

Distr.: Limited
14 December 2010
Arabic
Original: English



لجنة استخدام الفضاء الخارجي

في الأغراض السلمية

اللجنة الفرعية العلمية والتقنية

الدورة الثامنة والأربعون

فيينا، ٧-١٨ شباط/فبراير ٢٠١١

البند ١٠ من جدول الأعمال المؤقت*

استخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي

حلقة عمل بشأن استخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي:

الأمان في تصميم وتطوير تطبيقات الولايات المتحدة لمصادر القدرة

النووية في الفضاء الخارجي

ورقة مقدمة من الولايات المتحدة الأمريكية**

ملخص

تُضطلع الولايات المتحدة الأمريكية بعملية تحليل لمستوى أمان تطبيقاتها المُزمعة لمصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي وتقييم المخاطر المترتبة عليها طبقاً للإرشادات ذات الصلة الموصى بها في إطار أمان تطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي، الذي اشتركت في نشره اللجنة الفرعية العلمية والتقنية والوكالة الدولية للطاقة الذرية في عام ٢٠٠٩. وتحظى اعتبارات الأمان باهتمام كبير منذ أولى مراحل تصميم مصادر القدرة النووية في الفضاء وتطبيقاتها المقترحة في البعثات على السواء. وبالنظر إلى أن مرحلة

* A/AC.105/C.1/L.306

** تستند هذه الوثيقة إلى ورقة غرفة الاجتماعات A/AC.105/C.1/2011/CRP.6



تصميم/تطوير مصادر القدرة النووية في الفضاء تتم عادة في وقت يسبق بكثير ظهور تطبيقات محدّدة لهذه المصادر، فإنّ أساس أمان مصادر القدرة النووية التابعة للولايات المتحدة يركّز مبدئياً على إدراج وقود مصادر القدرة النووية ضمن طائفة واسعة من سيناريوهات الحوادث المفترضة. وفيما بعد، تركّز تطبيقات البعثات المقترحة على عمليات تقييم مفصّلة للمخاطر المرتبطة بالتطبيقات المتكاملة لمصادر القدرة النووية (أي مصادر القدرة النووية والمركبة الفضائية ونظام الإطلاق وتصميم البعثة وقواعد الطيران) بغية تحديد التعديلات المحتمل إدخالها على التصميم من أجل تعزيز مستوى أمان البعثة النووي بما يتفق وتحقيق أهداف البعثة. ويُسترشد في عملية التصميم/التطوير بالمتطلبات الكمية المتعلقة بأداء نُظُم الأمان، وإن لم تكن هذه المتطلبات في أهمية إجراء عملية استعراض صارمة للأمان النووي لعملية الإطلاق من أجل تشجيع التقييم المستمر للتحسينات المدخلة على الأمان على مدى كامل عملية التصميم والتطوير والاعتماد، ومواصلة النظر في هذه التحسينات.

أولا - مقدمة

١ - للولايات المتحدة الأمريكية باعٌ طويل في مجال استخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء استخداماً آمناً. فقد قامت منذ عام ١٩٦١ بتنفيذ ٢٩ عملية إطلاق في الفضاء استُعملت فيها تطبيقاتٌ نُظِمَ قُدرةُ تعمل بالنظائر المشعَّة (اختصاراً: نُظُم النظائر المشعَّة)،^(١) كما نفَّذت عملية إطلاق لمفاعل فضائي. وتشمل التطبيقات الأولية لنظم النظائر المشعَّة تطبيقات في مجالات الاتصالات والأرصاد الجوية والملاحية، بيد أن الغالبية العظمى من تطبيقات نُظُم النظائر المشعَّة التي نفَّذت على مدى السنوات الثلاثين الماضية شملت تطبيقات علمية أُجريت تحت رعاية الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) بالتشارك مع وزارة الطاقة في الولايات المتحدة. (لقد استُخدمت نُظُم النظائر المشعَّة في تنفيذ جميع بعثات نُظُم النظائر المشعَّة التابعة لناسا والتي تشمل ما يلي: بعثات أبولو إلى القمر؛ وبعثة بايونير ١٠ إلى المشتري؛ وبعثة بايونير ١١ إلى المشتري وزحل وما وراءهما؛ وبعثة فايكنغ وباتفايندر إلى سطح المريخ؛ وبعثة فوياجر ١ إلى المشتري وزحل وما وراءهما؛ وبعثة فوياجر ٢ إلى المشتري وزحل وأورانوس ونبتون وما وراء هذه الكواكب؛ وبعثة غاليليو التي دارت حول المشتري لمدة ٨ سنوات؛ وبعثة يوليسيس التي عملت قرابة ٢٠ عاماً في مدار حول الشمس؛ وبعثة كاسيني التي ما انفكت تعمل في مدار حول زحل؛ وبعثة نو هرايزنز في رحلة إلى بلوتو.)^(٢)

