

سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية
من أجل حماية الناس والبيئة

أمان مفاعلات البحوث

متطلبات الأمان المحددة
العدد 3-SSR

معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية

معايير الأمان الصادرة عن الوكالة

الوكالة مختصة، بموجب أحكام المادة الثالثة من نظامها الأساسي، بأن تضع أو تعتمد معايير أمان بقصد حماية الصحة والتقليل إلى أدنى حد من الأخطار على الأرواح والممتلكات، وأن تتخذ ترتيبات لتطبيق هذه المعايير.

وتصدر المنشورات التي تضع الوكالة بواسطتها هذه المعايير ضمن سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة. وتشمل هذه السلسلة الأمان النووي والأمان الإشعاعي وأمان النقل وأمان النفايات. وتصنف المنشورات الصادرة ضمن هذه السلسلة إلى فئات، وهي: أساسيات الأمان، ومتطلبات الأمان وأدلة الأمان.

ويعرض موقع شبكة الإنترنت الخاص بالوكالة، الوارد أدناه، معلومات عن برنامج معايير الأمان الصادرة عن الوكالة

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

ويوفر هذا الموقع نصوص معايير الأمان المنشورة ومسوداتها باللغة الانكليزية. كما تتوفر نصوص معايير الأمان الصادرة باللغات الإسبانية والروسية والصينية والعربية والفرنسية، بالإضافة إلى مسرد مصطلحات الأمان الذي وضعته الوكالة وتقرير قيد الإعداد عن حالة معايير الأمان. وللحصول على مزيد من المعلومات، يُرجى الاتصال بالوكالة على العنوان التالي:

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

والدعوة موجّهة إلى جميع مستخدمي معايير الأمان الصادرة عن الوكالة لإبلاغها بالخبرة المستفادة من استخدامها (كأساس للوائح الوطنية واستعراضات الأمان والدورات التدريبية مثلاً)، بما يكفل أن تظل هذه المعايير قادرة على تلبية احتياجات المستخدمين. ويمكن توفير المعلومات عن طريق موقع الوكالة على شبكة الإنترنت أو بالبريد، كما هو مبين أعلاه، أو بواسطة البريد الإلكتروني على العنوان التالي: Official.Mail@iaea.org.

المنشورات ذات الصلة

تتخذ الوكالة ترتيبات لتطبيق معايير الأمان، وبموجب أحكام المادة الثالثة والفقرة جيم من المادة الثامنة من نظامها الأساسي توفر معلومات بشأن الأنشطة النووية السلمية وتيسر تبادلها وتقوم، لهذا الغرض، بدور الوسيط بين دولها الأعضاء.

وتصدر تقارير عن الأمان في مجال الأنشطة النووية بوصفها تقارير أمان توفر أمثلة عملية وأساليب تفصيلية يمكن استخدامها دعماً لمعايير الأمان.

وتصدر الوكالة منشورات أخرى متعلقة بالأمان مثل منشورات التأهب والتصدي للطوارئ، وتقارير التقييم الإشعاعي، وتقارير الفريق الدولي للأمان النووي، والتقارير التقنية، والوثائق التقنية. كما تصدر الوكالة تقارير عن الحوادث الإشعاعية، وأدلة خاصة بالتدريب وأدلة عملية، وغير ذلك من المنشورات الخاصة المتعلقة بمجال الأمان. وتصدر منشورات متعلقة بالأمان ضمن سلسلة الوكالة الخاصة بالأمان النووي.

تشمل سلسلة الطاقة النووية الصادرة عن الوكالة منشورات إعلامية لتشجيع ودعم أنشطة البحث والتطوير المتعلقة بالطاقة النووية وتطبيقها العملي للأغراض السلمية. وتشمل تقارير وأدلة عن حالة التكنولوجيا وأوجه التقدم المحرز فيها، وعن الخبرة المكتسبة والممارسات الجيدة والأمثلة العملية في مجالات القوى النووية، ودورة الوقود النووي، والتصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة.

أمان مفاعلات البحوث

الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

قيرغيزستان	جامايكا	الاتحاد الروسي
كازاخستان	الجزيل الأسود	إثيوبيا
الكامبرون	الجزائر	أذربيجان
الكرسي الرسولي	جزر البهاما	الأرجنتين
كرواتيا	جزر مارشال	الأردن
كمبوديا	جمهورية أفريقيا الوسطى	أرمينيا
كندا	الجمهورية التشيكية	إريتريا
كوبا	الجمهورية الدومينيكية	إسبانيا
كوت ديفوار	الجمهورية العربية السورية	أستراليا
كوستاريكا	جمهورية الكونغو الديمقراطية	إستونيا
كولومبيا	جمهورية تنزانيا المتحدة	إسرائيل
الكونغو	جمهورية كوريا	أفغانستان
الكويت	جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	إكوادور
كينيا	جمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقاً	ألبانيا
لاتفيا	جمهورية مولدوفا	ألمانيا
لبنان	جنوب أفريقيا	الإمارات العربية المتحدة
لختنشتاين	جورجيا	أنغيوا وبربودا
لكسمبرغ	جيبوتي	إندونيسيا
ليبيا	الدانمرك	أنغولا
ليبيريا	دومينيكا	أوروغواي
ليتوانيا	رواندا	أوزبكستان
ليسوٲو	رومانيا	أوغندا
مالطة	زامبيا	أوكرانيا
مالي	زمبابوي	إيران (جمهورية- الإسلامية)
ماليزيا	سان مارينو	أيرلندا
مدغشقر	سانت فنسنت وجزر غرينادين	آيسلندا
مصر	سري لانكا	إيطاليا
المغرب	السلفادور	بابوا غينيا الجديدة
المكسيك	سلوفاكيا	باراغواي
ملاوي	سلوفينيا	باكستان
المملكة العربية السعودية	سنغافورة	بالاو
المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى	الننغال	البحرين
وأيرلندا الشمالية	سوازيلند	البرازيل
منغوليا	السودان	بربادوس
موريتانيا	السويد	البرتغال
موريشيوس	سويسرا	بروني دار السلام
موزامبيق	سيراليون	بلجيكا
موناكو	سيشيل	بلغاريا
ميانمار	شيلي	بليز
ناميبيا	صربيا	بنغلاديش
النرويج	الصين	بنما
النمسا	طاجيكستان	بنن
نيبال	العراق	بوتسوانا
النيجر	عمان	بوركينا فاسو
نيجيريا	غابون	بوروندي
نيكاراغوا	غانا	البوسنة والهرسك
نيوزيلندا	غواتيمالا	بولندا
هايتي	غيانا	بوليفيا، دولة-المتعددة القوميات
الهند	فانواتو	بيرو
هندوراس	فرنسا	بيلاروس
هنغاريا	الفلبين	تايوان
هولندا	فنزويلا (جمهورية-البوليفارية)	تركماتستان
الولايات المتحدة الأمريكية	فنلندا	تركيا
اليابان	فيجي	ترينيداد وتوباغو
اليمن	فييت نام	تشاناد
اليونان	قيرص	توغو
	قطر	تونس

وافق المؤتمر المعني بالنظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية الذي عقد في المقر الرئيسي للأمم المتحدة في نيويورك، في ٢٣ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٥٦، على النظام الأساسي للوكالة الذي بدأ نفاذه في ٢٩ تموز/يوليه ١٩٥٧. ويقع المقر الرئيسي للوكالة في فيينا. ويتمثل هدف الوكالة الرئيسي في "تعزيز وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في السلام والصحة والازدهار في العالم أجمع".

أمان مفاعلات البحوث

متطلبات الأمان المحددة

يتضمّن هذا المنشور قرصاً مضغوطاً (CD-ROM) يحتوي على مسرد الوكالة الخاص بمصطلحات الأمان: طبعة ٢٠٠٧ (٢٠٠٧) ومبادئ الأمان الأساسية (٢٠٠٦)، وقد صدر كلٌّ منهما باللغات الإسبانية، والانكليزية، والروسية، والصينية، والعربية، والفرنسية. وهذا القرص المضغوط (CD-ROM) متاح أيضاً لشرائه منفصلاً. انظر: <http://www-pub.iaea.org/books>

ملاحظة بشأن حقوق النشر

جميع المنشورات العلمية والتقنية الصادرة عن الوكالة محمية بموجب الاتفاقية العالمية لحقوق التأليف والنشر بصيغتها المعتمدة في عام ١٩٥٢ (برن) والمنقحة في عام ١٩٧٢ (باريس). وقد عمدت المنظمة العالمية للملكية الفكرية (جنيف) لاحقاً إلى توسيع نطاق حقوق التأليف والنشر لتشمل الملكية الفكرية الإلكترونية والفرضية. ويجب الحصول على إذن باستخدام النصوص الواردة في منشورات الوكالة بشكلها المطبوع أو الإلكتروني، استخداماً كلياً أو جزئياً؛ ويخضع هذا الإذن عادة لاتفاقات متعلقة برسوم الجعالة الأدبية. ويُرحَّب بأية اقتراحات تخص الاستنساخ والترجمة لأغراض غير تجارية، وسيُنظَر فيها على أساس كل حالة على حدة. وينبغي توجيه أية استفسارات إلى قسم النشر التابع للوكالة (IAEA Publishing Section) على العنوان التالي:

Marketing and Sales Unit, Publishing Section
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
P.O. Box 100
1400 Vienna, Austria
Fax: +43 1 2600 29302
Tel.: +43 1 2600 22417
email: sales.publications@iaea.org
<http://www.iaea.org/books>

© الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠١٧
طبع من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية في النمسا
كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٧
STI/PUB/1751
ISBN 978-92-0-609317-7
ISSN 1996-7497

تصدير

بقلم يوكيا أمانو المدير العام

إن النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية يخوّل الوكالة "أن تضع أو تعتمد... معايير سلامة بقصد حماية الصحة والتقليل إلى أدنى حد من الأخطار على الأرواح والممتلكات" - وهي المعايير التي يجب أن تستخدمها الوكالة في عملياتها هي ذاتها، والتي يمكن للدول أن تطبّقها من خلال أحكامها الرقابية المتعلقة بالأمان النووي والإشعاعي. وتقوم الوكالة بذلك بالتشاور مع الأجهزة المختصة في الأمم المتحدة ومع الوكالات المتخصصة المعنية. ووضع مجموعة شاملة من المعايير ذات الجودة العالية وإخضاعها للاستعراض بصفة منتظمة، فضلاً عن مساعدة الوكالة في تطبيق تلك المعايير، إنما يشكّل عنصراً أساسياً لأي نظام عالمي مستقر ومستدام للأمان.

وقد بدأت الوكالة برنامجها الخاص بمعايير الأمان في عام ١٩٥٨. وأدى التركيز على الجودة والملاءمة للغرض والتحسين المستمر إلى استخدام معايير الوكالة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. وأصبحت سلسلة معايير الأمان تضم الآن مبادئ أساسية موحدة للأمان، تمثل توافقاً دولياً على ما يجب أن يشكّل مستوى عالياً من الحماية والأمان. وتعمل الوكالة، بدعم قوي من جانب لجنة معايير الأمان، على تعزيز قبول واستخدام معايير الأمان الخاصة بها على الصعيد العالمي.

والمعايير لا تكون فعالة إلا إذا ما طُبِّقت بشكل صحيح في الممارسة العملية. وتشمل خدمات الأمان التي تقدمها الوكالة التصميم، وتحديد المواقع والأمان الهندسي، والأمان التشغيلي، والأمان الإشعاعي، والنقل المأمون للمواد المشعة، والتصرف المأمون في النفايات المشعة، فضلاً عن التنظيم الحكومي، والمسائل الرقابية، وثقافة الأمان في المنظمات وخدمات الأمان المذكورة تساعد الدول الأعضاء في تطبيق المعايير وتنتج تقاسم خبرات ورؤى قيّمة.

إن تنظيم الأمان مسؤولية وطنية، وقد قرّرت العديد من الدول اعتماد معايير الوكالة لاستخدامها في لوائحها الوطنية. وبالنسبة للأطراف في الاتفاقيات الدولية المختلفة للأمان، توفّر معايير الوكالة وسيلة متنسقة وموثوقاً بها لضمان التنفيذ الفعال لالتزاماتها بموجب تلك الاتفاقيات. كما يتم تطبيق المعايير من جانب الهيئات الرقابية والمشغلين حول العالم لتعزيز الأمان في مجال توليد القوى النووية وفي التطبيقات النووية المتصلة بالطب والصناعة والزراعة والبحوث.

والأمان ليس غاية في حد ذاته وإنما هو شرط مسبق لغرض حماية الناس في جميع الدول وحماية البيئة - في الحاضر والمستقبل. ويجب تقييم المخاطر المرتبطة بالإشعاعات المؤيونة والسيطرة عليها دون الحد على نحو غير ملائم من مساهمة الطاقة النووية في التنمية العادلة والمستدامة. ويجب على الحكومات والهيئات الرقابية والمشغلين في كل مكان ضمان استخدام المواد النووية والمصادر الإشعاعية على نحو مفيد ومأمون وأخلاقي. وقد صُمّمت معايير الأمان الخاصة بالوكالة لتسهيل هذه الغاية، وأشجّع جميع الدول الأعضاء على الاستفادة منها.

معايير الأمان الصادرة عن

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

الخلفية

يمثل النشاط الإشعاعي ظاهرة طبيعية، كما أن مصادر الإشعاعات الطبيعية تعكس ملامح البيئة. وللإشعاعات والمواد المشعّة تطبيقات مفيدة كثيرة، يتراوح نطاقها بين توليد القوى والاستخدامات في مجالات الطب والصناعة والزراعة. ويجب تقدير حجم المخاطر الإشعاعية التي قد تهدد العاملين والجمهور والبيئة من جراء هذه التطبيقات، والسيطرة عليها إذا اقتضى الأمر.

ولذلك فإن أنشطة مثل الاستخدامات الطبية للإشعاعات، وتشغيل المنشآت النووية، وإنتاج المواد المشعّة ونقلها واستعمالها، والتصرف في النفايات المشعّة، كلها يجب إخضاعها لمعايير الأمان.

وتنظيم الأمان رقابياً ومسؤولية وطنية. بيد أن المخاطر الإشعاعية قد تتجاوز الحدود الوطنية؛ ومن شأن التعاون الدولي أن يعزز الأمان ويدعمه على النطاق العالمي، وذلك عن طريق تبادل الخبرات، وتحسين القدرات الكفيلة بالسيطرة على المخاطر ومنع الحوادث، إلى جانب التصدي للطوارئ والتخفيف من حدة ما قد ينجم عنها من عواقب وخيمة.

