراء معززين بأجهزة أكثر شمولاً وأكبر وزناً.

وتشهد التكنولوجيا المرتبطة بالتحرف على النويدات المشعة تحسناً متواصلاً، ومن غير الممكن التنبؤ بماهية التحسينات التي قد تطرأ عليها في المستقبل القريب. بيد أنه أياً كان الجهاز المستخدم في التعرف على النويدات المشعة، يُرجح أن تأخذ عملية تحليلها وقتاً أطول بكثير من المدى الزمني لعملية تفتيش نمطية. وقد تأخذ الأجهزة المحمولة الحديثة دقائق بدلاً من ساعات. أما إذا لم تكن متوافرة، فإن الدعم الذي يوفره الأخصائيون قد يشمل توزيع أجهزة أكبر تُركب عادة في المختبرات وعلى ذلك قد يأخذ توفير هذا الدعم عدة ساعات، نظراً لامتداد الفترات الزمنية التي يحتاجها تركيب أجهزة مختبرية قد تستخدم ميدانياً (لأغراض مثل المعايرة)، فضلاً عن الوقت الذي يأخذه جمع البيانات وتحليلها. وبدلاً من ذلك، يمكن نقل المواد المشعة موضع الاهتمام إلى أحد المختبرات بعد القيام بدراسة أي من المسائل المتصلة بالأمان الإشعاعي، بما في ذلك التقيد بلائحة النقل السارية.

٣-٩ خصائص الأداء المتعلقة بالتعرف على النويدات المشعة

١-٣-٩ النويدات المشعة موضع الاهتمام

يمكن التعرف على معظم النويدات المشعة التي من المحتمل مصادفتها عند الحدود باستخدام أجهزة قادرة على تحديد أطراف مؤلفة من أشعة جاما عند وصول طاقتها الى مستويات ذرية تتراوح بين مستوى ٦٠ كيلوفولط ومستوى أقله ١,٣٣ ميغافولط. والنويدات المشعة التي هي موضع أكبر اهتمام والنويدات المشعة التي يُحتمل جدا أن تُصادف مُدرجة أدناه حسب تزايد أعدادها النظرية:

- (١) المواد النووية: اليورانيوم-٢٣٣، واليورانيوم-٢٣٥، والبلوتونيوم-٢٣٩؛
- (٢) النويدات المشعة الطبية: الفلورين-١٨، والجاليوم-٦٧، والتكنيتيوم ٩٩ شبه المستقر، والإينديوم-١١١، واليود-١٢٣، واليود-١٢٥، واليود-١٣١، والزئبق-١٣٣، والإيريديوم-١٩٢، والثاليوم-٢٠١؛
- (٣) المواد المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية (NORM): البوتاسيوم-٤٠، والراديوم-٢٢٦، والثوريوم-٢٣٢، واليورانيوم-٢٣٨؛
- (٤) النويدات المشعة الصناعية: الكوبالت-٥٧، والكوبالت-٦٠، والباريوم-١٣٣، والسيزيوم-١٣٧، والإيريديوم-١٩٢، والراديوم-٢٢٦، والإميريثيوم-٢٤١.

وينبغي أن تكون أجهزة التعرف على النويدات المشعة قادرة على تحديد جميع النويدات المشعة المدرجة أعلاه.

وحيث إنه تتفاوت احتمالات ملاحظة نويدات مشعة معينة على شتى المعابر الحدودية، من قبيل الحدود البرية والمطارات والموانئ، فمن المفيد إدراك ما يلي:

- أنه بالنسبة للمعابر الحدودية التي يسلكها المشاة وبالنسبة للمطارات، تُعد النويدات المشعة الطبية المنبعثة من مرضى أخرجوا من العلاج حديثا هي أكثر ما يُحتمل مصادفته. ويمكن أن تكون هذه المواد المشعة محصورة في أماكن معينة أو موزعة في كافة أنحاء الجسم.
- أن النويدات المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية من قبيل البوتاسيوم-٤٠، والراديوم-٢٢٦، والثوريوم-٢٣٢، واليورانيوم-٢٣٨ هي أكثر ما يُحتمل كشفه لدى نقل كميات كبيرة من المواد، في أماكن منها، مثلا، الموانئ والقطارات وفي إطار حركة مرور الشاحنات عند الحدود البرية.