٢ - وعلى مدى هذا التاريخ الذي دام قرابة ٥٠ عاماً، وقعت ثلاث حوادث تتعلق بنظم النظائر المشعَّة التابعة للولايات المتحدة، ولم يحدث أيٌّ منها من جراء تعطل النظم المذكورة، وقد أدت جميع سمات الأمان الخاصة بها وظيفتها وفقاً لتصميمها، وهذه الحوادث هي: إلغاء بعثة الساتل الملاحى TRANSIT 5BN-3 في عام ١٩٦٤؛ وإلغاء إطلاق ساتل الأرصاد الجوية NIMBUS-B-1 في عام ١٩٦٨ الذي أسفر عن سقوط نظام النظائر المشعَّة في المحيط الهادئ، حيث انتُشِل منه مصدره الحراري؛ وبعثة أبولو ١٣ إلى القمر التي وُجِّهت بنجاح إلى خندق تونغنا في المحيط الهادئ بعد إلغاء البعثة قبل إكمالها.

(1) بما في ذلك بعثة باتفايندر (Pathfinder) إلى المريخ التي استُخدمت فيها وحدات تسخين بالنظائر المشعَّة خفيفة الوزن.

(2) انظر الشكل ١ في الوثيقة A/AC.105/C.1/2011/CRP.6، والمتاح على العنوان التالي: <http://www.unoosa.org/oosa/COPUOS/stsc/wgnps/index.html>.

ثانياً - مقارنة إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة الدولية للطاقة الذرية بالأمان النووي الذي تُنفذه ناسا ووزارة الطاقة في التطبيقات الفضائية لنُظُم القدرة التي تعمل بالنظائر المشعّة

٣- قامت ناسا على مدى عقود، من خلال تنسيق عملها مع وزارة الطاقة، بوضع إطار أمان شامل لأغراض تصميم وتطوير نُظُم النظائر المشعّة وتطبيقاتها الفضائية على حدّ سواء. ويراعي هذا الإطار اعتبارات الأمان في جميع جوانب ومراحل كلّ من عملية تصميم وتطوير نُظُم النظائر المشعّة وعملية تصميم تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة وتطويرها وتنفيذها.

٤- ويُضاهي إطار الأمان للولايات المتحدة بشكل وثيق إطار الأمان الخاص بتطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي (A/AC.105/934)، الذي اشتركت في نشره اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية (الوكالة) في عام ٢٠٠٩. ويتواءم قانون الولايات المتحدة الاتحادي مع فئات الإرشادات الرئيسية الثلاث الواردة في إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة، وهي: الإرشادات الحكومية والإدارية والتقنية.^(٣) ويستند تطوير الولايات المتحدة وتنفيذها لإطار الأمان الخاص بها إلى متطلبات محدّدة؛ وبعبارة أخرى، فإنّ العملية التي تضطلع بها الولايات المتحدة تتطلب إجراءات وعمليات معيّنة من شأنها، إن لم تُتبع، أن تحول دون إطلاق تطبيق ما من تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة.

ألف - الإرشادات الحكومية للولايات المتحدة

٥- صدرت الإرشادات الحكومية للولايات المتحدة في شكل قوانين اتحادية وتوجيهات رئاسية ومتطلبات خاصة بالوكالات وخطط للوكالات المتعددة. والقانون الوطني المعني بالسياسات البيئية وعملية الموافقة الرئاسية على الأمان النووي للإطلاق هما العمليتان الراسختان لتبرير^(٤) تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة التابعة للولايات المتحدة وترخيصها^(٥) على التوالي. ويشترط القانون الوطني المعني بالسياسات البيئية على ناسا أن تستكمل بياناً عن الأثر البيئي في وقت مبكّر من مرحلة تصميم البعثة وتطويرها. ويجب أن يقيّم هذا البيان

(3) انظر الشكل ٢ في الوثيقة A/AC.105/C.1/2011/CRP.6، والمتاح على العنوان التالي:

<http://www.unoosa.org/oosa/COPUOS/stsc/wgnps/index.html>

(4) يتناول الباب ٣-٢ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "تسوية تطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء".

(5) يتناول الباب ٣-٣ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "الترخيص لإطلاق البعثة".

التبعات التي يحتمل أن يخلفها تصميمُ البعثة الأساسي على البيئة وبدائل التصميم المعقولة لبلوغ أهداف البعثة المنشودة. أمّا عملية الموافقة الرئاسية على الأمان النووي للإطلاق فتتطلب تحليلاً مفصلاً لمستوى أمان النظام الفعلي المعدّ لغرض الإطلاق (أي مصدر القدرة والمركبة الفضائية ومركبة الإطلاق وتصميم البعثة). وقامت ناسا بصوغ سياسات ومتطلبات أمان إضافية^(٦) أُدرجت رسمياً في مدونة اللوائح الاتحادية للولايات المتحدة وفي متطلبات ناسا الإجرائية من أجل مواصلة تحديد التوقعات والإجراءات المطلوبة من المسؤولين الحكوميين والبرامج والمشاريع الحكومية لدى استهلال نُظُم نظائر مُشعّة وتطبيقات هذه النظم واستخدامها والمشاركة في تطويرها. واستحدثت الولايات المتحدة أيضاً إطار استجابة وطنياً شاملاً^(٧) من أجل الاستعداد^(٨) لمواجهة الكوارث وحالات الطوارئ والتصدي لها، بما في ذلك على وجه التحديد الحوادث المتعلقة بتطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء.