ويقع على الدول التزام ببذل العناية الواجبة، كما أن من واجبها توخي الحرص، ويُتوقع منها أن تفي بتعهداتها والتزاماتها الوطنية والدولية.

ومعايير الأمان الدولية توفر الدعم للدول في الوفاء بما عليها من التزامات بموجب المبادئ العامة للقانون الدولي، كتلك المتعلقة بحماية البيئة. كما أن لهذه المعايير أثرها في تعزيز وضمان الثقة في الأمان، فضلاً عن تيسير التجارة والتبادل التجاري على النطاق الدولي.

وثمة نظام عالمي للأمان النووي قيد العمل ويجري تحسينه بصورة مستمرة. وتشكّل معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، والتي تدعم تنفيذ الصكوك الدولية الملزمة والبنى الأساسية الوطنية للأمان، حجر الزاوية في هذا النظام العالمي. وتشكّل معايير الأمان الصادرة عن الوكالة أداة تقيّد الأطراف المتعاقدة في تقييم أدائها بموجب هذه الاتفاقيات الدولية.

معايير الأمان الصادرة عن الوكالة

تنبثق حالة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة من نظام الوكالة الأساسي الذي يأذن للوكالة بأن تضع أو تعتمد، بالتشاور مع الأجهزة المختصة في الأمم المتحدة ومع الوكالات المتخصصة المعنية، وبالتعاون معها عند الاقتضاء، معايير سلامة [معايير أمان] بقصد حماية الصحة والتقليل إلى أدنى حد من الأخطار على الأرواح والممتلكات، وأن تتخذ ترتيبات لتطبيق هذه المعايير.

وبهدف ضمان حماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارة الناتجة عن الإشعاعات المؤيئة، تحدّد معايير الأمان الصادرة عن الوكالة المبادئ والمتطلبات والتدابير الأساسية الخاصة بالأمان لمراقبة تعرّض الناس للإشعاعات ومراقبة انطلاق المواد المشعّة في البيئة، والحدّ من احتمال وقوع أحداث قد تفضي إلى فقدان السيطرة على قلب مفاعل نووي، أو تفاعل نووي متسلسل، أو مصدر مشعّ أو أي مصدر آخر من مصادر الإشعاعات، والتخفيف من حدّة العواقب المترتّبة على هذه الأحداث إذا ما قدر لها أن تقع. وتطبّق المعايير على المرافق والأنشطة التي تنشأ منها مخاطر إشعاعية، بما في ذلك المنشآت النووية، واستخدام المصادر الإشعاعية والمشعّة، ونقل المواد المشعّة، والتصرّف في النفايات المشعّة.

وتتشارك تدابير الأمان وتدابير الأمن¹ في هدف واحد هو حماية حياة البشر وصحتهم وحماية البيئة. ويجب أن تصمّم وتنفذ تدابير الأمان وتدابير الأمن بطريقة متكاملة بحيث لا تخلّ تدابير الأمن بالأمان ولا تخلّ تدابير الأمان بالأمن.

وتعكس معايير الأمان الصادرة عن الوكالة توافقاً دولياً في الآراء حول ماهية العناصر التي تشكّل مستوى عالياً من الأمان لحماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارة للإشعاعات المؤيئة. ويتم إصدار هذه المعايير ضمن سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، وهي تنقسم إلى ثلاث فئات (انظر الشكل ١).

أساسيات الأمان

تعرض أساسيات الأمان أهداف ومبادئ الحماية والأمان، وتوفّر الأساس الذي تقوم عليه متطلبات الأمان.

متطلبات الأمان

تحدّد مجموعة متكاملة ومتساوقة من متطلبات الأمان المتطلبات التي يجب استيفائها لضمان حماية الناس والبيئة، سواء في الوقت الحاضر أو في المستقبل. وتخضع المتطلبات لأهداف ومبادئ أساسيات الأمان. وإذا لم يتم استيفاء هذه المتطلبات، يجب اتخاذ تدابير لبلوغ أو استعادة مستوى الأمان المطلوب. وشكل المتطلبات وأسلوبها ييسّر ان استخدامها بشأن وضع إطار رقابي وطني على نحو متوائم. والمتطلبات، بما في ذلك المتطلبات 'الشاملة' المرقّمة، يُعبّر عنها بجمل تبدأ بفعل 'يلزم'. والعديد من المتطلبات ليست موجّهة إلى طرف محدد، بما يقتضي ضمناً مسؤولية الأطراف المختصة حيال الوفاء بها. والعديد من المتطلبات ليست موجّهة إلى طرف على وجه التحديد، بما يقتضي ضمناً مسؤولية الأطراف المختصة حيال الوفاء بها.

¹ انظر أيضاً المنشورات الصادرة في إطار سلسلة وثائق الأمن النووي الصادرة عن الوكالة.

أدلة الأمان

توفّر أدلة الأمان توصيات وإرشادات بشأن كيفية الامتثال لمتطلبات الأمان، بما يشير إلى توافق دولي في الآراء على ضرورة اتّخاذ التدابير الموصى بها (أو تدابير بديلة مكافئة لها). وتعرض أدلة الأمان الممارسات الدولية الجيدة وتعمل باطراد على تجسيد أفضل الممارسات من أجل مساعدة المستخدمين في سعيهم الدؤوب إلى تحقيق مستويات أمان رفيعة. ويُعبّر عن التوصيات الواردة في أدلة الأمان بعبارات تفيد بمعنى "ينبغي".



الشكل ١: الهيكل الطويل الأجل لسلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة

تطبيق معايير الأمان الصادرة عن الوكالة

الهيئات الرقابية وغيرها من السلطات الوطنية ذات الصلة هي المستخدمة الرئيسية لمعايير الأمان في الدول الأعضاء في الوكالة. وتستخدم معايير الأمان الصادرة عن الوكالة أيضاً من جانب منظمات مشاركة في الرعاية ومن جانب منظمات عديدة تقوم بتصميم وتشبيد وتشغيل مرافق نووية، بالإضافة إلى منظمات تُعنى باستخدام المصادر الإشعاعية والمشعة.

ومعايير الأمان الصادرة عن الوكالة قابلة للتطبيق، حسب الاقتضاء، طوال كامل عمر تشغيل المرافق والأنشطة جميعها – القائم منها والمستجد – المستخدمة للأغراض السلمية، كما تنطبق على الإجراءات الوقائية الهادفة إلى تقليص المخاطر الإشعاعية القائمة. ويمكن أن تستخدمها الدول كمرجع لها بشأن لوائحها الوطنية المتعلقة بالمرافق والأنشطة.

ونظام الوكالة الأساسي يجعل معايير الأمان مُلزِمة للوكالة فيما يخص عملياتها هي ذاتها ومُلزِمة أيضاً للدول فيما يخص العمليات التي تتم بمساعدة الوكالة.

كما تشكل معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الأساس لخدمات استعراض الأمان التي تضطلع بها الوكالة، وتستخدمها الوكالة فيما يدعم بناء الكفاءة، بما في ذلك وضع وتطوير المناهج التعليمية والدورات التدريبية ذات الصلة.

وتتضمن الاتفاقيات الدولية متطلبات مماثلة للمتطلبات المنصوص عليها في معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، فتجعلها مُلزِمة للأطراف المتعاقدة. ومعايير الأمان الصادرة عن الوكالة، مع استكمالها بالاتفاقيات الدولية ومعايير الصناعة ومتطلبات وطنية تفصيلية، ترسى أساساً متسقاً لحماية الناس والبيئة. وسيكون ثمة أيضاً بعض الجوانب الخاصة المتعلقة بالأمان تحتاج إلى إجراء تقييم بشأنها على المستوى الوطني. فعلى سبيل المثال، إن المقصود بالعديد من معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، لا سيما المعايير التي تتناول جوانب الأمان في عملية التخطيط أو التصميم، هو أن تنطبق في المقام الأول على المرافق والأنشطة الجديدة. وقد لا تُستوفى المتطلبات المحددة في معايير الأمان الصادرة عن الوكالة على نحو كامل في بعض المرافق القائمة التي تم بناؤها وفقاً لمعايير سابقة. وعلى فرادى الدول أن تتخذ قرارات بشأن الطريقة اللازم إتباعها في تطبيق معايير الأمان الصادرة عن الوكالة على تلك المرافق.

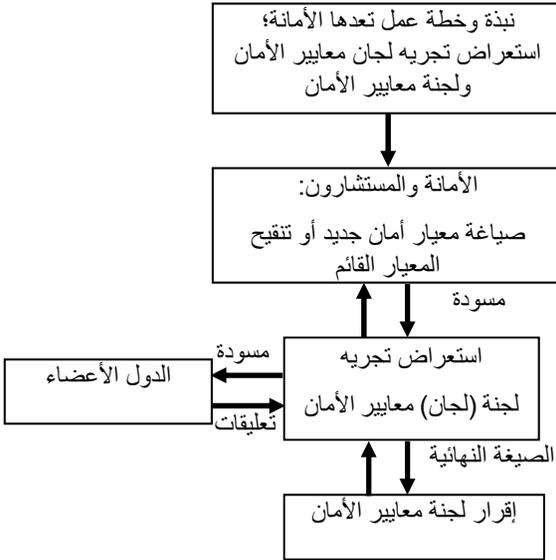
والاعتبارات العلمية التي تشكل أساس معايير الأمان الصادرة عن الوكالة توفر ركيزة موضوعية للقرارات المتعلقة بالأمان؛ بيد أنه يجب أيضاً على متخذي القرارات إصدار أحكام مستنيرة وتحديد السبيل الأمثل لموازنة المنافع التي يجلبها فعل أو نشاط ما مقابل ما يرتبط به من مخاطر إشعاعية وأي آثار ضارة أخرى يحدثها.

عملية وضع معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية

يشترك في إعداد واستعراض معايير الأمان كلٌّ من أمانة الوكالة وخمس لجان مختصة بمعايير الأمان، في مجالات التأهب والتصدي للطوارئ (لجنة معايير التأهب والتصدي للطوارئ) (اعتباراً من عام ٢٠١٦)، والأمان النووي (لجنة معايير الأمان النووي)، والأمان الإشعاعي (لجنة معايير الأمان الإشعاعي)، وأمان النفايات المشعة (لجنة معايير أمان النفايات)، والنقل المأمون للمواد المشعة (لجنة معايير أمان النقل)، ولجنة معنية بمعايير الأمان (لجنة معايير الأمان) تشرف على برنامج معايير أمان الوكالة (أنظر الشكل ٢).

ويجوز لجميع الدول الأعضاء في الوكالة تسمية خبراء للجان معايير الأمان، ولها أن تبدي تعليقات على مسودات المعايير. ويعيّن المدير العام أعضاء لجنة معايير الأمان، وهي تضم مسؤولين حكوميين كباراً ممن يُعهد إليهم بمسؤولية وضع معايير وطنية.

وأنشئ نظام إداري يُعنى بعمليات تخطيط معايير الأمان الصادرة عن الوكالة ووضعها واستعراضها وتنقيحها وإرساء العمل بها. وهو يعبّر عن ولاية الوكالة، والرؤية بشأن التطبيق المستقبلي للمعايير والسياسات والاستراتيجيات في مجال الأمان، والوظائف والمسؤوليات الموازية لذلك.



الشكل ٢: عملية استحداث معيار أمان جديد أو تنقيح معيار قائم.

التفاعل مع المنظمات الدولية الأخرى

عند وضع معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، تؤخذ بعين الاعتبار استنباطات لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري وتوصيات هيئات الخبراء الدولية، وفي مقدمتها اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات. وتوضع بعض معايير الأمان بالتعاون مع هيئات أخرى في منظومة الأمم المتحدة أو مع وكالات متخصصة أخرى، بما فيها منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية، ومنظمة الصحة العالمية.

تفسير النص

يجب أن تفسر المصطلحات المتصلة بالأمان على نحو تعريفها في مسرد مصطلحات الأمان الخاص بالوكالة (انظر الموقع:

<http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>).

وفيما يخص أدلة الأمان، تكون الحجية لصيغة النص المحررة باللغة الانكليزية.

ويرد في القسم ١، أي المقدمة، من كل منشور شرح لخلفية وسياق كل معيار في سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، وهدفه ونطاقه وهيكله.

أما المواد التي لا يوجد لها أي موضع ملائم في نص المتن (كالمواد الإضافية لنص المتن أو المنفصلة عنه، التي ترد على نحو داعم للعبارات الواردة في نص المتن، أو تصف أساليب الحساب أو الإجراءات أو الحدود والشروط) فيجوز عرضها في تذييلات أو مرفقات.

ويُعتبر أي تذييل، في حالة إدراجه، جزءاً لا يتجزأ من معيار الأمان. ويكون للمواد الواردة في تذييل ما نفس الوضع كنص المتن وتضطلع الوكالة بمسؤولية تأليف تلك المواد. وتستخدم المرفقات والحواشي التابعة للنص الأساسي، في حالة إدراجها، من أجل إعطاء أمثلة عملية أو توفير معلومات أو شروح إضافية. ولا تُعدّ المرافق والحواشي جزءاً لا يتجزأ من النص الأساسي. ومواد المرفقات التي تنشرها الوكالة لا تصدر بالضرورة من تأليف الوكالة ذاتها؛ ذلك أنه يجوز أن ترد مواد من تأليف جهات أخرى ضمن المرفقات بمعايير الأمان. والمواد الدخيلة التي ترد ضمن مرفقات تُقتبس ثم تواءم حسب الاقتضاء لتكون ذات فائدة على وجه العموم.