٢-٣-٩ إجراء الاختبارات

من المفترض، بعد إجراء المعايرة، أن يتم التعرف على النويدات المشعة التالية التي تولد معدل جرعة إشعاعية جيمية على الجهاز الكاشف تبلغ نحو ٠,٥ ميكرو سيفرت في الساعة^١ أعلى مما هو عليه معدل الجرعة الإشعاعية البيئية، سواء كانت النويدات مدرّعة أم غير مدرّعة:

— في حالة عدم التدريع، وفي أقل من ٣ دقائق: الإينديوم-١١١، والتكنيتيوم المستقر-٩٩ شبه المستقر، والثاليوم-٢٠١، والجاليوم-٦٧، والزنون-١٣٣، واليود-١٢٥، واليود-١٢٣، واليود-١٣١، والإيريديوم-١٩٢، والفلورين-١٨؛

— إذا كانت خلف تدريع فولاذي سُمكُه ٣ ملم، وفي أقل من ٢٠ دقيقة: اليورانسيوم-٢٣٥، واليورانيوم-٢٣٨، والكوبالت-٥٧، والأميريثيوم-٢٤١، والنيبتونيوم-٢٣٧؛

— إذا كانت خلف تدريع فولاذي سُمكُه ٥ ملم، وفي أقل من ٢٠ دقيقة: البلوتونيوم-٢٣٩، واليورانيوم-٢٣٣، والباريوم-١٣٣، والبوتاسيوم-٤٠، والراديوم-٢٢٦، والثوريوم-٢٣٢، والسييزيوم-١٣٧، والكوبالت-٦٠، والإيريديوم-١٩٢.

ومن المستصوب التمكن من التعرف على توليفات نويدات مشعة، من قبيل السيزيوم-١٣٧ + البلوتونيوم-٢٣٩؛ واليود-١٣١ + اليورانسيوم-٢٣٥؛ والكوبالت-٥٧ + اليورانسيوم-٢٣٥؛ والباريوم-١٣٣ + البلوتونيوم-٢٣٩، التي تولّد كل منها جرعة من أشعة جاما على الكاشف معدلها نحو ٥٠ ميكرو سيفرت في الساعة^١ على من معدل جرعة الإشعاعات البيئية.

٤-٩ الاعتبارات العملية الواجب مراعاتها عند اختيار أي جهاز

تتوقف جدوى أي جهاز على عوامل عدة هي:

- ينبغي أن يكون السطح البيئي الذي يشاهده المستخدم (القرص المدرّج والأضواء وشاشة عرض البيانات) كبيراً وسهل القراءة في ظل مختلف ظروف الإضاءة.
- أفضل الأجهزة الميدانية العملية هي التي تضم عدداً محدوداً جداً من الأزرار والقبضات والضربات المفتاحية (لغرض استخدام أي برامج حاسوبي).
- تُعد بنية قائمة الوظائف لأي برنامج حاسوبي جيدة إذا اتسمت بالبساطة وكان من السهل اتباعها بداهة.
- ليس مطلوباً عادة إظهار طيف أشعة جاما على نحو تفصيلي، مع أنه ربما كان من المفيد أن يكون هذا الطيف موجوداً على مستوى أعمق في قائمة الوظائف لتلبية أغراض تشخيصية لمستعملين خبراء.
- تكون الرسائل التي يوفرها الجهاز كمخرجات ذات جدوى فائقة إذا اتسمت بدرجة عالية من التيقن كما يستدل بظهورها بثبات على شاشة الجهاز. ولا يكون مجدداً في ظل ظروف ميدانية ظهور مؤشرات تدل على أكثر من خيار بالنسبة لنويده مشعة بمفردها.
- إذا لم يكن بالإمكان التعرف على إحدى النويدات المشعة على نحو لا لبس فيه، فإن صياغة رسائل واضحة من قبيل "غير محددة" أو يلزم مزيد من القياس، تكون أفضل من التعرف الخاطئ.
- كلما ارتفعت سرعة المعالجة لدى البرنامج الحاسوبي المستخدم في الجهاز، أصبحت نتائج التحاليل متوافرة على نحو أسرع لأغراض الاستخدام الميداني الفوري. وعند قياس أحد أطراف أشعة جاما من أجل التعرف على نويدات مشعة، ثمة فترتان زمنيّتان مختلفتان متصلتان بالقياس. وتتمثل أحدهما في الوقت اللازم في إطار القياس من أجل تجميع طيف أشعة جاما. ويتوقف مدى هذا الوقت على النشاط الإشعاعي للمصدر، وطاقة خطوط إشعاعات جاما، ووجود تدريع، وبعد المسافة عن المصدر. وقد