باء- الإرشادات الإدارية للولايات المتحدة

٦- تُوثق الإرشادات الإدارية للولايات المتحدة في متطلبات الوكالات وخطط تطوير نُظُم النظائر المُشعّة. ويتكفل مقرر ناسا الرئيسي بالمسؤولية الأساسية عن أمان تطبيقات نُظُم النظائر المُشعّة في الفضاء.^(٩) وتتولّى مديريةُ شعبية مقرر ناسا الرئيسي المسؤولة عن البعثات تعيين مدير برنامج لكل بعثة ضمناً لأن تنفذ الوكالة البعثة طبقاً للعمليات المعتمدة. ويتكفل مدير أحد برامج تطبيقات بعثة من بعثات نُظُم النظائر المُشعّة، بصفته هذه، بالمسؤولية عن استيفاء المتطلبات المحددة في القانون الوطني المعني بالسياسات البيئية وعملية الموافقة الرئاسية على الأمان النووي للإطلاق وإطار الاستجابة الوطني. واتساقاً مع إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة، يُجري مدير البرنامج اتصالات مباشرة بكل واحدة من المنظمات التي تطوّر وتنفذ بعثة تنطوي على تطبيق من تطبيقات نُظُم النظائر المُشعّة. ويقوم مقرر ناسا الرئيسي بوضع ترتيبات رسمية مع كل جهة من الجهات المشاركة التي تتحمل مسؤولية فنية عن الأمان النووي. وتُدمج مسؤولية إدارة

(6) يتناول الباب ٣-١ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "السياسات العامة والمتطلبات والعمليات الخاصة بالأمان".

(7) United States Department of Homeland Security, National Response Framework: Nuclear/Radiological Incident Annex, June 2008, NUC-1, available from www.fema.gov/pdf/emergency/nrf/nrf_nuclearradiologicalincidentannex.pdf.

(8) يتناول الباب ٣-٤ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "التأهب لحالات الطوارئ ومواجهتها".

(9) يتناول الباب ٤-١ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "المسؤولية عن الأمان".

الأمان النووي في كامل هيكل إدارة البعثة مع تقديم تقارير منتظمة وعمليات استعراض لمستوى المساءلة تشمل جميع الجهات المشاركة المعنية.^(١٠) (تشمل الجهات المشاركة مقرر ناسا الرئيسي ووزارة الطاقة ومراكز ناسا وجهات الدعم المتعاقد مع كل واحدة منها).

جيم- الإرشادات التقنية للولايات المتحدة

٧- تُوثق الإرشادات التقنية للولايات المتحدة، مثلها مثل الإرشادات الإدارية، في متطلبات الوكالات وخطط تطوير نُظُم النظائر المُشعَّة. وتنص الإرشادات التقنية، وفقا لوصفها المبين بمزيد من التفصيل في الباب التالي، على المتطلبات التي تُستوفى بتطوير خبرات الوكالات المتعددة وصيانتها وتطبيقها من أجل تحديد واختبار وتحليل الحوادث وأوجه الشذوذ المتصلة بعمليات الإطلاق والبعثات التي تنطوي على استخدام نُظُم النظائر المُشعَّة.^(١١) وتتناول متطلبات الأمان المتعلقة بتطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة الصادرة عن ناسا ووزارة الطاقة جميع مراحل البعثة، وتنطبق على مرحلة تطوير نظام النظائر المُشعَّة وتطبيقه المُزمع في البعثة على السواء.^(١٢) وتعكف ناسا ووزارة الطاقة، في إطار عملهما معا تحت رعاية اتفاق رسمي مشترك بين الوكالات، على إعداد تقييمات شاملة للمخاطر تدعم عملية التصميم والتطوير وعملية ترخيص الإطلاق على السواء.^(١٣) وعلاوة على ذلك، تدعم تقييمات المخاطر هذه عملية وضع خطط طوارئ إشعاعية مفضّلة مشتركة بين عدة وكالات من أجل تخفيف وطأة التبعات التي يُحتمل أن تنجم عن حادث يتعلق بأحد تطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة في الفضاء.^(١٤)

ثالثا- متطلبات تصميم الأمان النووي وتطويره من أجل تطبيقات بعثات نظم النظائر المُشعَّة في الفضاء الخارجي التابعة للولايات المتحدة

٨- تحتفظ وزارة الطاقة وناسا بإطار شامل لمتطلبات الأمان النووي يُنظَّم جميع مراحل تطبيقات بعثة من بعثات نُظُم النظائر المُشعَّة، من تصميم وتطوير وتنفيذ. ويتحقق الامتثال

(10) يتناول الباب ٤-٢ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "القيادة والإدارة في مجال الأمان".