المحتويات

- ١ - ١ مقدمة..... ١
- ١ الخلفية (٣-١-١-١) ١
- ٢ الهدف (٥-١-٤-١) ٢
- ٢ النطاق (١١-١-٦-١) ٢
- ٤ الهيكل (١٢-١) ٤
- ٢ تطبيق الغاية من الأمان ومفاهيمه ومبادئه
المتعلقة بمرافق مفاعلات البحوث..... ٥
- ٥ لمحة عامة (١-٢) ٥
- ٥ غاية الأمان الأساسية (٣-٢-٢-٢) ٥
- ٦ مبادئ الأمان الأساسية (٥-٢-٤-٢) ٦
- ٨ الوقاية من الإشعاعات (٩-٢-٦-٢) ٨
- ٩ مفهوم الدفاع في العمق (١٤-٢-١٠-٢) ٩
- ١١ النهج المتدرج (١٧-٢-١٥-٢) ١١
- ٣ الإشراف الرقابي على مرافق مفاعلات البحوث..... ١٢
- ١٢ البنية الأساسية القانونية والرقابية (٣-٣-١-٣) ١٢
- ١٣ عملية التصريح (٥-٣-٤-٣) ١٣
- ١٤ المتطلب ١: تقرير تحليل أمان (١٢-٣-٦-٣) ١٤
- ١٦ التفتيش والإنفاذ (١٦-٣-١٣-٣) ١٦
- ٤ الإدارة من أجل الأمان، والتحقق من الأمان، لمرافق مفاعلات البحوث.... ١٧
- ١٧ المتطلب ٢: المسؤوليات في الإدارة من أجل الأمان (٣-٤-١-٤) ١٧
- ١٨ المتطلب ٣: سياسة الأمان (٦-٤-٤-٤) ١٨
- ١٩ النظام الإداري ١٩
- ١٩ المتطلب ٤: نظام الإدارة المتكامل (٢٠-٤-٧-٤) ١٩
- ٢٢ التحقق من الأمان ٢٢
- ٢٢ المتطلب ٥: تقييم الأمان (٢٦-٤-٢١-٤) ٢٢
- ٢٣ المتطلب ٦: لجنة الأمان (٢٧-٤) ٢٣
- ٥ تقييم مواقع مرافق مفاعلات البحوث (١٢-٥-١-٥) ٢٤
- ٦ تصميم مرافق مفاعل البحوث ٢٧

- لمحة عامة (٥-٦-١-٦) ٢٧
- المتطلبات التقنية الرئيسية ٢٨
- المتطلب ٧: وظائف الأمان الرئيسية (٧-٦-٦-٦) ٢٨
- المتطلب ٨: الوقاية من الإشعاعات (٨-٦) ٢٨
- المتطلب ٩: التصميم (١٢-٦-٩-٦) ٢٩
- المتطلب ١٠: تطبيق مفهوم الدفاع في (١٧-٦-١٣-٦) ٣٠
- المتطلب ١١: الجوانب المشتركة بين الأمان والأمن والنظام الحكومي لحصر ومراقبة المواد النووية ٣١
- المتطلب ١٢: استخدام النهج المتدرج (١٨-٦) ٣١
- المتطلب ١٣: الممارسات الهندسية المجربة (٢٤-٦-١٩-٦) ٣٢
- المتطلب ١٤: الترتيب لأعمال البناء (٢٦-٦-٢٥-٦) ٣٣
- المتطلب ١٥: السمات الرامية إلى تسهيل التصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة (٢٨-٦-٢٧-٦) ٣٣
- المتطلبات العامة المتعلقة بالتصميم ٣٤
- المتطلب ١٦: تصنيف أمان الهياكل والنظم والمكونات (٣٢-٦-٢٩-٦) ٣٤
- المتطلب ١٧: أساس تصميم المفردات ذات الأهمية للأمان (٣٤-٦-٣٣-٦) ٣٥
- المتطلب ١٨: الأحداث البائدة الافتراضية (٤٤-٦-٣٥-٦) ٣٥
- المتطلب ١٩: المخاطر الداخلية والخارجية (٥٧-٦-٤٥-٦) ٣٧
- المتطلب ٢٠: الحوادث المحتاط لها في التصميم (٦٢-٦-٥٨-٦) ٤٠
- المتطلب ٢١: حدود التصميم (٦٣-٦) ٤١
- المتطلب ٢٢: ظروف تمديد التصميم (٦٩-٦-٦٤-٦) ٤١
- المتطلب ٢٣: سمات الأمان الهندسية (٧٢-٦-٧٠-٦) ٤٣
- المتطلب ٢٤: عولية المفردات المهمة للأمان (٧٥-٦-٧٣-٦) ٤٤
- المتطلب ٢٥: معيار العطل المفرد (٧٩-٦-٧٦-٦) ٤٥
- المتطلب ٢٦: الأعطال ذات السبب المشترك (٨٠-٦) ٤٥
- المتطلب ٢٧: الفصل المادي واستقلال نظم الأمان ٤٦
- المتطلب ٢٨: التصميم المأمون في حالات الأعطال (٨١-٦) ٤٦
- المتطلب ٢٩: تأهيل المفردات المهمة للأمان (٨٤-٦-٨٢-٦) ٤٦
- المتطلب ٣٠: التصميم للإدخال في الخدمة (٨٥-٦) ٤٧
- المتطلب ٣١: معايرة واختبار وصيانة وإصلاح واستبدال وتفتيش ورصد المفردات المهمة للأمان (٨٩-٦-٨٦-٦) ٤٧
- المتطلب ٣٢: التصميم من أجل التأهب والتصدي للطوارئ

- ٤٨ (٩١-٦-٩٠-٦)
- المتطلب ٣٣: التصميم من أجل الإخراج من الخدمة (٩٣-٦-٩٢-٦) ٤٩
- المتطلب ٣٤: التصميم من أجل الوقاية من الإشعاعات (١٠٢-٦-٩٤-٦) ٤٩
- المتطلب ٣٥: التصميم من أجل الأداء الأمثل للمشغل (١٠٧-٦-١٠٣-٦) ٥١
- المتطلب ٣٦: الترتيب للاستخدام والتعديل المؤمنين (١١١-٦-١٠٨-٦) ٥٢
- المتطلب ٣٧: التصميم من أجل إدارة التقادم (١١٤-٦-١١٢-٦) ٥٣
- المتطلب ٣٨: الترتيب لفترات الإغلاق الطويلة (١١٥-٦) ٥٤
- المتطلب ٣٩: منع الوصول غير المصرح به إلى المفردات المهمة للأمان
أو التدخل فيها (١١٦-٦) ٥٤
- المتطلب ٤٠: منع التفاعلات المدمرة أو الضارة بين النظم المهمة للأمان
(١١٧-٦-١١٨-٦) ٥٤
- المتطلب ٤١: تحليل أمان التصميم (١٢٥-٦-١١٩-٦) ٥٥
- المتطلبات المحددة للتصميم ٥٧
- المتطلب ٤٢: المباني والهياكل (١٢٧-٦-١٢٦-٦) ٥٧
- المتطلب ٤٣: وسائل الاحتجاز (١٣٧-٦-١٢٨-٦) ٥٧
- المتطلب ٤٤: قلب المفاعل وتصميم الوقود (١٤٥-٦-١٣٨-٦) ٥٩
- المتطلب ٤٥: توفير التحكم في التفاعلية (١٤٩-٦-١٤٦-٦) ٦٠
- المتطلب ٤٦: نظم إغلاق المفاعل (١٥٥-٦-١٥٠-٦) ٦١
- المتطلب ٤٧: تصميم نظم مبرّد المفاعل والنظم المتصلة به
(١٥٦-٦-١٦٣-٦) ٦٢
- المتطلب ٤٨: تبريد قلب المفاعل في حالات الطوارئ
(١٦٤-٦-١٦٦-٦) ٦٣
- المتطلب ٤٩: توفير نظم الأجهزة والتحكم (١٧١-٦-١٦٧-٦) ٦٤
- المتطلب ٥٠: نظام حماية المفاعل (١٨١-٦-١٧٢-٦) ٦٥
- المتطلب ٥١: عولية نظم القياس والتحكم وقابليتها للاختبار
(١٨٢-٦-١٨٣-٦) ٦٦
- المتطلب ٥٢: استخدام المعدات الحاسوبية في النظم المهمة للأمان
(١٨٤-٦) ٦٧
- المتطلب ٥٣: غرفة التحكم (١٨٧-٦-١٨٥-٦) ٦٨
- المتطلب ٥٤: غرفة التحكم التكميلية (١٨٨-٦) ٦٨
- المتطلب ٥٥: مرافق التصدي للطوارئ في الموقع (١٨٩-٦) ٦٩
- إمدادات القوى الكهربائية ٦٩
- المتطلب ٥٦: نظم إمدادات القوى الكهربائية (١٩٢-٦-١٩٠-٦) ٦٩

٧٠	.....	المتطلب ٥٧: نظم الوقاية من الإشعاعات (١٩٤-٦-١٩٣-٦)
		المتطلب ٥٨: نظم مناولة عناصر الوقود وقلب المفاعل و تخزينها
٧١	.....	(٢٠٠-٦-١٩٥-٦)
٧٢	.....	المتطلب ٥٩: نظم النفايات المشعة (٢٠٣-٦-٢٠١-٦)
٧٢	.....	المتطلب ٦٠: أداء النظم الداعمة والاحتياطية (٢٠٤-٦)
٧٣	.....	المتطلب ٦١: نظم الحماية من الحريق (٢٠٩-٦-٢٠٥-٦)
٧٣	.....	المتطلب ٦٢: نظم الإضاءة
٧٤	.....	المتطلب ٦٣: معدات الرفع (٢١٠-٦)
٧٤	.....	المتطلب ٦٤: نظم تكييف الهواء ونظم التهوية (٢١١-٦)
٧٥	.....	المتطلب ٦٥: نظم الهواء المضغوط
٧٥	.....	المتطلب ٦٦: أجهزة التجارب (٢١٤-٦-٢١٢-٦)
٧٦	.....	تشغيل مرافق مفاعلات البحوث
٧٦	.....	الأحكام التنظيمية
٧٦	.....	المتطلب ٦٧: مسؤوليات المنظمة المشغلة (٩-٧-١-٧)
٧٩	.....	المتطلب ٦٨: هيكل المنظمة المشغلة ووظائفها (١٢-٧-١٠-٧)
٧٩	.....	المتطلب ٦٩: العاملون المختصون بالتشغيل (٢٧-٧-١٣-٧)
		المتطلب ٧٠: تدريب العاملين وإعادة تدريبهم وتأهيلهم
٨٢	.....	(٣١-٧-٢٨-٧)
٨٣	.....	المتطلب ٧١: الحدود والشروط التشغيلية (٤٣-٧-٣٢-٧)
٨٥	.....	المتطلب ٧٢: أداء الأنشطة المتصلة بالأمان (٤٦-٧-٤٤-٧)
٨٥	.....	الإدخال في الخدمة
٨٥	.....	المتطلب ٧٣: برنامج الإدخال في الخدمة (٥٦-٧-٤٧-٧)
٨٨	.....	المتطلب ٧٤: إجراءات التشغيل (٦٢-٧-٥٧-٧)
		المتطلب ٧٥: غرف التحكم الرئيسية وغرفة التحكم التكميلية ومعدات التحكم
٨٩	.....	(٦٥-٧-٦٣-٧)
٩٠	.....	المتطلب ٧٦: الظروف المادية والعناية بالأماكن (٦٧-٧-٦٦-٧)
٩٠	.....	المتطلب ٧٧: الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش (٧٦-٧-٦٨-٧)
٩٢	.....	المتطلب ٧٨: إدارة قلب المفاعل ومناولة الوقود (٨٤-٧-٧٧-٧)
٩٤	.....	المتطلب ٧٩: الأمان من الحريق (٨٧-٧-٨٥-٧)
٩٤	.....	المتطلب ٨٠: الأمان غير المتصل بالإشعاعات (٨٨-٧)
٩٥	.....	المتطلب ٨١: التأهب للطوارئ (٩٣-٧-٨٩-٧)
٩٦	.....	المتطلب ٨٢: السجلات والتقارير (٩٧-٧-٩٤-٧)
٩٧	.....	المتطلب ٨٣: استخدام مفاعل البحوث وتعديله (١٠٦-٧-٩٨-٧)

المتطلب ٨٤: برنامج الوقاية من الإشعاعات (٧-١٠٧-٧-١١٤).....	٩٨
المتطلب ٨٥: التصرف في النفايات المشعة (٧-١١٥-٧-١١٩).....	١٠٠
المتطلب ٨٦: إدارة التقادم (٧-١٢٠-٧-١٢٢).....	١٠١
المتطلب ٨٧: الإغلاق الممتد (٧-١٢٣-٧-١٢٥).....	١٠٢
المتطلب ٨٨: التعقيبات بشأن الخبرات التشغيلية (٧-١٢٦-٧-١٢٩).....	١٠٣
٨- الإعداد لإخراج مفاعل البحوث من الخدمة.....	١٠٤
المتطلب ٨٩: خطة الإخراج من الخدمة (٨-٨-١-٨).....	١٠٤
٩- الجوانب المشتركة بين الأمان والأمن لمفاعل البحوث.....	١٠٥
المتطلب ٩٠: الجوانب المشتركة بين الأمان النووي والأمن النووي (٨-٩-١-٩).....	١٠٥
التذييل الأول: أحداث بادنة افتراضية مختارة لمفاعلات البحوث.....	١٠٧
التذييل الثاني: الجوانب التشغيلية التي تستحق اهتماماً خاصاً لمفاعلات البحوث.....	١١١
المراجع.....	١١٣
المرفق الأول: وظائف أمان مختارة لمفاعلات البحوث.....	١١٧
المرفق الثاني: لمحة عامة عن تطبيق متطلبات الأمان على المجمعات دون الحرجة.....	١١٩
التعريف.....	١٢١
المساهمون في الصياغة والاستعراض.....	١٢٣

١- مقدمة

الخلفية

١-١- يحلّ هذا المنشور محلّ منشور متطلبات الأمان بشأن أمان مفاعلات البحوث،^١ الذي صدر في عام ٢٠٠٥ في العدد NS-R-4 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة. وقد أخذ في الاعتبار العدد SF-1 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة والمعنون "مبادئ الأمان الرئيسية" [١] والذي نُشر في عام ٢٠٠٦. والقصد من متطلبات الأمان النووي هو ضمان أعلى مستوى من الأمان يكون من المعقول أن يتسنى تحقيقه لحماية العمال وغيرهم من العاملين في الموقع، وحماية الجمهور والبيئة، من الآثار الضارة للإشعاع المؤيّن الناشئ من المرافق النووية. ومن المسلم به أن التكنولوجيا والمعارف العلمية تتقدم، وأن النظر في الأمان النووي وفي مدى ملائمة الحماية من مخاطر الإشعاعات يتعين أن يكون في سياق الحالة الراهنة للمعرفة. وسوف تتغير متطلبات الأمان مع مرور الوقت؛ وهذا المنشور بشأن متطلبات الأمان يجسد توافق الآراء الدولي الحالي.