تتراوح هذه الفترة الزمنية بين أعشار الثواني و نحو ١٠ دقائق. وبعد اكتمال القياس، تجري معالجة طيف أشعة جاما من أجل التعرف على النويدات المشعة الموجودة، وعادة ما يكون الوقت اللازم لذلك أقل من ٣٠ ثانية.

— من شأن توافر إمكانية خزن أطيف الأشعة في ذاكرة غير سريعة الزوال ونقلها الى حاسوب أو بواسطة وصلة ذات مدى بعيد من أجل استعراضها من جانب خبراء أن يكون أمرا مجددا، وبخاصة إذا لم يكن بالإمكان حل المشاكل فورا.

— مازالت أجهزة الرصد الحدودي في عديد من الوجوه في بداية نشوئها، ويلزم القيام بمزيد من العمل التطويري من أجل تحسين سهولة استعمالها وتنقيتها من الشوائب.

المرفق الأول المواد المشعة والنويدات المشعة موضع الاهتمام

يوفر هذا المرفق جداول مفيدة ترد فيها مواد مشعة ونويدات تهم المعنيين بالرصد الحدودي.

ألف-أولا- ١ أسباب الإنذارات البريئة

كما جاء في المناقشة الواردة في النص الرئيسي والإيضاحات الظاهرة في الشكل ١، تتمثل الأسباب الرئيسية المتسببة في انطلاق إنذارات بريئة من نظم الرصد الحدودي في التطبيقات الطبية القائمة على استخدام مواد مشعة فضلا عن شحنات المواد المشعة المشروعة من قبيل المواد المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية (NORM)، والمنتجات الاستهلاكية، والمواد المشعة المرقومة.

ألف-أولا-١-١ النويدات المشعة الطبية

يعرض الجدول الأول النويدات المشعة الأكثر احتمالا مصادفتها.

الجدول الأول- أكثر النويدات المشعة الطبية شيوعا

الجالسيوم-٦٧	اليود-١٢٩
التكنيتيوم المستقر-٩٩	اليود-١٣١
الإنديوم-١١١	الزئبق-١٣٣
اليود-١٢٣	الثاليوم-٢٠١
اليود-١٢٥	

ألف-أولا-٢-١ المواد المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية (NORM)

أكثر النويدات المشعة الموجودة في البيئة الطبيعية تواترا هي البوتاسيوم-٤٠، واليورانيوم الطبيعي (أي اليورانيوم-٢٣٨، والراديوم-٢٢٦) والثوريوم الطبيعي (أي الثوريوم-٢٣٢). وقد تكون النويدتان المشعتان الأخيرتان في حالة توازن أيضا مع نواتجهما الاشتقاقية.

الجدول الثاني- المواد التي تشيع ملاحظتها وتحتوي على نويدات مشعة موجودة في البيئة الطبيعية