(11) يتناول الباب ٥-١ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "الكفاءة التقنية في مجال الأمان النووي".

(12) يتناول الباب ٥-٢ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "الأمان في مجال التصميم والتطوير".

(13) يتناول الباب ٥-٣ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "تقدير المخاطر".

(14) يتناول الباب ٥-٤ من إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة "التخفيف من عواقب الحوادث".

لهذا الإطار عن طريق تطبيق عمليات فحص متأنٍ حكومية على الصعيدين العام والداخلي على السواء جرت صياغتها، حسب ما هو مبين بإيجاز أعلاه، في شكل قوانين وعمليات ومتطلبات واجبة النفاذ على المستوى الاتحادي.

٩- وتنص متطلبات ناسا الإجرائية^(١٥) على خمسة شروط توجيهية تؤثر في تحديد تطبيقات نُظُم النظائر المشعَّة وفي تصميم هذه التطبيقات وتطويرها وتنفيذها:

(أ) "توفّر التصميمات الأساسية للمركبات والمركبات الفضائية والنظم التي تستخدم مواد مُشعَّة الحماية للجمهور والبيئة والمستخدمين على نحو يقلل مخاطر الإشعاع الناجم عن التعرض لمصادر مُشعَّة إلى أدنى حد معقول" (القسم ٦-٢-٢-ب)؛

(ب) تُدرج اعتبارات الأمان النووي ابتداء من مراحل التصميم الأولية وخلال جميع مراحل المشروع ضمانا لأن يكون المستوى الإجمالي لمخاطر الإشعاع الناجم عن البعثة مقبولا (القسم ٦-٢-٢-ج)؛

(ج) تُحدّد جميع معدات الرحلة الفضائية (بما فيها الأجهزة الطبية وغيرها من الأجهزة التجريبية) التي تحتوي على مواد مُشعَّة أو تستخدم هذه المواد وتُحلل من أجل كشف مخاطرها الإشعاعية (القسم ٦-٢-٢-د)؛

(د) تُوضع خطط خاصة بالموقع للعمليات الأرضية وحالات الطوارئ الإشعاعية تتناسب مع المخاطر التي يمثلها إطلاق المواد النووية المزمع (القسم ٦-٢-٢-هـ)؛

(هـ) تتضمن خطط الطوارئ الإشعاعية أحكاما بشأن التصدي لحالات الطوارئ ودعم جهود استرداد المصادر (القسم ٦-٢-٢-و).

١٠- ويجدّد المتطلب الأول المخاطر المتعلقة بصحة الإنسان وغلاف الأرض الحيوي بوصفها اعتبار الأمان النووي الأساسي لدى تصميم البعثة ومركبتها الفضائية ومركبة إطلاقها وعناصر دعمها. ويتطابق هذا المتطلب مباشرة مع "هدف الأمان" المحدّد في إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة^(١٦) ويكفل المتطلب الثاني إدراج اعتبارات الأمان

(15) الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا)، "الأمان النووي في إطلاق المواد الإشعاعية"، المتطلبات الإجرائية الخاصة بناسا، NPR 8715.3C، الفصل ٦، متاح على العنوان التالي:

http://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?Internal_ID=N_PR_8715_003C_&page_name=Chapter6

(16) "الهدف الأساسي من الأمان هو حماية الناس والبيئة في المحيط الحيوي للأرض من المخاطر المحتملة المرتبطة بالمرحلة ذات الصلة بإطلاق تطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء وتشغيلها وانتهاء خدمتها." "هدف الأمان"، القسم ٢).

النووي في جميع مراحل البعثة، ابتداءً بأولى مراحل تصميمها النظري وحتى نهاية البعثة. أمّا المتطلّب الثالث فيوسّع نطاق تطبيق المتطلّبين الأوّلين بحيث لا يشمل تطبيقات نُظُم النظائر المُشعّة (بما فيها وحدات التسخين بالنظائر المُشعّة) فحسب، وإنما أيضاً جميع عناصر البعثة التي تستخدم مواد مُشعّة^(١٧) ويتواءم المتطلّبان الرابع والخامس مع المتطلّبات التي يفرضها إطار الاستجابة الوطني على ناسا.