٢-١- ويقرر هذا المنشور الخاص بمتطلبات الأمان المتعلقة بجميع المجالات الهامة لأمان مفاعلات البحوث، مع تركيز خاص على المتطلبات الخاصة بالتصميم والتشغيل.^٢

٣-١- وهناك عدد من متطلبات أمان مفاعلات البحوث النووية التي هي نفس متطلبات أمان مفاعلات القوى النووية أو مماثلة لها. وبالنظر إلى الاختلافات الهامة بين مفاعلات القوى ومفاعلات البحوث، وبين الأنواع المختلفة من مفاعلات البحوث^٣، بما يشمل المجمععات الحرجة والمجمععات دون الحرجة، ينبغي أن تُطبق هذه المتطلبات وفقاً للمخاطر المحتملة المرتبطة بالمفاعل، باستخدام نهج تدريجي (انظر الفقرات من

^١ الوكالة الدولية للطاقة الذرية، أمان مفاعلات البحوث، العدد NS-R-4 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠٠٥).

^٢ تشمل المجالات الهامة لأمان مفاعلات البحوث جميع الأنشطة التي تؤدّى لتحقيق الغرض الذي تم من أجله تصميم مفاعل البحوث النووية وبنائه أو تعديله. ويتضمن ذلك ما يلي: الصيانة والاختبار والتفتيش؛ والتعامل مع الوقود ومع المواد المشعة (بما في ذلك إنتاج النظائر المشعة)؛ وتركيب أجهزة التجارب واختبارها وتشغيلها؛ واستخدام الحزم النيوترونية؛ وأعمال البحث والتطوير والتعليم والتدريب باستخدام نظم مفاعلات البحوث؛ وما يرتبط بذلك من أنشطة أخرى.

^٣ مفاعل البحوث هو مفاعل نووي يُستخدم أساساً لتوليد تدفقات نيوترونية وإشعاعات مؤيّنّة واستخدامها لأغراض البحوث ولأغراض أخرى، ويشمل ذلك المرافق التجريبية المرتبطة بالمفاعل ومرافق خزن المواد المشعة ومناولتها ومعالجتها التي توجد في نفس الموقع وترتبط ارتباطاً مباشراً بتشغيل مفاعل البحوث تشغيلاً مأموناً. كما يشمل المرافق التي تسمى عادة المجمععات الحرجة والمجمععات دون الحرجة.

١٥-٢ إلى ١٧-٢ والعدد SSG-22 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، استخدام نهج متدرّج في تطبيق متطلبات أمان مفاعلات البحوث [٢].

الهدف

٤-١- الهدف الرئيسي من هذا المنشور الخاص بمتطلبات الأمان هو تهيئة أساس للأمان ولتقييم الأمان لجميع المراحل في عمر مفاعل البحوث، عن طريق وضع المتطلبات بشأن الجوانب المتعلقة بالإشراف الرقابي، والإدارة فيما يتعلق بالأمان، وتقييم الموقع، والتصميم، والصنع، والبناء، والإدخال في الخدمة، والتشغيل، بما فيه الاستخدام والتعديل، والتخطيط للإخراج من الخدمة.

٥-١- وتُقرّر المتطلبات التقنية والإدارية لأمان مفاعلات البحوث وفقاً لهذا الهدف. والمقصود من هذا المنشور هو أن تستخدمه المنظمات الصالعة في تصميم مفاعلات البحوث وصنعها وبنائها وتشغيلها وتعديلها وصيانتها وإخراجها من الخدمة، وفي تحليل الأمان والتحقق منه واستعراضه، وفي تقديم الدعم التقني، وكذلك أن تستخدمه الهيئات الرقابية.

النطاق

٦-١- تنطبق متطلبات الأمان المقررة في هذا المنشور على تقييم مواقع مفاعلات البحوث، بما فيها المجمعات الحرجة ودون الحرجة، وتصميمها وصنعها وبنائها وإدخالها في الخدمة وتشغيلها، بما في ذلك استخدامها وتعديلها، وإخراجها من الخدمة. كما أن متطلبات الأمان المقررة في هذا المنشور تنطبق، بقدر الإمكان، على مفاعلات البحوث القائمة.

٧-١- ولأغراض هذا المنشور، يُقصد بمفاعل البحوث المفاعل النووي (بما في ذلك المجمعات الحرجة ودون الحرجة) المستخدم للبحوث النووية ولتوليد واستخدام الإشعاعات لأغراض البحوث وأغراض أخرى. ويستبعد هذا التعريف المفاعلات النووية المستخدمة لإنتاج الكهرباء أو دفع السفن أو تحلية المياه أو تدفئة الأحياء.

^٤ منطقة الموقع، في هذا السياق، هي المنطقة الجغرافية التي تحتوي على مرفق مرخص أو نشاط مرخص أو مصدر إشعاعي مرخص، والتي يمكن فيها لإدارة المرفق المرخص أو النشاط المرخص البدء مباشرة في إجراءات الطوارئ. وحدود الموقع هي محيط منطقة الموقع.

ويشمل المصطلح قلب المفاعل، والمصادر المشعة المستخدمة، وأجهزة التجارب^٥، وجميع النظم اللازمة لتشغيلها، والمنشآت التي يديرها المرفق وتحتوي على مواد نووية (مشعّة أو غير مشعّة)، ومرافق إدارة النفايات المشعة، وجميع المرافق الأخرى ذات الصلة بالمفاعل أو بمرافق وأجهزة التجارب المرتبطة به الموجودة في موقع المفاعل.

٨-١- وقد تتطلب مفاعلات البحوث ذات مستويات القوى التي تزيد على عدة عشرات من الميغاواط، والمفاعلات السريعة، والمفاعلات التي تستخدم أجهزة تجارب مثل حلقات الضغط العالي والحرارة العالية، والمصادر النيوترونية الباردة أو الساخنة، تطبيق معايير تكيفية أو حتى تطبيق متطلبات تخص أمان مفاعلات القوى و/أو تدابير أمان إضافية (مثلاً في حالة المفاعلات التي تُستخدم لاختبار المواد الخطرة). وبالنسبة للمرافق التي من هذه الأنواع، يلزم أن تقترح المنظمة المشعّة المتطلبات (والمعايير الهندسية) التي ينبغي تطبيقها، ومدى تطبيقها، وأي تدابير أمان إضافية قد يلزم اتخاذها، وأن يكون ما يُقترح خاضعاً لموافقة الهيئة الرقابية. ولا تدخل المفاعلات المتجانسة والمفاعلات المدفوعة بالمعجلات في نطاق هذا المنشور.

٩-١- وتطبّق جميع المتطلبات المقررة هنا، ما لم يكن بالوسع، فيما يخص مفاعل بحوث معين أو مجموعة حرجة معينة أو مجموعة دون حرجة معينة، تبرير جواز أن يكون تطبيق متطلبات معينة متدرجاً. وتحدّد كل حالة يكون فيها تطبيق المتطلبات متدرجاً، مع مراعاة طبيعة المخاطر التي يشكلها المرفق المعين والأنشطة التي تُجرى والحجم المحتمل لتلك المخاطر والأنشطة. ولن يشار فيما يلي إلى المجموعات دون الحرجة على حدة إلا إذا لم تكن لمتطلب معين صلة بالموضوع أو كان المتطلب لا ينطبق إلا على المجموعات دون الحرجة. وتبيّن الفقرة ٢-١٧ العوامل التي ينبغي النظر فيها لدى البت فيما إن كان يجوز تطبيق متطلبات معينة مقررة هنا تطبيقاً تدريجياً.

١٠-١- ولا يتناول هذا المنشور ما يلي:

(أ) المتطلبات المتناولة على وجه التحديد في منشورات متطلبات الأمان الأخرى الصادرة عن الوكالة (مثلاً، المراجع [٣ إلى ٧])؛

^٥ لأغراض هذا المعيار الخاص بالأمان، يشمل مصطلح أجهزة التجارب الأجهزة المركبة في المفاعل أو حوله من أجل استخدام ما ينتج من المفاعل من تدفق نيوتروني وإشعاعات مؤيَّنة لأغراض البحوث والتصوير أو إنتاج النظائر أو أي غرض آخر.

(ب) المسائل المتعلقة بالأمن النووي (ما عدا الجوانب المشتركة بين الأمان النووي والأمن النووي، المتناولة في القسم ٩) أو بنظام الدولة لحصر المواد النووية ومراقبتها؛

(ج) مسائل الأمان الصناعي التقليدية التي لا يمكن أن تؤثر تحت أي ظرف من الظروف على أمان مفاعل البحوث؛

(د) الآثار غير الإشعاعية الناجمة عن تشغيل مرفق مفاعل البحوث.

١-١-١- وينبغي أن تُفهم المصطلحات الواردة في هذا المنشور بحسب تعريفها وشرحها في مسرد مصطلحات الأمان الصادر عن الوكالة [٨]، ما لم يُنص هنا على خلاف ذلك (انظر التعاريف).

الهيكل

١-٢-١- يتبع هذا المنشور الخاص بمتطلبات الأمان العلاقة بين هدف الأمان ومبادئ الأمان، وبين المتطلبات الخاصة بوظائف الأمان النووي ومعايير التصميم والمعايير التشغيلية للأمان. وهو يتألف من تسعة أقسام وتذييلين ومرفقين. فالقسم ٢، الذي يستند إلى الوثيقة SF-1 [١]، يعرض الأهداف والمفاهيم والمبادئ العامة لأمان المنشآت النووية، مع التشديد على جوانب الأمان الإشعاعي والأمان النووي في مفاعلات البحوث. ويتناول القسم ٣، الذي يستند إلى العدد 1 (Rev. 1) GSR Part 1 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، الإطار الحكومي والقانوني والرقابي للأمان [٣]، المتطلبات العامة المتعلقة بالبنية التحتية القانونية والرقابية، من حيث صلتها بمفاعلات البحوث. ويتناول القسم ٤ المتطلبات المتعلقة بالمواضيع المتصلة بإدارة الأمان والتحقق من الأمان. ويستند هذا القسم إلى العدد 2 GSR Part 2 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، القيادة والإدارة فيما يتعلق بالأمان [٤]. ويقرر القسم ٥ المتطلبات المتعلقة بتقييم واختيار موقع مفاعل البحوث، ويتناول تقييم المواقع الجديدة ومواقع مفاعلات البحوث القائمة. ويستند هذا القسم إلى العدد 3 (Rev. 1) NS-R-3 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، تقييم مواقع المنشآت النووية [٥]. ويقرر القسم ٦ متطلبات التصميم المأمون لجميع أنواع مفاعلات البحوث، مع مراعاة الاعتبارات المذكورة في الفقرتين ٨-١ و ٩-١. وتم ضمان الاتساق مع منشور متطلبات الأمان المعني بنفس الموضوع فيما يخص محطات القوى النووية، العدد 1 (Rev.1) SSR-2/1 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، أمان محطات القوى النووية: التصميم [٩]. ويقرر القسم ٧ متطلبات التشغيل المأمون لمفاعلات البحوث، بما في ذلك الإدخال في الخدمة، والصيانة، والاستخدام، والتعديل. وبالمثل تم ضمان الاتساق مع منشور متطلبات الأمان

المتعلق بالموضوع نفسه فيما يخص محطات الطاقة النووية، العدد SSR-2/2 (Rev. 1) من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، أمان محطات القوى النووية: الإدخال في الخدمة والتشغيل [١٠]. ويقرر القسم ٨ متطلبات التحضير لإخراج مفاعلات البحوث من الخدمة على نحو مأمون، استناداً إلى العدد GSR Part 6 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة: إخراج المرافق من الخدمة [١١]، في حين يقرر القسم ٩ المتطلبات المتعلقة بالجوانب المشتركة بين الأمان والأمن. وترد في التذييل الأول قائمة بالأحداث البادئة الافتراضية المختارة التي ينبغي النظر فيها لدى تحليل أمان مفاعل البحوث. أما التذييل الثاني فيتناول الجوانب التشغيلية التي تتطلب النظر فيها بشكل خاص. ويسرد المرفق الأول قائمة بوظائف أمان مختارة من نظم أمان مفاعلات البحوث وبنود أخرى متعلقة بالأمان يشتمل عليها عادة تصميم مفاعل البحوث. ويقدم المرفق الثاني لمحة عامة عن تطبيق متطلبات الأمان على المجمعات دون الدرجة.

٢- تطبيق الغاية من الأمان ومفاهيمه ومبادئه المتعلقة بمرافق مفاعلات البحوث

لمحة عامة

٢-١- تقرر الوثيقة SF-1 [١] غاية الأمان الأساسية وعشرة مبادئ أمان أساسية توفر الأساس لمتطلبات وتدابير حماية الناس والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع المؤيّن وأمان المرافق والأنشطة التي تنشأ منها مخاطر الإشعاعات.

غاية الأمان الأساسية

٢-٢- تتمثل غاية الأمان الأساسية في حماية الناس والبيئة من الآثار الضارة للإشعاعات المؤيّنة. ويتعين تحقيق غاية الأمان الأساسية هذه، وتطبيق مبادئ الأمان العشرة، دون تقييد غير مبرّر لتشغيل المرافق أو القيام بأنشطة تنشأ منها مخاطر إشعاعية. ولضمان تشغيل المرافق والاضطلاع بالأنشطة بحيث يتم تحقيق أعلى معايير الأمان التي يكون من المعقول بلوغها، يتعين اتخاذ تدابير من أجل ما يلي (انظر الفقرة ٢-١ من الوثيقة SF-1 [١]):

"(أ) التحكم في تعريض البشر لإشعاعات وفي إطلاق مواد مشعة إلى البيئة؛

- (ب) تقليص احتمال وقوع أحداث قد تفضي إلى فقدان السيطرة على قلب مفاعل نووي، أو تفاعل نووي متسلسل، أو مصدر مشع، أو أي مصدر آخر للإشعاع؛
- (ج) التخفيف من حدة الآثار المترتبة على مثل هذه الأحداث إذا قُدِّر لها أن تقع."

٣-٢- تتصُّ الفقرة ٢-٢ من الوثيقة SF-1 [١] على ما يلي:

"وتنطبق غاية الأمان الجوهرية على كل المرافق والأنشطة، وعلى جميع المراحل طوال عمر مرفق أو مصدر إشعاعي ما، بما في ذلك التخطيط، واختيار الموقع، والتصميم، والتصنيع، والتشييد والإدخال في الخدمة والتشغيل، فضلاً عن الإخراج من الخدمة والإغلاق. ويشمل ذلك العمليات المرتبطة بنقل المواد المشعة والتصرف في النفايات المشعة".