المادة	التركيز التقريبي للنشاط بالبكريل-كيلوغرام		
	البوتاسيوم-٤٠	الراديوم-٢٢٦	الثوريوم-٢٣٢
الأسمدة	٨٠٠٠-٤٠	١٠٠٠-٢٠	٣٠-٢٠
الغرانيت	٤٠٠٠-٦٠٠	٥٠٠-٣٠	٧٠-٤٠
الطين اللين	٢٠٠٠-٣٠٠	٩٠-٢٠	٢٠٠-٣٢
الأردواز	١٠٠٠-٥٠٠	٧٠-٣٠	٧٠-٤٠
الأحجار الرملية	١٠٠٠-٤٠	٧٠-٢٠	٧٠-٢٠
الرخام	٢٠٠-٤٠	٣٠-٢٠	٢٠
معدن فلبسبار	٤٠٠٠-٢٠٠٠	١٠٠-٤٠	٢٠٠-٧٠
رمل المنوازيت	٧٠-٤٠	١٠٠٠-٣٠	٣٠٠٠-٥٠
الإسمنت	٥٠٠-١٥٠	٤٠	٤٠

أما المواد الأخرى المحتوية على مواد مشعة موجودة في البيئة الطبيعية فهي:

- قضبان لحم تتجسّن المعالجة بالثوريوم.
- الخزفيات المستخدمة لأغراض الأسنان.
- الأحجار الكريمة المشعة (وهي مواد أساسية طبيعية تحتوي على نويدات مشعة اصطناعية).
- عدسات آلات التصوير.
- مساحيق التلميع.
- أنواع الزجاج المعالج بالثوريوم.
- المزجّجات الخزفية الملونة.
- الأغطية المخرّمة لشعلة مصابيح الغاز المتوهجة.
- الموز، والمرّهوانة (يحتويان على البوتاسيوم-٤٠).

وتجدر الإشارة الى أن اليورانيوم الذي يتم استنفاده في اليورانيوم-٢٣٥ ويكون معظمه، بالتالي، يورانيوم-٢٣٨ غالبا ما يستخدم كدرع إشعاعي لحاويات المصادر نظرا لشدة كثافته.

ألف-أولا-٣ النويدات المشعة التي يشيع استخدامها في الصناعة والبحوث

الجدول الثالث- النويدات المشعة المتواتر استخدامها في الصناعة والبحوث

الباريوم-١٣٣	البيتريوم-٩٠	الصوديوم-٢٢
السيزيوم*-١٣٧	التكنيتيوم-٩٩	الفسفور-٣٢
البروميثيوم-١٤٧	التكنيتيوم المستقر-٩٩	الكالسيوم-٤٧
الجادولينيوم-١٥٣	الرؤثينيوم-١٠٦	الكوبالت-٥٨
الإريديوم*-١٩٢	البلاديوم-١٠٣	الكوبالت*-٦٠
الزئبق-١٩٧	الإنديوم-١١١	الجاليوم-٦٧
الثاليوم-٢٠١	اليود-١٢٣	السيلينيوم-٧٥
الرادون-٢٢٢	اليود-١٢٥	الكربتون ٨١ شبه المستقر
الراديوم*-٢٢٦	اليود-١٢٩	البيتريوم-٨٨
البلوتونيوم-٢٣٨	اليود-١٣١	السترونشيوم-٨٩
الكاليفورنيوم*-٢٥٢	الزئنون-١٣٣	السترونشيوم*-٩٠

*مع أن هذه المواد المشعة تستخدم أيضا في مجال الطب، فإنها تستخدم بصورة رئيسية لأغراض العلاج بالأشعة، ولا يفترض أن يتم اكتشافها عند رصد الأفراد. بيد أنه إذا تم التعرف على هذه المواد المشعة لدى أشخاص وتم التحقق منها، فيوصى بإجراء استقصاء فوري.

ألف-أولا-٢ المواد المشعة التي اشتملت عليها حوادث أبلغت الى قاعدة بيانات الوكالة المعنية

استقيت هذه البيانات من قاعدة بيانات الوكالة بشأن حوادث الاتجار غير المشروع (حتى التقرير الكامل الأخير الصادر في ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٠).

الجدول الرابع- المواد النووية المدرجة في قاعدة البيانات الخاصة بالاتجار غير المشروع

العنصر	وصف المادة	المدى الكتلي*
يورانيوم	طبيعي	٠,١ غم-٨٢ كغم
	مستنفذ	٠,١ غم-١٠٠ كغم
	ضعيف الإثراء	٤,١١ غم-٨,٤٩ كغم
	شديد الإثراء	٠,١٧ غم-٢,٩٧٢ كغم
بلوتونيوم	المجموع	٠,٠٥ ملغم-٣٦٣ غم
ثوريوم	أشكال كيميائية متعددة	٠,٣ غم-١٤٠٠ كغم

* يمثل أدنى قيمة كتلية وأعلها فيما يتعلق بجميع المواد المصادرة.