١١ - وتؤثّر هذه المتطلّبات، التي تنفّذ على نحو يتواءم مع استيفاء متطلّبات ناسا الإجرائية الخاصة بالقانون الوطني المعني بالسياسات البيئية وعملية الموافقة الرئاسية على الأمان النووي للإطلاق، تأثيراً كبيراً على أمان البعثة النووي على امتداد عملية تصميمها/تطويرها. فمثلاً، كما أشير في القسم السابق، يشترط القانون الوطني المعني بالسياسات البيئية على ناسا أن تقوم، قبل وضع الصيغة النهائية لتصميم تطبيقات نُظُم النظائر المُشعّة المقترح، بإعداد بيان عن الأثر البيئي يقيّم التطبيقات بموضوعية ويسعى للحصول على تعليقات الجمهور على التأثيرات التي يُحتمل أن تُخلّفها التطبيقات المقترحة على البيئة والبدائل المعقولة لبلوغ أهداف البعثة (من قبيل تصميم مركبات فضائية تعمل بالطاقة الشمسية). وبالإضافة إلى ذلك، ونظراً لأنّ البيان المقدم عن الأثر البيئي المحدّد في القانون الوطني المعني بالسياسات البيئية يركز على العواقب الناجمة عن الحوادث المحتملة وقوعها في سياق عمليات الإطلاق/البعثات، فإنّ إجراء تقييم لمستوى الأمان النووي لتطبيقات نُظُم النظائر المُشعّة في وقت مبكّر يتطلّب من ناسا بالضرورة تحديد سيناريوهات الحوادث المحدّدة (أي تسلسل الحادث أو أوجه الشذوذ الناجمة عن الإطلاق أو تنفيذ البعثة)، التي تخلّف آثاراً محتملة على البيئة (مثل الآثار السرطانية الصحية الكامنة وتلوّث الأرض والمخاطر التي يتعرّض لها السكان)، بما في ذلك احتمالات وقوعها. وبالنظر إلى النهج الصارم (أي الكمي) المتبع في إجراء هذه التقييمات، فإنّها تسهّل التعرّف على المركبات الفضائية ومركبة الإطلاق وتصميم البعثة والتعديلات المدخلة على قواعد الطيران التي قد تعزّز مستوى الأمان النووي وتحدّد من مخاطر وقوع حوادث محتملة.

١٢ - وبالمثل، يؤدّي متطلّب عملية الموافقة الرئاسية على الأمان النووي للإطلاق الذي يقضي بإجراء تحليل مفصّل لمستوى أمان النظام الفعلي المعد لغرض الإطلاق (أي مصدر

(17) حدّدت ناسا في الواقع خمسة مستويات للامتثال للأمان النووي تبعاً لكمية المواد المُشعّة المستخدمة في البعثة. وفيما يتعلق بجميع بعثات نظم النظائر المُشعّة المنفّذة حتى الآن، بما فيها البعثات التي تستخدم وحدات تسخين بالنظائر المُشعّة، لا يزال مطلوباً فيها التقيّد بأكثر مستويات الأمان النووي صرامة والذي ينطوي على موافقة من المكتب التنفيذي للرئيس على الأمان النووي للإطلاق.

القدرة والمركبة الفضائية ومركبة الإطلاق وتصميم البعثة)، إلى وضع نموذج أكثر تطوراً لتطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة. ويوفِّر هذا النموذج أداة تتيح قدراً أكبر من التبصُّر في عناصر التطبيقات التي تُؤثِّر في المخاطر النووية المرتبطة بها، وتقدِّم معلومات يُستَردُّ بها في وضع خطط الطوارئ الإشعاعية الخاصة بالموقع. وعلاوة على ذلك، ونظراً لأنَّ عملية الموافقة الرئاسية على الأمان النووي للإطلاق تنطوي على مشاركة جميع الوكالات الحكومية الاتحادية التي تتحمل مسؤولية فنية عن الأمان لمختلف نواحي البعثة (أي ناسا بالنسبة لأمان المركبات الفضائية/البعثات؛ ووزارة الطاقة بالنسبة لأمان نُظُم النظائر المُشعَّة؛ ووزارة الدفاع بالنسبة لأمان موقع الإطلاق ومداه؛ ووكالة حماية البيئة بالنسبة لأمان تنظيف مواقع الحوادث)، فإنَّ تطوير تحليل الأمان وتقييمه يوفِّران بؤرة لتنسيق القرارات المشتركة بين الوكالات بشأن أي قضايا خاصة بالأمان النووي تستبان أثناء مرحلة تطوير التطبيقات.

رابعاً- تنفيذ الأمان النووي في تطبيقات نُظُم القدرة بالنظائر المُشعَّة في الفضاء الخارجي

١٣- استيفاءً للمتطلبات الإجرائية المحدَّدة أعلاه، تقوم ناسا ووزارة الطاقة بتنفيذ "الأمان النووي" في جميع مراحل تطوير تطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة وعلى كل عنصر من العناصر المكوِّنة للتطبيقات. ونظراً لأنَّ تصميم وتطوير نظام نظائر مُشعَّة جديد يستغرق خمس سنوات أو أكثر في العادة، فإنَّ تطويره يسبق تطوير تطبيقه من تطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة. ونتيجة لذلك، تُطوِّر وزارة الطاقة نواحي الأمان لتصميماتها الخاصة بنظم النظائر المُشعَّة على أساس طائفة واسعة من التصميمات المحتملة لتطبيقات البعثات ومتطلبات الأداء، التي يمكن أن تشكِّل على حد سواء مسارات تنافسية في مجال التصميم أو تحديات تواجه بعض أهداف أداء الأمان. ويتعيَّن على تطبيق البعثة أن ينظر في خيارات التصميم التي تحقِّق مستوى أمان مقبولاً، إذا ما تعدَّر تحقيق هدف أداء أمان نظام النظائر المُشعَّة على النحو الأمثل في تطبيقه محدَّدة من تطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة. وبعبارة أخرى، فإنَّ تصميمات الأمان النووي لنظم النظائر المُشعَّة وتطبيقات هذه النظم لا تفضي بحدِّ ذاتها إلى خفض مخاطر الإشعاع الناجم عن التطبيق إلى "أدنى مستوى يمكن تحقيقه". واتباع نهج مطَّرد ومتكامل بشأن مستوى أداء النظام هو السبيل الوحيد عادةً لتحقيق مستوى أمان مقبول في تطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة.