مبادئ الأمان الأساسية

٤-٢- تتصُّ الفقرة ٣-٢ من الوثيقة SF-1 [١] على ما يلي:

"وقد صيغت عشرة مبادئ للأمان، توضع على أساسها متطلبات أمان وتُنَفَّذ بمقتضاها تدابير أمان سعياً إلى بلوغ غاية الأمان الجوهرية. وتشكل مبادئ الأمان مجموعة قابلة للتطبيق برمتها؛ ورغم أن المبادئ المختلفة قد تتفاوت أهميتها بالزيادة أو النقصان في الممارسة العملية قياساً على ظروف معينة، فإنه يلزم تطبيق المبادئ ذات الصلة جميعها تطبيقاً ملائماً".

٥-٢- وتُستمد المتطلبات الواردة في هذا المنشور من غاية الأمان الجوهرية المتمثلة في حماية الناس والبيئة، ومن مبادئ الأمان ذات الصلة [١]:

المبدأ ١: المسؤولية عن الأمان

يجب أن تقع المسؤولية الرئيسية عن الأمان على عاتق الشخص المسؤول، أو المنظمة^٦ المسؤولة، عن المرافق والأنشطة المسببة لمخاطر إشعاعية.

المبدأ ٢: دور الحكومة

^٦ بالنسبة لمرافق معامل البحوث، تكون هذه المنظمة هي المنظمة المشغلة.

يجب وضع وتعزيز إطار قانوني وحكومي فعال للأمان، يشمل هيئة رقابية مستقلة.

المبدأ ٣: القيادة والإدارة لأغراض الأمان

يجب إرساء وتعزيز مهارات القيادة والإدارة الفعالة لأغراض الأمان في المنظمات المعنية بالمخاطر الإشعاعية وفي المرافق والأنشطة المسببة لها.

المبدأ ٤: تبرير المرافق والأنشطة

المرافق والأنشطة المسببة لمخاطر إشعاعية يجب أن تعود بنفع عام.

المبدأ ٥: التحسين الأمثل للوقاية

يجب تحسين الوقاية بالشكل الأمثل لتوفير أعلى مستوى من الأمان يمكن تحقيقه بدرجة معقولة.

المبدأ ٦: الحد من المخاطر التي تهدد الأفراد

يجب أن تضمن تدابير السيطرة على المخاطر الإشعاعية عدم تعرض أي فرد لخطر أذى غير مقبول.

المبدأ ٧: حماية أجيال اليوم والغد

يجب حماية الناس والبيئة، الآن ومستقبلاً، من المخاطر الإشعاعية.

المبدأ ٨: منع وقوع الحوادث

يجب بذل كافة الجهود الممكنة عملياً لتجنب وقوع الحوادث النووية أو الإشعاعية والتخفيف من حدتها.

المبدأ ٩: التأهب للطوارئ والتصدي لها

يجب اتخاذ ترتيبات للتأهب للطوارئ والتصدي لها فيما يخص الحوادث النووية أو الإشعاعية.

المبدأ ١٠: الإجراءات الوقائية الرامية إلى تقليص المخاطر الإشعاعية القائمة أو غير الخاضعة للرقابة

يجب أن تكون الإجراءات الوقائية الرامية إلى تقليص المخاطر الإشعاعية القائمة أو غير الخاضعة للرقابة مبررة وعند مستواها الأمثل.

وتُطبق المتطلبات المستمدة من هذه المبادئ للحد من مخاطر الإشعاع على العمال وغيرهم من العاملين والجمهور والبيئة والسيطرة عليها.

الوقاية من الإشعاعات

٦-٢ - من أجل تلبية مبادئ الأمان، يلزم، فيما يتعلق بجميع الأحوال التشغيلية لمفاعل البحوث وأي أنشطة مرتبطة به، بما في ذلك التجارب، الإبقاء على الجرعات الناتجة من التعرض للإشعاعات داخل مرفق مفاعل البحوث، أو التعرض الناتج من أي تسرب إشعاعي مخطط له، دون حدود الجرعة، والإبقاء عليها عند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه (يلزم تحسين الحماية والأمان إلى المستوى الأمثل [٧]).

٧-٢ - ولتطبيق مبادئ الأمان، مطلوب أيضاً أن تصمّم مفاعلات البحوث وتشغّل بحيث يتم إبقاء جميع مصادر الإشعاع تحت رقابة تقنية وإدارية صارمة. بيد أن هذه المبادئ لا تمنع حالات التعرض المحدودة أو إطلاق كميات مرخص بها من المواد المشعة إلى البيئة من مرفق مفاعل البحوث في الأحوال التشغيلية. والمطلوب أن تخضع هذه التعرضات والإطلاقات المشعة لرقابة صارمة وأن تُسجّل وتُبقى منخفضة في حدود أدنى المستويات التي يكون من المعقول تحقيقها، امتثالاً للحدود الرقابية والتشغيلية وكذلك متطلبات الوقاية من الإشعاعات.

٨-٢ - وعلى الرغم من اتخاذ تدابير لجعل التعرض للإشعاعات، في جميع الأحوال التشغيلية، في حدود أدنى المستويات التي يكون من المعقول تحقيقها، وللتقليل إلى الحد الأدنى من احتمال وقوع حادث يمكن أن يؤدي إلى فقدان السيطرة العادية على مصدر الإشعاعات، فإنه سيبقى احتمال، وإن يكن منخفضاً جداً، بأن يقع حادث. ولذلك تطبق ترتيبات طارئة لضمان تخفيف الآثار الإشعاعية لأي حادث قد يقع. وتشمل تلك التدابير والترتيبات ما يلي: سمات الأمان الهندسية؛ وسمات الأمان الخاصة بظروف تمديد التصميم؛ وخطط وإجراءات الطوارئ في الموقع التي تقررها المنظمة المشغّلة؛ وربما أيضاً تدابير التدخل الطارئ خارج الموقع التي تتخذها السلطات المختصة عملاً بالعدد 7 GSR Part من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، التأهب للطوارئ النووية أو الإشعاعية والتصدي لها [٦].

٩-٢ - وتعتمد فلسفة الأمان المتبعة للوفاء بالمبادئ المبينة في الوثيقة SF-1 [١] على مفهوم الدفاع في العمق وعلى اعتماد تدابير لإدارة الأمان والتحقق منه على مدى العمر

الكامل لمرفق مفاعل البحوث. وتتناول فلسفة الأمان الوسائل التي تدعم بها المنظمة الأفراد والجماعات لأداء مهامهم بأمان، مع أخذ التفاعلات بين الجوانب البشرية والتكنولوجية والتنظيمية في الاعتبار.

مفهوم الدفاع في العمق

١٠-٢ - تطبيق مفهوم الدفاع في العمق هو الوسيلة الرئيسية لمنع وقوع الحوادث في مرفق مفاعل البحوث والتخفيف من آثار الحوادث في حال وقوعها. ويتم تطبيق هذا المفهوم على جميع الأنشطة المتعلقة بالأمان، سواء التنظيمية أم السلوكية أم التصميمية، في جميع الأحوال التشغيلية.

١١-٢ - ويوفّر تطبيق مفهوم الدفاع في العمق طوال مراحل التصميم والتشغيل حماية من الوقائع التشغيلية المنتظرة والحوادث، بما فيها تلك الناتجة من أعطال المعدات أو من التصرفات البشرية غير السليمة داخل المنشأة، والأحداث الناشئة من المخاطر الخارجية.

١٢-٢ - ويوفّر تطبيق مفهوم الدفاع في العمق في تصميم مفاعل البحوث سلسلة من المستويات الدفاعية (تستند إلى السمات المتأصلة والمعدات والإجراءات) ترمي إلى منع وقوع الحوادث، وكفالة حماية ملائمة للناس والبيئة من الآثار الضارة للإشعاعات، والتخفيف من العواقب في حال وقوع حادث. وتنص الفقرة ٣-٣١ من الوثيقة SF-1 [١] على ما يلي: "وتشكل الفعالية المستقلة لمستويات الدفاع المختلفة عنصراً ضرورياً من عناصر الدفاع في العمق". بيد أن مفهوم الدفاع في العمق يطبّق مع إيلاء الاعتبار للنهج المتدرج. وهناك خمسة مستويات من الدفاع:

(١) الغرض من المستوى الدفاعي الأول هو منع حالات الحوادث عن التشغيل العادي وتعطّل المفردات المهمة للأمان. وهذا يؤدي إلى ضرورة تحديد موقع المرفق النووي وتصميمه وبنائه وصيانته وتشغيله على نحو سليم ومتحفظ، وفقاً لنظام الإدارة وللممارسات الهندسية التي ثبتت صلاحيتها، من قبيل تطبيق مفاهيم الاستحاطة (redundancy) والاستقلال والتنوع. ولبلوغ هذه الأهداف، تولى عناية دقيقة باختيار القواعد والمواد الملائمة للتصميم، وبمراقبة صنع المكونات، وبمراقبة بناء المفاعل النووي وإدخاله في الخدمة وتشغيله وصيانته.

(٢) الغرض من المستوى الدفاعي الثاني هو كشف حالات الحوادث عن الأحوال التشغيلية العادية، والسيطرة عليها، بغية منع الوقائع التشغيلية المنتظرة من أن تتفاقم لتصبح ظروفًا مفضية إلى وقوع حوادث. ويأتي هذا تسليماً باحتمال

وقوع بعض الأحداث البادئة الافتراضية في وقت ما خلال العمر التشغيلي للمفاعل، على الرغم من الاحتياطات المتخذة لمنع وقوعها. ويقتضي هذا المستوى الدفاعي أن توفّر في التصميم نظم وسمات محددة، على النحو الوارد في تحليل الأمان، ووضع إجراءات تشغيلية لمنع وقوع الأضرار الناجمة عن هذه الأحداث البادئة الافتراضية أو تقليل تلك الأضرار إلى الحد الأدنى.

(٣) في المستوى الدفاعي الثالث، يفترض أن أحد المستويين الدفاعيين السابقين قد لا يحول دون تفاقم وقائع تشغيلية منتظرة أو أحداث بادئة افتراضية معيّنة، رغم أن هذا الاحتمال بعيد جداً، وأنه قد تنشأ أحداث أشد خطورة. وهذه الأحداث البعيدة الاحتمال يُحسب لها في الأساس التصميمي لمفاعل البحوث، وتوفّر سمات أمان متأصلة، وتدابير تصميمية لمواجهة الأعطال، ومعدات وإجراءات إضافية، من أجل السيطرة على عواقب هذه الأحداث وتهيئة أحوال مستقرة ومقبولة لمرفق مفاعل البحوث عقب وقوعها. وهذا يفضي إلى ضرورة وجود سمات أمان هندسية قادرة على أن تحيل مفاعل البحوث أو لا إلى حالة خاضعة للسيطرة ثم إلى حالة مأمونة. والهدف فيما يتعلق بالإشعاعات في هذا المستوى الدفاعي هو أن لا يكون هناك أثر إشعاعي، أو أثر إشعاعي طفيف وحسب، خارج الموقع.

(٤) الغرض من المستوى الدفاعي الرابع هو تخفيف عواقب الحوادث التي تنجم عن إخفاق المستوى الثالث للدفاع. وأهم غرض لهذا المستوى هو ضمان الحفاظ على وظيفة الاحتجاز، بحيث تتم كفاءة إبقاء الانبعاثات المشعة عند أقل مستوى يكون من المعقول تحقيقه.

(٥) الغرض من المستوى الخامس والأخير للدفاع هو تخفيف الآثار الإشعاعية للانبعاثات المشعة التي يمكن أن تنشأ من الحوادث. وهذا يقتضي توفير مركز للتصدي للطوارئ مجهز تجهيزاً وافياً، ووضع خطط وإجراءات طوارئ للتصدي للطوارئ التي تحدث داخل الموقع وللتصدي للطوارئ التي تحدث خارجه، عند الاقتضاء.

٢-١٣- ومن الجوانب ذات الصلة فيما يتعلق بتطبيق مفهوم الدفاع في العمق على مفاعل البحوث أن تدرج في التصميم سلسلة من الحواجز المادية، وكذلك مجموعة من سمات الأمان النشطة والكامنة والمتأصلة التي تسهم في فعالية الحواجز المادية في حصر المواد المشعة في مواقع محددة. وسيعتمد عدد الحواجز التي ستكون ضرورية على حد الإفلات المحتمل من حيث كمية نظائر النويدات المشعة وتركيبها النظرية، وفعالية الحواجز كلا على حدة، والمخاطر الداخلية والخارجية المحتملة، والآثار المحتملة لإخفاق الحواجز.

١٤-٢- ويطبَّق مفهوم الدفاع في العمق أساساً من خلال تحليل الأمان واستخدام الممارسات الهندسية السليمة المستندة إلى البحوث والخبرة التشغيلية المكتسبة. ويجرى التحليل في مرحلة التصميم بغية كفالة بلوغ أهداف الأمان. ويتضمن التحليل استعراضاً نقدياً منهجياً للطرائق التي يمكن أن تتعطل بها هياكل ونُظم ومكونات مفاعل البحوث، ويحدِّد عواقب هذه الأعطال. ويفحص تحليل الأمان: جميع الأنماط التشغيلية العادية المخطَّطة لمرق مفاعل البحوث؛ وأداءه أثناء الوقائع التشغيلية المنتظرة، وظروف الحوادث المحتاط لها في التصميم، وعند الضرورة، تعاقبات الأحداث التي قد تقضي إلى ظروف تمديد التصميم (انظر المتطلب ٢٢ والفقرات من ٦-٦٤ إلى ٦-٦٨). وترد في الفقرات من ٦-١١٩ إلى ٦-١٢٥ متطلبات تحليل الأمان للتصميم. ويُجري كل من المنظمة المشغَّلة والهيئة الرقابية تقييماً مستقلاً لهذه التحليلات (انظر الفقرات من ٣-١ إلى ٣-٣).

النهج المتدرج

١٥-٢- تُستخدم مفاعلات البحوث لأغراض خاصة ومتنوعة، مثل البحوث والتدريب والتعليم وإنتاج النظائر المشعة والتصوير الشعاعي النيوتروني واختبار المواد. وتتطلب هذه الأغراض سمات تصميمية متباينة ونظماً تشغيلية مختلفة. وقد تختلف الخصائص التصميمية والتشغيلية لمفاعلات البحوث إلى حد بعيد، لأن استخدام أجهزة التجارب قد يؤثر على أداء المفاعلات. وعلو على ذلك، تتطلب الحاجة إلى المرونة في استخدام هذه الأجهزة اتباع نهج مختلف بشأن تحقيق الأمان وإدارته.