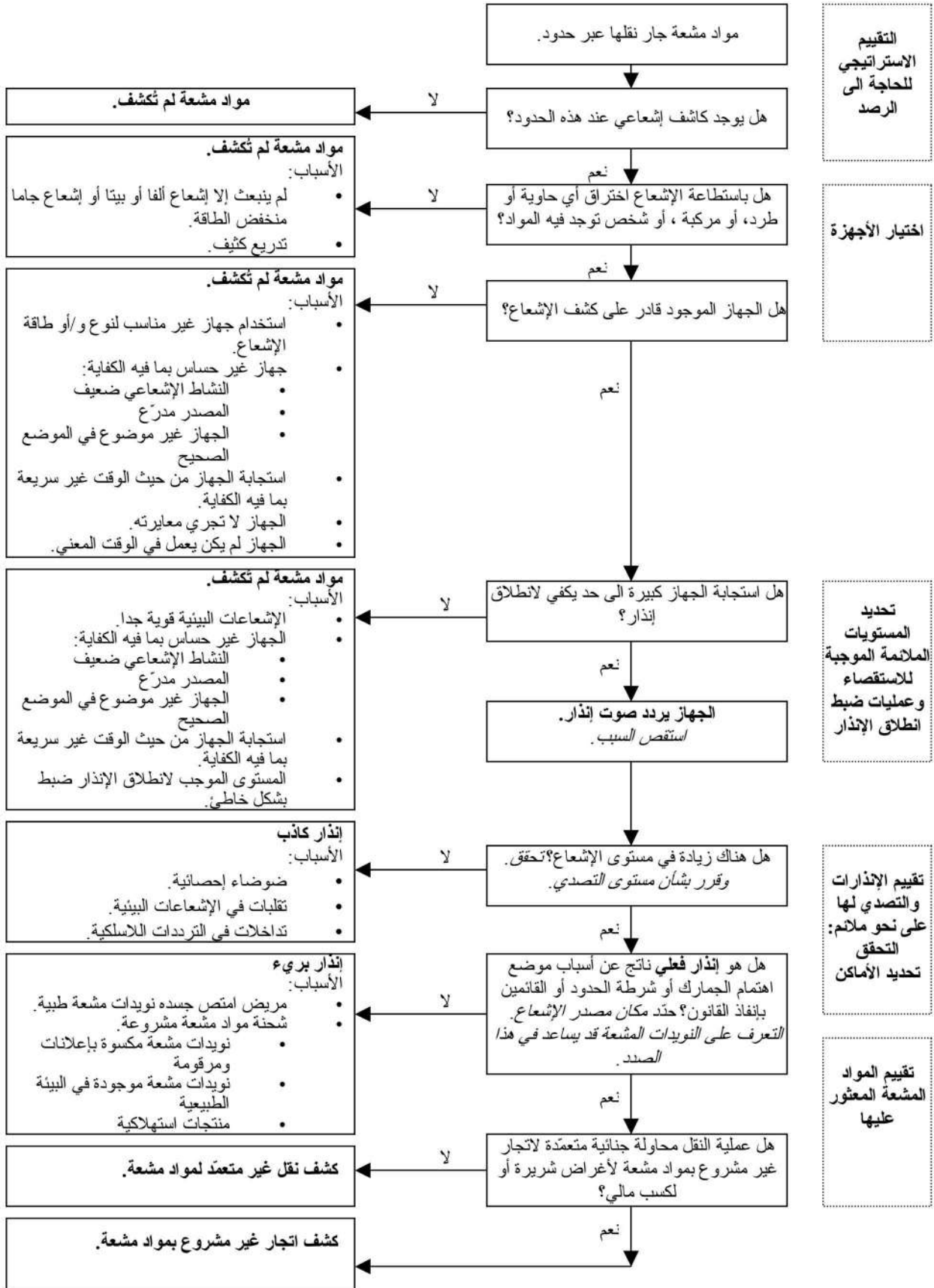
الجدول الخامس- النويدات المشعة الأخرى موضع الاهتمام في إطار قاعدة البيانات الخاصة بالاتجار غير المشروع