١٤- وتحدِّد برامج وزارة الطاقة الخاصة بتطوير نُظُم النظائر المُشعَّة أهداف الأداء ومتطلباته ومواصفاته المتعلقة بأمان المكونات والنظم. ونظراً لأنَّ تطبيقات نُظُم النظائر المُشعَّة الخاصة بناسا تُجرى على فترات متقطعة (أي بعثة واحدة أو بعثتان اثنتان في كل عقد)، فإنَّ

وزارة الطاقة تواظب على تحديد وتقييم وتطوير وتنفيذ تحسينات فيما يخص أمان شبكات نظمها للنظائر المشعّة على نحو مستقل نسبياً عن خطط البعثات المحدّدة الخاصة بناسا. وفيما يتعلق بالتطويرات الرئيسية لنظم النظائر المشعّة الجديدة، تتعاون وزارة الطاقة وناسا على وضع متطلبات أمان نووي تشمل جميع نواحي نظام النظائر المشعّة. وتمضي وزارة الطاقة قُدماً في ترجمة هذه المتطلبات إلى أهداف محدّدة للأداء على مستوى شبكة نُظُم النظائر المشعّة يجري التحقّق منها عن طريق الاختبار و/أو التحليل. واعتباراً من أولى مراحل التصميم وعلى امتداد مرحلة التطوير، يجري بانتظام تتبع التقدّم المحرز من أجل تحقيق هذه المتطلبات وأهداف الأداء، وتُقَدّم عنه تقارير منتظمة في استعراضات التصميم/التطوير التي تشارك فيها وزارة الطاقة وناسا والمنظمات المشاركة التي تدعمهما.

١٥ - ويشكّل تطوير المصدر الحراري العام الأغراض (المصدر الحراري) - وهو لبنة أساسية في نُظُم النظائر المشعّة الحديثة الخاصة بوزارة الطاقة - مثالا على النهج المطّرد والمتكامل الذي تتبعه الوزارة في تحقيق الأمان النووي على مستوى النظام. وقد صُمّمت وحدات المصدر الحراري النموذجية^(١٨) لاحتواء وقودها من غاز ثنائي أكسيد البلوتونيوم في ظل طائفة واسعة من الظروف العادية وظروف الحوادث، من قبيل انفجار منصة الإطلاق وحرائق المحركات الدافعة العاملة بالوقود الصلب والسائل والاصطدامات التي تولّد شظايا والارتطام بالأرض والعودة إلى الغلاف الجوي. ورغم أنّ المصدر الحراري قيد الاستعمال منذ ما يقارب ٣٠ سنة، فقد عزّزت وزارة الطاقة خصائص الأمان الخاصة به عدة مرات بناء على النتائج المستمدة من اختبارات وتحليلات الأمان العام والخاص بالبعثات على السواء. وتُستمد المعلومات المتعلقة بالأمان النووي لتصميم المصدر الحراري من اختبارات أمان نُظُم النظائر المشعّة الخاصة بوزارة الطاقة^(١٩) ومن الاختبارات التي تجريها ناسا لتحديد بيئة الحوادث على السواء.^(٢٠) ولا تدعم هذه الاختبارات تحديد متطلبات الأمان ومواصفات الأداء وتقييمها فحسب، بل تقدّم أيضاً البيانات اللازمة لتعزيز نماذج الأمان النووي التي يمكن تطبيقها على كامل عملية تصميم/تطوير نُظُم النظائر المشعّة وتطبيقها في المستقبل.

(18) انظر الشكل ٣ في الوثيقة A/AC.105/C.1/2011/CRP.6، والمتاح على العنوان التالي:

<http://www.unoosa.org/oosa/COPUOS/stsc/wgnps/index.html>

(19) انظر الشكل ٤ في الوثيقة A/AC.105/C.1/2011/CRP.6، والمتاح على العنوان التالي:

<http://www.unoosa.org/oosa/COPUOS/stsc/wgnps/index.html>

(20) انظر الشكل ٥ في الوثيقة A/AC.105/C.1/2011/CRP.6، والمتاح على العنوان التالي:

<http://www.unoosa.org/oosa/COPUOS/stsc/wgnps/index.html>

١٦ - ويشمل تنفيذ الأمان النووي الذي تضطلع به ناسا جميع مراحل تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة وجميع عناصرها. وإضافةً إلى العملية التي تُوقّشت أعلاه بشأن تصميم/تطوير الأمان النووي لنظم النظائر المشعّة، فإنّ تصميم تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة يتيح في العادة فرصاً عديدة "لتوفير الحماية للجمهور والبيئة والمستخدمين بحيث يتسنى تقليل مخاطر الإشعاع الناجم عن التعرض لمصادر مُشعّة إلى أدنى حد معقول".^(٢١) ومثلما تُوقّش أعلاه، فإنّ استهلال وإجراء تقييمات مخاطر الأمان النووي طوال مرحلة التصميم/التطوير يوفّر القدرات اللازمة لتحديد جوانب الأمان النووي وتقييمها فيما يتعلق بالخيارات المحتملة لتصميم نظام الإطلاق والمركبة الفضائية والبعثة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يساعد تبديل مواقع نُظُم النظائر المشعّة في بعض تصميمات المركبات الفضائية على تلافي الحالات المحتملة لانطلاق الإشعاعات من نظام النظائر المشعّة لدى وقوع حوادث ارتطام معيّنة بعد الإطلاق، أو الحد من هذه الحالات. وتُتاح في مرحلة الإطلاق فرص عديدة لتفادي الحالات المحتملة لانطلاق مواد مُشعّة من جراء الحوادث، أو الحد من هذه الحالات. وتشمل الأمثلة الخاصة بمنطقة الإطلاق: تعزيز الرؤية والقياس عن بعد فيما يخص نُظُم التدمير الموجهة؛ وتقصير أوقات الاستجابة في نُظُم التدمير أثناء الإطلاق الموجهة؛ وإضافة نُظُم مكرّرة وأوتوماتية لتدمير مركبات الإطلاق. وتساعد جميع هذه الأمثلة على الحد من قوى السحق المحتملة ومخاطر الحرائق الناجمة عن ارتطام كامل نظام الطيران السليم (أي مركبة الإطلاق وتطبيقات نُظُم النظائر المشعّة الموجود على متنها). وتشمل الأمثلة الخاصة بالمواقع الموجودة على مسار الإطلاق: زيادة احتمال التحكم في المركبة الفضائية عند ظهور أوجه شذوذ في المدار أو بعد الحقن؛ ونشر موارد تحكم أرضية لزيادة احتمال التحكم في المركبة الفضائية عند ظهور أوجه شذوذ في المدار. ويعزّز هذان النوعان من الأمثلة كلاهما احتمالات تخفيف البعثة لأوجه الشذوذ التي تظهر في المدار والتي قد تسفر عن فقدان التحكم في تطبيقات النظائر المشعّة عند العودة وارتطامه بالأرض. وتشمل الأمثلة الخاصة بالبعثات العلمية التي تنطوي على الاستفادة من مسارات دوران الأرض (أي بمساعدة الجاذبية الأرضية): التقليل من العمليات إلى أدنى حد أثناء المناورات الحرجة؛ وتوجيه المسارات المعتمدة على الجاذبية الأرضية بعيداً عن الأرض. ويساعد المثال الأول على تقليص احتمال حدوث وجه شذوذ قد ينطوي على خطر الارتطام بالأرض، في حين يقلّل المثال الثاني من احتمال أن يؤدي أي وجه شذوذ إلى الارتطام بالأرض.

(21) الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا)، "الأمان النووي في إطلاق المواد الإشعاعية"، متطلبات ناسا الإجرائية، NPR 8715.3C، الفصل ٦، القسم ٦-٢-٢، متاح على العنوان التالي: http://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?Internal_ID=N_PR_8715_003C_&page_name=Chapter6.

خامسا- الدروس المستخلصة في مجال الأمان النووي من بعثات نُظُم القدرة بالنظائر المشعّة في الفضاء الخارجي التابعة لناسا

١٧- واصلت الولايات المتحدة على مدى السنوات الخمسين المنصرمة تحسين تصميمات الأمان النووي لنظم النظائر المشعّة التابعة لها وعمليات تصميمها وتطويرها استنادا إلى إجراء ٢٩ بعثة من بعثات تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة في الفضاء، شهدت ثلاث حالات تعطل في هذه التطبيقات، وإجراء مئات الاختبارات بشأن تحديد بيئة الحوادث وأمان تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة، وتنفيذ أساليب وتكنولوجيات جديدة ومحسّنة لنمذجة تقييم المخاطر، والاستفادة من أوجه التقدّم الحاصلة عموما في مجال الفضاء الجوي وتطوّرات تكنولوجيا الهندسة النووية وتطبيقات النظام. وتقوم ناسا، بعد تطوير/تنفيذ كلّ تطبيق من تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة، بجمع "الدروس المستخلصة" منها لتوثيقها من أجل احتمال الرجوع إليها في حالات "الخطأ" و"النجاح" المتعلقة بتطبيقات نُظُم النظائر المشعّة التي يُحتمل تطويرها في المستقبل فيما يتصل بتنفيذ عمليات استعراض الأمان النووي للإطلاق تنفيذا فعّالا. وفيما يلي الدروس الرئيسية المستخلصة فيما يتعلق بتصميم وتطوير تطبيقات مأمونة لمصادر القدرة النووية:

(أ) وضع سيناريوهات حوادث بالتشارك مع الجهات المطوّرة/الموفّرة لنظم النظائر المشعّة والمركبات الفضائية ومركبات الإطلاق، ممّا يؤمّن وسيلة لفهم إسهام كل عنصر من العناصر المكونة لتطبيقات نُظُم النظائر المشعّة في سيناريوهات الحوادث التي تتهدّد احتواء وقود نُظُم النظائر المشعّة ويرسي أساسا موضوعيا لتقييم التحسينات المحتمل إدخالها على الأمان النووي؛

(ب) إجراء عمليات تحليل واستعراض وتقييم دقيقة التنسيق لمستوى الأمان النووي للإطلاق مع الوكالات المعنية بعملية ترخيص الإطلاق، الأمر الذي يوفر قاعدة بيانات مشتركة للمعلومات المتعلقة بعملية ترخيص الأمان النووي للإطلاق؛

(ج) الاعتراف بأن كل نسق من أنساق المركبات الفضائية/مركبات الإطلاق هو نسق فريد من نوعه. ولا يمكن التنبؤ دوماً بحالات تقليل المخاطر القابلة للتحقيق. ومن الضروري إجراء تحليل دقيق لجميع الأنساق والتحسينات المحتمل إدخالها على الأمان؛

(د) دعم "ثقافة الأمان" عن طريق تقديم ما يلزم من حوافز للمواظبة على تقييم تحسينات الأمان والنظر في تنفيذها. ومثلما ذُكر أعلاه، فقد يسّرت ناسا ووزارة الطاقة هذا الأمر من خلال إدراج عناصر "الأمان النووي" في جميع عمليات الاستعراض الرئيسية لتطبيقات نُظُم النظائر المشعّة المقترحة أو المُزمعة، ومن خلال إنشاء فريق معني بتحليل مخاطر

الأمان النووي وإشراكه في كامل عملية تصميم تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة وتطويرها. (دون استثناء، يؤدي إجراء عمليات تحليل مفصّلة للمخاطر إلى تحسين فهم سيناريوهات الحوادث على مستوى يمكن فيه تحديد خيارات تخفيف حدة المخاطر وتقييمها) وعلاوة على ذلك، فإنّ إجراء تقييم مستقل لتحليلات مستوى أمان تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة التابعة لناسا/ وزارة الطاقة، إلى جانب تحمّل مكتب الرئيس مسؤولية ترخيص الأمان النووي للإطلاق، يوجد حافزا قويا ومستداما للحد من المخاطر النووية. ولو أنّ العملية كانت تعتمد على مجرد إعداد تحليل يشير إلى الامتثال لمستوى أمان "مقبول" محدّد مسبقا، لكانت حوافز المواظبة على الجهود الرامية إلى تعزيز مستوى الأمان ستكون محدودة متى رأت المنظمة التي تنفذ تطبيقات النظائر المشعّة أنّها بلغت مستوى الأمان "المقبول". وعلاوة على ذلك، وبالنظر إلى حالة عدم اليقين والتباين الكبيرين في تقديرات مخاطر الحوادث والطابع الفريد عادة للتطبيقات العلمية للنظائر المشعّة في الفضاء، فإنّ التقيّد بصرامة بمستويات أمان "مقبولة" محدّدة مسبقا هو أمر غير عملي. وتُفضي المواظبة على استعراض الأمان النووي لتطبيقات نُظُم النظائر المشعّة المزمعة طوال مرحلة تصميمها وتطويرها، واستعراض تقييمات الأمان النووي استعراضا مستقلا، وتحويل أعلى هيئة في الحكومة سلطة الترخيص النهائي للأمان النووي للإطلاق، إلى إيجاد حوافز قوية للمثابرة في العمل من أجل الحد من المخاطر المتعلقة بالأمان النووي في جميع مراحل تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة.

سادسا- الاستنتاجات

١٨- تمثيلاً مع كامل نطاق الإرشادات الواردة في إطار الأمان المشترك بين الأمم المتحدة والوكالة الدولية للطاقة الذرية، قامت الولايات المتحدة بدمج جوانب الأمان دمجاً فعّالاً في عملية تصميم تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة وتطويرها وتشغيلها، من خلال فرض الاضطلاع بعمليات استعراض مستوى الأمان النووي في التطبيقات والموافقة عليه، بحيث تشمل جميع مراحل تصميم تطبيقات نُظُم النظائر المشعّة المقترح/المزمع والعناصر المكوّنة له والمشاركين فيه، ومن خلال دعم هذه العمليات بتقييمات دقيقة للمخاطر و"الدروس المستخلصة" من تطبيقات سابقة لنظم النظائر المشعّة.