١٦-٢- ويثير معظم مفاعلات البحوث عدداً من المخاطر المحتملة للجمهور أقل مما تثيره محطات القوى النووية، لكنها قد تشكل مخاطر محتملة أكبر للمشغلين والباحثين وغيرهم من المستخدمين بسبب السهولة النسبية للحصول على الإشعاعات أو المواد المشعة. ويؤدَّى التصنيف النوعي للمرفق على أساس المخاطر المحتملة المرتبطة بمفاعل البحوث (انظر الوثيقة SSG-22 [٢]).

١٧-٢- وتشمل العوامل التي ينبغي النظر فيها عند تحديد ما إن كان يمكن تدريب تطبيق متطلبات معيَّنة مقرررة هنا ما يلي:

- (أ) قدرة المفاعل؛
- (ب) حد الإفلات المحتمل؛
- (ج) كمية المواد الانشطارية والقابلة للانشطار ومدى إثارائها؛
- (د) عناصر الوقود المستهلك، ونظم الضغط العالي، ونظم التسخين، وتخزين المواد القابلة للاشتعال، مما قد يؤثر في أمان المفاعل؛

- (هـ) نوع عناصر الوقود؛
(و) نوع وكتلة وحجم المهدئ والعاكس ومانع التبريد؛
(ز) مقدار التفاعلية التي يمكن إدخالها ومعدّل إدخالها، والتحكم في التفاعلية، وسمات الأمان الكامنة والإضافية (بما فيها السمات الخاصة بمنع الحرجية غير المتعمدة)؛
(ح) جودة هيكل الاحتواء أو وسيلة الاحتجاز الأخرى؛
(ط) استخدام المفاعل (أجهزة التجارب والاختبارات وتجارب فيزياء المفاعلات)؛
(ي) تقييم الموقع، بما في ذلك المخاطر الخارجية المرتبطة بالموقع والقرب من المجموعات السكانية؛
(ك) مدى سهولة أو صعوبة تغيير النسق العام.

٣- الإشراف الرقابي على مرافق مفاعلات البحوث

البنية الأساسية القانونية والرقابية

٣-١- تقضي الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣] بأن تضمن الحكومة أن يتم إنشاء بنية أساسية قانونية ملائمة لمرافق مفاعل البحوث الذي يُنشأ. وتوفّر هذه البنية الأساسية تنظيم الأنشطة النووية وتحديد مسؤوليات الأمان بوضوح في جميع مراحل عمر المرفق. والحكومة مسؤولة عن اعتماد تشريع يسند المسؤولية الرئيسية عن الأمان إلى المنظمة المشغلة وينشئ هيئة رقابية. والهيئة الرقابية مسؤولة عن وضع لوائح ينتج عنها نظام ترخيص^٧ من أجل الرقابة التنظيمية على الأنشطة النووية وإنفاذ اللوائح. وهذه المبادئ مقررة في القسم ٣ (المبدآن ١ و ٢) من الوثيقة SF-1 [١].

٣-٢- ومتطلبات الأمان العامة لتحقيق هذه المبادئ مقررة في الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣]. وتتناول الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣] الجوانب الأساسية للإطار الحكومي والقانوني لإنشاء هيئة تنظيمية ولاتخاذ الإجراءات اللازمة لضمان الرقابة التنظيمية الفعالة على المرافق والأنشطة - القائمة والجديدة - المستخدمة للأغراض السلمية. كما تتناول الوثيقة مسؤوليات ومهام أخرى، مثل التواصل داخل النظام العالمي للأمان والتواصل لتوفير خدمات الدعم اللازمة لأغراض الأمان (بما في ذلك الوقاية من الإشعاعات)، والتأهب لحالات الطوارئ والتصدي لها، والأمن النووي^٨، ونظام الدولة

^٧ يجوز أن تمنح الهيئة الرقابية أو هيئة حكومية أخرى التصريح لهيئة مشغلة أو لشخص ما بتشغيل المرفق أو بالقيام بأي نشاط ما. ويشمل 'التصريح' الموافقة أو الإذن الخطي أو الترخيص أو إصدار شهادة أو التسجيل. انظر المرجع [٨] والمتطلب ٢٣ الوارد في الوثيقة GSR Part 1 [٣].

^٨ تصدر الوكالة الدولية للطاقة الذرية إرشادات بشأن الأمن النووي في سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عنها.

لحصر المواد النووية ومراقبتها. وتتنطبق متطلبات الأمان العامة هذه على البنية التحتية القانونية والحكومية لأمان مفاعلات البحوث خلال تقييم الموقع، والتصميم، والبناء، والإدخال في الخدمة، والتشغيل بما في ذلك الاستخدام والتعديل، والإخراج من الخدمة. ومن الضروري تطبيق نهج متدرج يتناسب مع المخاطر المحتملة للمرفق، ويُستخدم هذا النهج في تحديد متطلبات الأمان الملائمة وتطبيقها (انظر الفقرات من ٢-١٥ إلى ٢-١٧).

٣-٣- وتقتضي الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣] بأن تنشئ الحكومة وتصون هيئة رقابية مستقلة استقلالا فعالا من أجل الرقابة التنظيمية للمرافق والأنشطة (انظر المتطلبين ٣ و ٤ من الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣]). ولكي تكون الهيئة الرقابية فعالة، تزود بما يلزم من صلاحيات قانونية وموارد لضمان قدرتها على الوفاء بمسؤولياتها وأداء وظائفها. ويشمل ذلك صلاحية استعراض وتقييم المعلومات المتصلة بالأمان التي تقدمها المنظمة المشغلة أثناء عملية التصريح، وصلاحية تطبيق اللوائح ذات الصلة (مثلاً عن طريق إصدار التصاريح أو شروطها أو تعديلها أو إلغائها)، بما في ذلك القيام بعمليات التفتيش للتحقق من الامتثال وعمليات المراجعة، واتخاذ إجراءات الإنفاذ، وتزويد السلطات المختصة الأخرى والجمهور بالمعلومات، بحسب الاقتضاء.

عملية التصريح

٣-٤- عملية التصريح عملية مستمرة، تبدأ عند مرحلة تقييم الموقع وتستمر إلى إعفاء المرفق من الرقابة التنظيمية وتشمل ذلك الإعفاء. وفي حين أن عملية التصريح قد تتفاوت بين الدول الأعضاء فإن المراحل الرئيسية لعملية التصريح لمفاعلات البحوث النووية تتضمن ما يلي:

- (أ) تقييم الموقع؛
- (ب) التصميم؛
- (ج) البناء؛
- (د) الإدخال في الخدمة؛
- (هـ) التشغيل، بما في ذلك الاستخدام والتعديل^٩؛
- (و) الإخراج من الخدمة؛

^٩ على الرغم من أن استخدام مفاعلات البحوث وتعديلها نشاطان يندرجان عادة في إطار التشغيل فمن الممكن اعتبارهما في عملية الترخيص مرحلتين منفصلتين، لأن آثارهما المتعلقة بالأمان ينشأ منها عدد كبير من أنشطة الاستعراض والتقييم التي تتكرر مرات عديدة خلال عمر مرفق المفاعل (انظر الفقرات ٧-٩٨ إلى ١٠٦-١٠٧).

(ز) الإعفاء من الرقابة التنظيمية.

٣-٥- وفي بعض الحالات يمكن إصدار ترخيص وحيد لعدة مراحل، ولكن تُلحق به شروط من أجل مراقبة المراحل اللاحقة. وعلى الرغم من هذه الاختلافات بين الممارسات الوطنية، تقدم المنظمة المشغلة إلى الهيئة الرقابية إثباتات تفصيلياً للأمان في شكل تقرير تحليل أمان يشتمل على تحليل ملائم للأمان من أجل استعراضه وتقييمه كجزء من عملية التصريح.

المتطلب ١: تقرير تحليل الأمان

تعدّ المنظمة المشغلة تقرير تحليل أمان لمرفق مفاعل البحوث. ويقدم تقرير تحليل الأمان تبريراً للموقع والتصميم، ويوفّر الأساس للتشغيل المأمون لمفاعل البحوث. وتستعرض الهيئة الرقابية وتقيم تقرير تحليل الأمان قبل التصريح بتقديم مشروع مفاعل البحوث إلى المرحلة التالية. ويتم تحديث تقرير تحليل الأمان دورياً طوال العمر التشغيلي لمفاعل البحوث لكي يعكس التعديلات المدخلة على المرفق وعلى أساس الخبرة وفقاً للمتطلبات الرقابية.

٣-٦- تقرير تحليل الأمان هو أحد الوثائق الرئيسية اللازمة للتصريح لمرفق مفاعل البحوث، وحلقة وصل هامة بين المنظمة المشغلة والهيئة التنظيمية. ويحتوي تقرير تحليل الأمان على وصف تفصيلي لموقع المفاعل ومرفق المفاعل وأجهزة التجارب، ويشمل جميع المرافق والأنشطة الأخرى المهمة للأمان. ويقدم التقرير وصفاً تفصيلياً لمبادئ ومعايير الأمان العامة المطبقة على التصميم من أجل أمان المفاعل وحماية العاملين المختصين بالتشغيل^{١٠} والجمهور وحماية البيئة. ويشمل تقرير تحليل الأمان تحليل المخاطر المحتملة من تشغيل المفاعل. ويتضمن تقرير تحليل الأمان تحليلات أمان لسلاسل الأحداث، ويصف سمات الأمان المضمنة في التصميم لتفادي احتمال وقوع الحوادث أو تقليله إلى الحد الأدنى، أو للتخفيف من عواقب الحوادث وفقاً لمبدأ الدفاع في العمق.

٣-٧- ويشكل تحليل الأمان الوارد في تقرير تحليل الأمان الأساس للحدود والشروط التشغيلية للمفاعل. ويقدم تقرير تحليل الأمان تفاصيل عن المنظمة المشغلة وتنفيذ العمليات ونظام الإدارة طوال عمر مرفق مفاعل البحوث. ويقدم تقرير تحليل الأمان

^{١٠} العاملون المختصون بالتشغيل يشملون مدير المفاعل ومشرفي نوبات العمل والمشغلين وموظفي الصيانة وموظفي الوقاية من الإشعاعات.

أيضا معلومات عن ترتيبات الطوارئ الخاصة بمفاعل البحوث، وإن كان هذا لا يمنع الحاجة إلى ترتيبات طوارئ مفصلة، وفقا للمتطلب رقم ٨١.

٨-٣- ويتضمن تقرير تحليل الأمان معلومات لإثبات الامتثال للتشريعات والمتطلبات الوطنية الصادرة عن الهيئة الرقابية. ويحدّد مستوى تفصيل المعلومات التي تقدّم في تقرير تحليل الأمان باستخدام نهج تدرجي. وبالنسبة للمفاعلات ذات مستويات القدرة العالية، سيقتضي تقرير تحليل الأمان عادة تفاصيل أكثر في مناقشات سيناريوهات التصميم والحوادث وما يمثّلها من المناقشات. وبالنسبة لبعض المفاعلات (مثلا مفاعلات الأبحاث ذات المخاطر المحتملة المنخفضة، والمجمعات الحرجة أو دون الحرجة)، يمكن أن تكون متطلبات تقرير تحليل الأمان أقل اتساعاً. بيد أنه، في جميع الحالات، يتناول تقرير تحليل الأمان كل موضوع مذكور في الفقرتين ٦-٣ و ٧-٣.

٩-٣- ويشير تقرير تحليل الأمان إلى المراجع التي قد تلزم لاستعراضه وتقييمه الدقيقين. وتكون هذه المواد المرجعية متاحة بسهولة للهيئة الرقابية ولا تكون خاضعة لأي حظر أو تقييد من شأنه أن يحول دون الاستعراض والتقييم الملائمين للتقرير.

الاستعراض والتقييم من جانب الهيئة الرقابية

١٠-٣- تجري الهيئة الرقابية استعراضا وتقييما للمعلومات (التي ترد عادة شكل تقرير تحليل أمان) المقدمة من المنظمة المشغّلة دعماً لطلبها الحصول على التصريح. وترد الأهداف المحددة للمراجعة والتقييم الرقابيين في الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣]. ويكون الاستعراض والتقييم متناسبين مع مقدار الخطر الإشعاعي المحتمل المرتبط بمرفق مفاعل البحوث، وفقا لنهج متدرج. ويمكن أن تطلب الهيئة الرقابية معلومات إضافية، عند الاقتضاء، رهنا بالممارسات الوطنية.

١١-٣- ويتم الاتفاق في مرحلة مبكرة من مشروع مفاعل البحوث على جدول زمني لتقديم الوثائق للاستعراض والتقييم بالنسبة للمراحل التي تنطوي عليها عملية التصريح، ويتاح للمنظمة المشغّلة.

معايير القبول

١٢-٣- تضع كل دولة نهجها الخاص بشأن معايير القبول، رهنا ببنيتها الأساسية القانونية والرقابية المعيّنة. وتتاح للمنظمات المشغّلة معايير قبول تستند إلى مبادئ التصميم والتشغيل المأمونين.

التفتيش والإنفاذ

١٣-٣- تنص الفقرة ٢-٥ (١٠) من الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣] على أن "الإطار الحكومي والقانوني والرقابي الفعال للأمان ... يتعين أن يبيّن ... الترتيبات المتخذة للتفتيش على المرافق والأنشطة ولإنفاذ اللوائح، وفقاً لنهج متدرج".

١٤-٣- وتنصُ الفقرة ٤-٥٠ من الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣] على أنه:

"يجب على الهيئة الرقابية أن تقوم بوضع وتنفيذ برنامج للتفتيش على المرافق والأنشطة من أجل التأكد من الامتثال للمتطلبات الرقابية ولأي شروط محددة في التصريح. وفي هذا البرنامج، يتعين عليها أن تحدد أنواع التفتيش الرقابي (بما في ذلك عمليات التفتيش المحددة الميعاد وعمليات التفتيش غير المعلنة)، وأن تنص على تواتر عمليات التفتيش والمجالات والبرامج المطلوب تفقدها، وذلك وفقاً لنهج متدرج".

١٥-٣- وينصُ المتطلب ٣٠ الوارد في الوثيقة GSR Part 1 (Rev. 1) [٣] على أنه:

"يجب على الهيئة الرقابية أن تضع وتنفذ سياسة للإنفاذ ضمن الإطار القانوني من أجل التصدي لعدم تقيّد الأطراف المصرح لها بالمتطلبات الرقابية أو بأي شروط محددة في التصريح".