النوية المشعة	نوع الإشعاع	النشاط/ مدى تدفق النيوترونات*
أميريشيوم-٢٤١	ألفا، جاما	٣,٧×١٠ ^٤ بكريل-٢,٠×١٠ ^{١٠} بكريل
كادميوم-١٠٩	جاما	١,٨٥×١٠ ^٥ بكريل-٣,٧×١٠ ^٨ بكريل
سيزيوم-١٣٧	بيتا، جاما	١,٨٥×١٠ ^٥ بكريل-٣,١×١٠ ^{١٢} بكريل
كاليفورنيوم-٢٥٢	ألفا، جاما، نيوتروني	٣,٣×١٠ ^٦ جزء من ألف مليون من الثانية ^١ -٣,٣×١٠ ^٧ جزء من ألف مليون من الثانية ^١
كوبالت-٦٠	بيتا، جاما	٣,٣٤×١٠ ^٢ بكريل-٣,٢٦×١٠ ^{١٣} بكريل
إريديوم-١٩٢	جاما	٢,٢٥×١٠ ^٩ بكريل-٢,٩٤×١٠ ^{١٢} بكريل
غاز كربتون-٨٥	بيتا، جاما	١,٨٥×١٠ ^٥ بكريل-١,٨٥×١٠ ^٧ بكريل
رصاص-٢١٠	ألفا، بيتا، جاما	١,٠×١٠ ^٤ بكريل
سترنشيوم-٩٠	بيتا	١,٨×١٠ ^٣ بكريل-٦,٦×١٠ ^{١١} بكريل
راديوم-٢٢٦	ألفا، بيتا	١,١×١٠ ^٣ بكريل-٥,٠×١٠ ^٨ بكريل
تكنيتيوم مستقر-٩٩	بيتا، جاما	٩,٩×١٠ ^٥ بكريل-٤,٤×١٠ ^{١١} بكريل

* يمثل أدنى نشاط وأعلاه فيما يتعلق بجميع المواد المصادرة.

المرفق الثاني

المخطط الأسبابى للعملية المؤدية الى كشف النقل غير المتعمد أو الاتجار غير المشروع



المراجع

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Prevention of the Inadvertent Movement and Illicit Trafficking of Radioactive Materials, IAEA-TECDOC-1311, Vienna (2001).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Response to Events Involving Inadvertent Movement and Illicit Trafficking of Radioactive Materials, IAEA-TECDOC-1313, Vienna (2001).
- [3] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Lost Iridium-192 Source Resulting in the Death of Eight Persons in Morocco, Information Notice No. 85-57, USNRC, Washington (1985).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Goiânia, IAEA, Vienna (1988).
- [5] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, NUCLEAR ENERGY AGENCY OF THE ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [6] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, NUCLEAR ENERGY AGENCY OF THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 120, IAEA, Vienna (1996).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, Safety Standards Series No. GS-R-1, IAEA, Vienna (2000).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Organization and Implementation of a National Regulatory Infrastructure Governing Protection Against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources, IAEA-TECDOC-1067, Vienna (1999).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, IAEA/CODEC/2001, IAEA, Vienna (2001).
- [10] AUSTRIAN RESEARCH CENTERS SEIBERSDORF, Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program, Final Report, OEFZS-G-0002, Seibersdorf (2000).
- [11] ANZELON, G., HAMMOND, W., NICHOLAS, M., "The IAEA's Illicit Trafficking Database Programme", Measures to Prevent, Intercept and Respond to Illicit Uses of Nuclear Material and Radioactive Sources (Proc. Conf. Stockholm, 2001), C&S Papers Series No. 12, IAEA, Vienna (2002).
- [12] LUBENAU, J.O., YUSKO, J.G., Radioactive materials in recycled metals: an update, Health Phys. 74 3 (1998).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. ST-1, IAEA, Vienna (1996).