١٦-٣- وإذا وُجد ما يدل على حدوث تدهور في مستوى الأمان، أو في حالة حدوث انتهاكات خطيرة ترى الهيئة الرقابية أنها يمكن أن تشكل خطراً إشعاعياً وشيكاً على العمال وغيرهم من العاملين أو الجمهور أو البيئة، تعتمد الهيئة الرقابية إلى إلزام المنظمة المشغلة بأن توقف أنشطتها وأن تتخذ أي إجراءات أخرى ضرورية لاستعادة مستوى كافٍ من الأمان. وفي حالة عدم الامتثال المستمر أو الطويل الأمد أو البالغ الخطورة، تأمر الهيئة الرقابية المنظمة المشغلة بوقف أنشطتها، ويجوز لها أن تعلق التصريح أو تلغيه.

٤- الإدارة من أجل الأمان، والتحقق من الأمان، لمرافق مفاعلات البحوث

المتطلب ٢: المسؤوليات في الإدارة من أجل الأمان

تقع على عاتق المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث المسؤولية الرئيسية عن أمان مفاعل البحوث على مدى عمره، من بداية المشروع فيما يتعلق بتقييم الموقع، والتصميم، والبناء، والإدخال في الخدمة، والتشغيل بما في ذلك الاستخدام والتعديل، والإخراج من الخدمة، حتى رفع التحكم الرقابي عن المرفق.

٤-١- لضمان تحلي العاملين على جميع مستوياتهم بالصرامة والدقة في تحقيق الأمان والحفاظ عليه، تقوم المنظمة المشغلة بما يلي:

- (أ) وضع وتنفيذ سياسات أمان، وضمان إعطاء مسائل الأمان أعلى أولوية؛
- (ب) تحديد المسؤوليات وأوجه المساءلة، مع خطوط السلطة والاتصال المناظرة، تحديدا واضحا؛
- (ج) ضمان أن يكون لديها ما يكفي من الموظفين ذوي المؤهلات الملائمة والتدريب الملائم على جميع المستويات؛
- (د) وضع إجراءات سليمة والالتزام الصارم بها بالنسبة لجميع الأنشطة التي يمكن أن تؤثر في الأمان، وضمان أن يقوم المديرين والمشرفون بتشجيع ودعم ممارسات الأمان السليمة وتصحيح ممارسات الأمان السيئة؛
- (هـ) استعراض ورصد وحصر^{١١} جميع المسائل المتعلقة بالأمان بصفة منتظمة، واتخاذ الإجراءات التصحيحية الملائمة عند الاقتضاء؛
- (و) وضع ثقافة أمان قوية واستدامتها، وإعداد بيان عن سياسة الأمان وأهداف الأمان يعمم على جميع العاملين ويفهمونه.

٤-٢- وتقوم المنظمة المشغلة، كلما أرادت الشروع في الانتقال من مرحلة إلى مرحلة أخرى من عمر مفاعل البحوث، بتزويد الهيئة الرقابية بإثبات تفصيلي للأمان، يتضمن تحليلا ملائما للأمان، لاستعراضه وتقييمه قبل التصريح بتقديم المشروع إلى المرحلة التالية.

^{١١} تُجرى تقييمات مستقلة، مثل عمليات المراجعة أو الرصد، لتحديد مدى استيفاء متطلبات نظام الإدارة، ولتقييم فعالية نظام الإدارة، ولتحديد فرص التحسين. ويمكن أن تجري هذه التقييمات المنظمة نفسها أو أن تجري نيابة عنها للأغراض الداخلية، أو من قبل أطراف معنية مثل العملاء والرقابيين (أو من قبل أشخاص آخرين بالنيابة عنهم)، أو من قبل منظمات خارجية مستقلة.

٤-٣- وتقدم المنظمة المشغلة إلى الهيئة الرقابية في الوقت الملائم أي معلومات تطلبها. وتكون المنظمة المشغلة مسؤولة عن اتخاذ الترتيبات مع البائعين والموردين لضمان توافر أي معلومات طلبتها الهيئة الرقابية. وتكون المنظمة المشغلة مسؤولة أيضاً عن إبلاغ الهيئة الرقابية بأي معلومات إضافية جديدة عن مفاعل البحوث وبأي تغييرات في المعلومات التي سبق تقديمها. وتكون جميع المعلومات التي تقدمها المنظمة المشغلة إلى الهيئة الرقابية كاملة ودقيقة. ويكون شكل ومحتوى الوثائق التي تقدمها المنظمة المشغلة إلى الهيئة الرقابية دعماً لطلب الحصول على التصريح مستندين إلى المتطلبات الواردة في الفقرات من ٣-٦ إلى ٣-٩. وترد وظائف ومسؤوليات المنظمة المشغلة فيما يتعلق بضمان الأمان في كل مرحلة من مراحل عمر مفاعل البحوث في القسم ٣ (انظر المتطلب ١) وفي هذا القسم ٤، وكذلك في الفقرات ذات الصلة من الأقسام ٥ إلى ٩.

المتطلب ٣: سياسة الأمان

تضع المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفذ سياسات أمان تولي الأمان أعلى أولوية.

٤-٤- تولي سياسة الأمان التي تقررها وتنفذها المنظمة المشغلة الأولوية العليا للأمان، التي تلو على كل المطالب الأخرى، بما في ذلك متطلبات الإنتاج ومتطلبات مستخدمي المفاعل. وتعزز سياسة الأمان ثقافة أمان قوية، بما في ذلك السلوك الاستفهامي والالتزام بالأداء الممتاز في جميع الأنشطة الهامة للأمان.

٤-٥- وتنص سياسة الأمان بوضوح على الدور القيادي لأعلى مستويات الإدارة في مسائل الأمان. وتكون الإدارة العليا^{١٢} مسؤولة عن إبلاغ وتنفيذ أحكام سياسة الأمان في جميع أنحاء المنظمة. وتتم توعية جميع الموظفين في المنظمة بسياسة الأمان وبمسؤولياتهم عن ضمان الأمان. ويتم إبلاغ جميع الموظفين بوضوح بتوقعات الإدارة بشأن أداء الأمان، ويتم التأكد من فهم هذه التوقعات واتباعها داخل المنظمة.

٤-٦- وتتضمن سياسة الأمان التي تتبعها المنظمة المشغلة التزاماً بتحقيق تحسينات في الأمان التشغيلي. وتراقب استراتيجيات المنظمة المشغلة الرامية إلى تعزيز الأمان وإلى إيجاد طرائق أكثر فعالية لتطبيق المعايير القائمة، وتحسينها عند الإمكان، مراقبة

^{١٢} تعني 'الإدارة العليا' الشخص الخاضع، أو الأشخاص الخاضعين، للمساءلة عن تلبية الشروط المقررة في الترخيص، والذي يوجه المنظمة ويراقبها ويقمها على أعلى مستوى. ويُستخدم في هذا الصدد العديد من المصطلحات المختلفة، بما في ذلك، على سبيل المثال: مجلس الإدارة، والرئيس التنفيذي، والمدير العام، والفريق التنفيذي، ومدير المحطة، وعضو الإدارة العليا، ورئيس الرقابيين، ونائب رئيس الموقع، والمدير الإداري، ومدير المختبر.

مستمرة، وتنفّح دورياً، وتُدعم عن طريق برنامج محدد بوضوح وله أهداف وغايات واضحة.

النظام الإداري

المتطلب ٤: نظام الإدارة المتكامل

تضع المنظمة المشغّلة لمرفق مفاعل البحوث نظاماً متكاملًا للإدارة وتنفّذه وتقيّمه وتحسّنه تحسيناً مستمراً.

٤-٧- متطلبات نظام الإدارة المتكامل^{١٣} للمرافق والأنشطة مقررة في الوثيقة GSR Part 2 [٤]. وتؤخذ هذه المتطلبات والأهداف والمبادئ المرتبطة بها في الاعتبار لدى إنشاء وتنفيذ نظام إدارة مفاعل البحوث، عن طريق نهج متدرج وعلى أساس ما لكل بند أو خدمة أو عملية من أهمية للأمان. ويحدد مستوى تفاصيل نظام الإدارة المطلوب لمفاعل بحوث معين أو تجربة معينة بحسب المخاطر المحتملة للمفاعل والتجربة (انظر الفقرات من ٢-١٥ إلى ٢-١٧ بشأن النهج المتدرج، والوثيقة SSG-22 [٢]).

٤-٨- وتكفل المنظمة المشغّلة، من خلال إنشاء نظام الإدارة المتكامل واستخدامه، أن يتم تحديد موقع مفاعل البحوث وتصميمه وبنائه وإدخاله في الخدمة وتشغيله واستخدامه (بما يشمل الأنشطة المرتبطة به، مثل تلك المذكورة في التذييل الثاني)، وإخراجه من الخدمة، بطريقة مأمونة وضمن الحدود والشروط المنصوص عليها في الحدود والظروف التشغيلية المقررة في التصريح.

٤-٩- ويتم إعداد وإقامة نظام الإدارة في وقت يتوافق مع الجدول الزمني لإنجاز الأنشطة في جميع مراحل عمر مفاعل البحوث. وعلى وجه الخصوص، يتناول نظام الإدارة الأنشطة المتعلقة بدراسة الموقع، التي تُستهل عادة قبل فترة طويلة من إقامة المشروع.

٤-١٠- ويتضمن نظام الإدارة جميع عناصر الإدارة، بحيث يتم وضع العمليات والأنشطة الهامة للأمان وإجرائها وفقاً للمتطلبات ذات الصلة، بما في ذلك الأنشطة

^{١٣} نظام الإدارة المتكامل هو نظام إدارة متماسك وحيد، تتكامل فيه جميع مكونات المنظمة للتمكين من تحقيق أهداف المنظمة. وتشمل هذه المكونات الهيكل التنظيمي والموارد وعمليات المنظمة. وتتكامل في هذا النظام جميع عناصر الإدارة، بما فيها العناصر المتعلقة بالأمان والصحة والبيئة والأمن والجودة والعامل البشري والتنظيمي والعناصر الاجتماعية والاقتصادية، لكي لا يتعرض الأمان للخطر.

المتعلقة بالقيادة، وحماية الصحة، والأداء البشري، والتأهب لحالات الطوارئ والتصدي لها، وحماية البيئة، والأمن، والجودة.

٤-١١ - ويحدد نظام الإدارة المتطلبات التالية ويشملها:

- (أ) المتطلبات القانونية والرقابية للدولة؛
- (ب) معايير الوكالة للأمان ذات الصلة؛
- (ج) أي شروط متفق عليها رسمياً مع الأطراف المعنية.

٤-١٢ - ويتم استعراض وثائق نظام الإدارة وإخضاعها للموافقة عند مستويات الإدارة المناسبة في المنظمة المشغلة، وتقدّم إلى الهيئة الرقابية لاستعراضها وتقييمها بحسب الطلب.

٤-١٣ - وتستند أحكام نظام الإدارة إلى أربع فئات وظيفية:

- (أ) مسؤولية الإدارة؛
- (ب) إدارة الموارد؛
- (ج) إدارة العمليات والأنشطة،
- (د) قياس نظام الإدارة وتقييمه وتحسينه.

مسؤولية الإدارة

٤-١٤ - تكون الإدارة مسؤولة عن توفير الوسائل والدعم اللازمين لتحقيق أهداف المنظمة. وفي هذا الصدد، يشمل نظام الإدارة أحكاماً بشأن التواصل الفعال والإسناد الواضح للمسؤوليات لضمان التحكم في العمليات والأنشطة الهامة للأمان وتنفيذها بطريقة تكفل تحقيق أهداف الأمان.

إدارة الموارد

٤-١٥ - تكفل إدارة الموارد تحديد وإتاحة الموارد^{١٤} الضرورية لتنفيذ استراتيجية المنظمة وتحقيق أهداف المنظمة. ويكفل نظام الإدارة ما يلي:

^{١٤} تشمل الموارد الأفراد والبنية الأساسية وبيئة العمل والمعلومات والمعارف والموردين، وكذلك الموارد المادية والمالية.

- (أ) أن يكون لدى موردي الهياكل والنُظم والمكوّنات الهامة للأمان ومصنعيها ومصمميها نظام إدارة متكامل فعال قائم، مع القيام بعمليات مراجعة للتأكد من فعاليته؛
- (ب) أن يكون الموظفون الخارجيون (بما يشمل الموردّين والقائمين بالتجارب) مدرّبين تدريباً ملائماً ومؤهلين، ويؤدون أنشطتهم في إطار نفس الضوابط ونفس المعايير المنطبقة على موظفي المفاعل؛
- (ج) أن يتم تحديد المعدات والأدوات والمواد والأجهزة والبرامجيات اللازمة لتسيير العمل بطريقة مأمونة، وتوفيرها وفحصها والتحقق منها وصيانتها.

تنفيذ العمليات

٤-١٦- يشتمل نظام الإدارة أحكاماً لتنفيذ العمليات بغية ضمان أن تصميم المفاعل، بما في ذلك التغييرات اللاحقة أو التعديلات أو تحسينات الأمان، والبناء والإدخال في الخدمة والتشغيل والاستخدام، وإخراج المفاعل من الخدمة، يتم وفقاً للمدونات والمعايير والمواصفات والإجراءات المقررة والضوابط الإدارية المقررة. وتحدّد المفردات والخدمات المهمة للأمان وتراقب لضمان أمان استخدامها وصيانتها ونسقتها.

٤-١٧- ولدى تصنيع وبناء هياكل مفاعل البحوث ونُظمه ومكوناته، بما فيها المرافق وأجهزة التجارب المرتبطة به ومشاريع التعديل، يتم إنشاء عمليات لضمان تلبية اللوائح ومتطلبات الأمان ذات الصلة وضمان تنفيذ أعمال البناء تنفيذاً سليماً. وتمكّن هذه العمليات المنظمة المشغّلة من ضمان أن يؤدّى تصنيع المفردات المهمة للأمان وبنائها وفقاً للمتطلبات التصميمية والمتطلبات الرقابية.

٤-١٨- وفي إطار نظام الإدارة، يتم إنشاء عمليات للاستخدام والتعديل، وتدرّج على أساس أهميتها للأمان. وتشتمل هذه العمليات تصميم مشروع الاستخدام والتعديل واستعراضه وتقييمه والموافقة عليه، والتصنيع، والاختبار، وتنفيذ المشروع. وتقوم المنظمة المشغّلة في وقت مبكر من مرحلة تشغيل المفاعل بتنفيذ الإجراءات ذات الصلة التي تصف العمليات.