مسرد المصطلحات

تتطبق التعاريف التالية لأغراض هذا المنشور:

مراقبة المواد المشعة

عملية المداومة على فرض إشراف حصيف من جانب السلطات المختصة على إنتاج المواد المشعة واستعمالها وخبزها ونقلها والتخلص منها.

الاتجار غير المشروع

أي نقل أو اتجار متعمد غير مصرح به (لا سيما على الصعيد الدولي) لمواد مشعة (بما في ذلك المواد النووية) بقصد جنائي.

النقل غير المقصود

أي عمل غير متعمد وغير مصرح به لتلقي مواد مشعة، بما في ذلك المواد النووية، أو حيازتها أو استعمالها أو نقلها.

عدم الانتشار

مصطلح عام يُستخدم في الاتفاقات الدولية فيما يخص الحد من توافر المواد النووية وبالتالي تقليص القدرة على إنتاج الأسلحة النووية.

المواد النووية

البلوتونيوم باستثناء ذلك الذي تتجاوز نسبة تركيزه النظيري ٨٠% في البلوتونيوم-٢٣٨؛ واليورانيوم-٢٣٣؛ واليورانيوم المثري في النظير ٢٣٥ أو ٢٣٣؛ واليورانيوم المحتوي على خليط من النظائر الطبيعية المنشأ بخلاف ما هو على شكل ركازات أو مخلفات ركازات؛ وأية مواد تحتوي على مكون واحد أو أكثر من المكونات المذكورة آنفاً.

المصدر اليتيم

مصدر يشكل خطورة إشعاعية تكفي لتبرير التحكم الرقابي، ولكنه لا يخضع للتحكم الرقابي لأنه لم يسبق إخضاعه له قط، أو لأنه أهمل أو فقد أو وُضع في غير مكانه أو سُرق أو نُقل بطريقة أخرى دون تصريح ملائم.

الحماية المادية

تدابير لحماية المواد النووية أو المرافق المصرح بها بقصد منع الوصول الى المواد الانشطارية أو تحريكها دون تصريح أو تخريبها من زاوية الضمانات، حسبما هو منصوص عليه في اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية على سبيل المثال.

المواد المشعة

المواد المصنفة في القانون الوطني أو بواسطة هيئة رقابية ما باعتبارها خاضعة للتحكم الرقابي بسبب نشاطها الإشعاعي.

النفائات المشعة

مواد، أياً كان شكلها الفيزيائي، متخلفة عن ممارسات أو عمليات تَدخُل ولا يُتوقع استخدامها لاحقاً؛ وتكون مواصفاتها كالتالي: '١' تحتوي على مواد مشعة أو تكون ملوثة بها، وتكون ذات نشاط أو تركيز نشاط يتجاوز مستوى الإعفاء من المتطلبات الرقابية، '٢' ولا يُستثنى التعرض لها من هذه المعايير.

الضمانات

نظام للتحقق في إطار سياسة عدم الانتشار الدولية، يطبَّق على الاستخدامات السلمية للطاقة النووية ويُقصد به المداومة على فرض تحكم صارم على المواد النووية.

المساهمون في الصياغة والاستعراض

معهد بحوث الطاقة الذرية التابع لمعهد البحوث المركزية للفيزياء، هنغاريا	أ. أندراسي
إدارة الجمارك، تركيا	أ. إيجين
مركز البحوث، زايرسدورف، النمسا	ب. بيك
المكتب الاتحادي للوقاية من الإشعاعات، ألمانيا	د. بيكر
إدارة الجمارك، الجمهورية السلوفاكية	إ. بيتكو
المفوضية الأوروبية، بلجيكا	ف. تشاني
مؤسسة بينانت للخبراء الاستشاريين الأمنيين المحدودة، المملكة المتحدة	ج. كاننغهام
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	ب. دود
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	ك. إي. دوفتشميد
وكالة البيئة، المملكة المتحدة	ك. إنجلفيلد
هيئة الطاقة الذرية، فرنسا	ج.ب. غايرال
برنامج البيئة، الخدمة المركزية للدعم الشرطي، بلجيكا	ف. غيزيلس
معهد بحوث الطاقة الذرية التابع لمعهد البحوث المركزية للفيزياء، هنغاريا	ف. غولدر
المعهد السويدي للوقاية من الإشعاعات، السويد	ن. هاغبرغ
الوزارة الاتحادية للزراعة، النمسا	ج.ك. هوهنبيرغ
مركز بلتسين الإقليمي، الجمهورية التشيكية	م. هورت
وزارة الوقاية الصحية، الجمهورية السلوفاكية	ف. يورينا
المديرية العام للأمن، تركيا	م. كاراكيا
المكتب المركزي الوطني التابع للمنظمة الدولية للشرطة الجنائية، براغ، الجمهورية التشيكية	ك. كلاستيرسكي
وزارة شؤون الوقود والطاقة، أوكرانيا	إ. كولوبوف
اللجنة الحكومية للجمارك في الاتحاد الروسي	ن. كرافشينكو
إدارة الجمارك، تركيا	أ. كومبول
مؤسسة إكسلورانيوم المحدودة، كندا	ل. ماهر
الوحدة الوطنية لمكتب الشرطة الأوروبي، إيطاليا	ن. مايورانو
المنظمة الدولية للشرطة الجنائية، فرنسا	ر. ماروتو
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	و. ميهان
منظمة الجمارك العالمية، بلجيكا	ر. ميلفيغ
خدمة الشرطة العملياتية من أجل البيئة	أ. مينغا
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	د.إ. ميكلوش
هيئة الطاقة الذرية، هنغاريا	ك. مولنار
هيئة الطاقة الذرية، فرنسا	ج.ب. مونتمايول
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	أ. نلسون
هيئة الطاقة الذرية، تركيا	ب. أوكيار
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	ب. أورتيث لوبيز
خبير استشاري خاص، كندا	ر.ف. أوسبورن

فريق تريستا لمكافحة الاحتيال، إيطاليا	ن. بالادينو
عقيد في الشرطة، إيطاليا	ن. راغيتي
إدارة الجمارك، فنلندا	س. راكشيت
المكتب الخاص بالجرائم الجمركية، ألمانيا	ه.ي. روستيك
منظمة الجمارك العالمية، بلجيكا	إ. ساكا
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	م. ساميي
مركز البحوث، زايرسدورف، النمسا	ك. شميتسر
المكتب الحكومي للأمان النووي، الجمهورية التشيكية	ي. سيدلاتسبك
إدارة الجمارك، بلجيكا	ي. دي سلوفر
المختبر المركزي للوقاية الإشعاعية، بولندا	ج. سماغلا
الهيئة الجمركية للولايات المتحدة، الولايات المتحدة الأمريكية	د. سميث
المكتب المركزي الوطني (المنظمة الدولية للشرطة الجنائية)، الاتحاد الروسي	أ. سولومين
مؤسسة بوليماستر، بيلاروس	أ. ستافروف
الهيئة الرقابية النووية، الجمهورية السلوفاكية	أ. ستيفولوا
إدارة الجمارك، النرويج	ي. ستراند
الهيئة الرقابية الخاصة بالأمان النووي والأمان الإشعاعي، بيلاروس	إ. سوداكو
مؤسسة بينانت للخبراء الاستشاريين الأمنيين المحدودة، المملكة المتحدة	ج. طومسون
هيئة الأمان الإشعاعي والأمان النووي، فنلندا	ي. تيكينن
مصلحة الجمارك البلغارية، بلغاريا	ب.ز. تودوروا
الفرق الحرجية الحكومية، إيطاليا	ج. فادالا
إدارة الجمارك والضرائب، أسبانيا	أ.د. فايي
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	ل. فايل
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	ب. فايز
المكتب الاتحادي للوقاية من الإشعاعات، ألمانيا	ك. فيلون
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	أ.د. ريكسون
بعثة المملكة المتحدة الدائمة لدى الوكالة	ب. وين
مختبر لوس ألاموس الوطني، الولايات المتحدة الأمريكية	ر.ل. يورك
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	ج. يوسكو