٤-١٩- ويضمن نظام الإدارة أن تكون المفردات والخدمات التي ستشتري مستوفية للمتطلبات المقررة وأن يكون أدائها على النحو المحدد. ويتم تقييم الموردّين واختيارهم على أساس معايير محددة. وتحدّد في وثائق الاشتراء المتطلبات الخاصة بالإبلاغ عن أي حيود عن مواصفات الاشتراء. وتتاح أدلة على أن المفردات والخدمات المشتراة تفي بمواصفات الاشتراء للتحقق منها قبل استخدام المفردات أو تقديم الخدمات.

التقييم والتحسينات

٢٠-٤ - تقاس فعالية نظام الإدارة ويتم تقييمها بانتظام من خلال التقييمات المستقلة والتقييم الذاتي. وتحدّد أوجه الضعف في العمليات وتصحّح. وتُجرى المنظمة المشغّلة تقييماً لنتائج لهذه التقييمات، وتحدّد وتنفّذ الإجراءات اللازمة لإدخال تحسينات مستمرة.

التحقق من الأمان

المتطلب ٥: تقييم الأمان

يتم التحقق من كفاية تصميم مفاعل البحوث وفقاً لنظام الإدارة عن طريق التحليل القطعي الشامل للأمان والتحليل الاحتمالي التكميلي بحسب الاقتضاء، ويتم التصديق عليه من خلال تحقق مستقل يقوم به أفراد مستقلون أو مجموعات مستقلة عن الذين قاموا أصلاً بأعمال التصميم. ويستمر تقييم الأمان في جميع مراحل عمر المفاعل (في استعراضات أمان دورية)، ويجري وفقاً للحجم والطابع المحتملين للمخاطر المرتبطة بالمرفق أو النشاط المعين.

٢١-٤ - يتم إنجاز التحقق من تصميم المفاعل والتثبت منه والموافقة عليه في أقرب وقت ممكن عملياً في عمليات التصميم والبناء، وعلى أية حال قبل إدخال المفاعل في الخدمة.

٢٢-٤ - ويشكل تقييم الأمان^{١٥} جزءاً من عملية التصميم، مع التنقل المتكرر بين أنشطة التصميم والأنشطة التحليلية التأكيدية، ومع إحداث زيادات في نطاق تقييم الأمان ومستوى تفصيله مع تقدم عملية التصميم.

٢٣-٤ - ويبدأ تقييم الأمان في مرحلة مبكرة من عملية التصميم. ويكون التحليل القطعي للأمان هو الأداة الرئيسية لتقييم أمان مفاعلات البحوث. ويمكن استخدام التحليل الاحتمالي للأمان كأداة تكميلية للكشف عن نقاط الضعف المحتملة وتحسين تقييم الأمان.

٢٤-٤ - وتوثق تقييمات الأمان (واستعراضات الأمان الدورية) لتسهيل تقييمها.

٢٥-٤ - وتجرى طوال العمر التشغيلي للمفاعل استعراضات منهجية دورية لأمان مفاعل البحوث وفقاً للمتطلبات التنظيمية، مع إيلاء الاعتبار لتجربة التشغيل والآثار التراكمية للتقادم ومعايير الأمان المنطبقة ومعلومات الأمان المستمدة من جميع المصادر

^{١٥} متطلبات تقييم الأمان للمرافق والأنشطة مقرر في الوثيقة GSR Part 4 [١٢].

ذات الصلة. وتحقق المنظمة المشغلة، عن طريق التحليل والمراقبة والاختبار والتفتيش، من أن الحالة المادية لمرفق المفاعل، بما في ذلك أجهزة ومرافق التجارب، تتوافق مع ما هو مبين في تقرير تحليل الأمان ووثائق الأمان الأخرى، ومن أن المرفق تم إدخاله في الخدمة وتشغيله وفقا لمتطلبات الأمان وتحليل الأمان وللحدود والشروط التشغيلية.

٤-٢٦- وتشمل أنشطة إعادة تقييم الأمان الدورية، في جملة أمور، استعراضات أمان دورية مثل عمليات التقييم الذاتي وعمليات استعراض النظراء^{١٦} الرامية إلى التأكد من بقاء تقرير تحليل الأمان ووثائق مختارة أخرى للمرفق (مثل وثائق الحدود والشروط التشغيلية والصيانة والتدريب والتأهيل) صحيحة في ضوء المتطلبات التنظيمية الراهنة، أو، إذا لزم الأمر، لتحديثها أو إدخال تحسينات عليها إلى أقصى مدى ممكن عمليا. وتؤخذ في الاعتبار في هذه الاستعراضات التغييرات في خصائص الموقع، والتغيرات في برنامج الاستخدام، والآثار التراكمية للتقدم والتعديلات، والتغيرات في الإجراءات، والاستفادة من التعقيبات الناشئة من تجربة التشغيل، والتطورات التقنية. ويتم التحقق من أن الهياكل والنظم والمكونات والبرامجيات المختارة متوافقة مع متطلبات التصميم. ومتطلبات التصميم مقرر في القسم ٦، والمتطلبات الوظيفية مقرر في القسم ٧.

المتطلب ٦: لجنة الأمان

تُنشأ لجنة أمان مستقلة (أو فريق استشاري) مستقل عن مدير المفاعل، لتقديم المشورة إلى المنظمة المشغلة بشأن جميع جوانب أمان مفاعل البحوث.

٤-٢٧- تقدّم لجنة الأمان (أو الفريق الاستشاري) المشورة للمنظمة المشغلة بشأن ما يلي: '١' تقييم أمان التصميم، ومسائل الإدخال في الخدمة والتشغيل، '٢' الجوانب ذات الصلة بأمان المفاعل وأمان استخدامه^{١٧} ويكون أعضاء لجنة الأمان خبراء في مختلف المجالات المرتبطة بتصميم مفاعلات البحوث وتشغيلها. وتكون لجنة الأمان عاملة بالكامل قبل بدء تصميم مفاعل البحوث. ويلزم وضع قائمة بالبنود التي يُطلب من لجنة

^{١٦} استعراض النظراء هو استعراض يجريه فريق من الخبراء المستقلين ذوي الكفاءة التقنية والخبرة في مجالات التقييم. وتستند الأحكام إلى الخبرات المجمعّة لدى أعضاء الفريق. وتُصمّم أهداف فريق المراجعة ونطاقه وحجمه وفقا للاستعراض المقرر إجراؤه. وليس الاستعراض عملية تفتيش أو مراجعة تتم وفقا لمعايير محددة. فهو، بدلا من ذلك، يشتمل على مقارنة شاملة بين الممارسات التي تطبقها المنظمات ذات الممارسات الجيدة المقبولة دوليا، وعلى تبادل آراء الخبراء.

^{١٧} تُنشأ في بعض الدول مجموعة استشارية (أو لجنة أمان) إضافية لإسداء المشورة لمدير المفاعل بشأن جوانب أمان التشغيل والاستخدام اليوميين للمفاعل (انظر الفقرة ٧-٢٦).

الأمان النظر فيها أو تقديم المشورة بشأنها أو التوصية بالموافقة عليها. وتشمل هذه القائمة، في جملة أمور، ما يلي:

- (أ) تصميم الهياكل والنظم والمكونات، وعلى الأخص تصميم وتأهيل عناصر الوقود النووي^{١٨} وعناصر التحكم في التفاعلية؛
- (ب) وثائق الأمان والتعديلات المدخلة عليها؛
- (ج) الاختبارات أو التجارب أو المعدات أو النظم أو الإجراءات الجديدة المقترحة المهمة للأمان؛
- (د) التعديلات المقترحة على المفردات المهمة للأمان، والتغييرات في التجارب التي لها آثار على الأمان؛
- (هـ) حالات انتهاك الحدود والشروط التشغيلية للرخصة وللإجراءات المهمة للأمان؛
- (و) الأحداث التي يشترط الإبلاغ عنها أو التي أبلغت إلى الهيئة الرقابية؛
- (ز) الاستعراضات الدورية للأداء التشغيلي وأداء الأمان لمرفق مفاعل البحوث؛
- (ح) التقارير عن التصريفات المشعة الروتينية إلى البيئة؛
- (ط) التقارير عن الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها العاملون في المرفق والجمهور؛
- (ي) التقارير التي ينبغي تقديمها إلى الهيئة الرقابية؛
- (ك) التقارير بشأن عمليات التفتيش الرقابي.

٥- تقييم مواقع مرافق مفاعلات البحوث

٥-١- الهدف الرئيسي للأمان فيما يتعلق بتقييم موقع مفاعل البحوث هو حماية الجمهور وحماية البيئة من العواقب الإشعاعية للإطلاقات العادية والعرضية للمواد المشعة (انظر الوثيقة NS-R-3 (Rev. 1) [٥]). وتُجمع المعلومات بتفاصيل كافية لدعم تحليل الأمان لإيضاح أن مرفق مفاعل البحوث يمكن تشغيله بأمان في الموقع المقترح. وفيما يتعلق بمفاعلات البحوث ذات المخاطر المحتملة المنخفضة، والمجمعات الحرجة ودون الحرجة، يمكن أن تكون كمية التفاصيل التي يتم توفيرها أقل كثيراً من كمية التفاصيل المطلوبة في حالة مفاعل البحوث المتوسط القدرة أو مفاعل البحوث العالي القدرة

^{١٨} عناصر الوقود النووي هي العناصر التي تحتوي على المواد النووية القابلة للانشطار والانشطارية التي تستخدم في قلب مفاعل البحوث لغرض توليد النيوترونات. وتوضع هوامش ملائمة تصميمية وخاصة بالأمان لمراعاة السلوك المجهول للوقود التجريبي الذي لم يتم تأهيله بعد.

(انظر أيضاً الفقرات من ٦-١ إلى ٩-١). وتوثق نتائج تقييم الموقع وتُعرض بتفاصيل كافية ليتسنى للهيئة الرقابية إجراء تقييم مستقل.

٢-٥- ولدى تقييم ما إن كان موقع معين مناسباً لمفاعل بحثي، تُجري المنظمة المشغلة دراسة وتقييماً لخصائص الموقع التي يمكن أن تؤثر على جوانب أمان مفاعل البحوث وترتيبات الطوارئ المرتبطة بها. والهدف من تقييم خصائص الموقع هو إيضاح كيفية تأثير هذه الخصائص على معايير تصميم المرفق وعلى معايير تشغيله، وإيضاح ملاءمة خصائص الموقع من حيث آثارها على الأمان وعلى التأهب والتصدي للطوارئ.

٣-٥- ويقرّر تقييم الموقع حدود منطقة الموقع، بما في ذلك المنطقة غير المفتوحة للعامة ومنطقة الرصد اللتان تليان تبيان الهدف الرئيسي للأمان (انظر الفقرة ١-٥) وتحديد الموقع الدقيق للمفاعل والمرافق المرتبطة به (منطقة العمليات)، التي تكون تحت سيطرة إدارة المفاعل،^{١٩} وحقوقها القانونية داخل منطقة الموقع. ويتم تقييم وتبرير أي أنشطة ليست لها علاقة بتشغيل مفاعل البحوث توجد ضمن هذه الحدود.

٤-٥- ولدى تقييم مدى ملاءمة الموقع للمفاعل البحثي، تؤخذ الجوانب التالية في الاعتبار:

- (أ) آثار الأحداث الخارجية التي تسببها الطبيعة والبشر (مثل الأحداث الزلزالية أو الحريق أو الفيضانات) التي يمكن أن تقع في منطقة الموقع؛
- (ب) خصائص الموقع وبيئته اللتين يمكن أن يكون لهما تأثير في نقل إطلاقات المواد المشعة إلى البشر؛
- (ج) الكثافة السكانية والتوزيع السكاني والخصائص الأخرى للمنطقة المحيطة بالموقع، ذات الصلة بتدابير الطوارئ، والحاجة إلى تقييم المخاطر التي تهدد الأفراد والسكان؛
- (د) المرافق الأخرى المجاورة للموقع، مثل مفاعلات البحوث الأخرى، أو محطات النظائر المشعة، أو المرافق المتصلة بدورة الوقود، أو مرافق فحوصات ما بعد التشعيع، أو المرافق غير النووية (مثل المرافق الكيميائية)؛
- (هـ) إمكانية إنشاء بالوعة حرارية نهائية في الموقع، بحسب الاقتضاء؛
- (و) خطط الطوارئ في الموقع وخارجه التي تهدف إلى التخفيف من العواقب على الجمهور والبيئة في حال حدوث إطلاق كبير للمواد المشعة إلى البيئة.

^{١٩} تشمل إدارة المفاعل أعضاء المنظمة المشغلة الذين أسندت إليهم المسؤولية والسلطة لإدارة تشغيل مرفق مفاعل البحوث.

٥-٥- وإذا اتضح من تقييم الموقع ومنطقة العمليات، بالنسبة لهذه العوامل الستة، بما في ذلك تطورها في المستقبل المنظور، أن عيوب الموقع أو منطقة العمليات لا يمكن التعويض عنها من خلال السمات التصميمية أو تدابير حماية الموقع أو الإجراءات الإدارية، فيعتبر الموقع غير مناسب. (السمات التصميمية وتدابير حماية الموقع هي الوسيلة المفضلة للتعويض عن عيوب الموقع).

٥-٦- ويولى الاعتبار في تصميم المفاعل للمخاطر الناشئة عن الأحداث الخارجية (أو عن مجموعة من الأحداث). ويؤلى الاعتبار لتلك الحالات التي يكون فيها حدوث وقائع تشغيلية منتظرة أو حوادث ناجما عن مجموعة من الأحداث الخارجية ومن الأحداث الداخلية التبعية، وحيث توجد حاجة للنظر في الأحداث الخارجية الطويلة المدة (مثل الفيضانات) والفترات الطويلة اللازمة للتعافي بعد وقوع الحدث.

٥-٧- وتُجمع، بالنسبة للمنطقة التي يوجد فيها موقع المرفق المحتمل، المعلومات والسجلات المتعلقة بوقوع وشدة الظواهر الطبيعية المهمة وأسوأ التوافقات المفترضة المنخفضة الاحتمال ولكن الكبيرة الأهمية التي يمكن أن تتجاوز الظروف المفترضة للحوادث المحتاط لها في التصميم، وتحلل بعناية من حيث موثوقيتها ودقتها واكتمالها [انظر الفقرات من ٢-١٤ إلى ٢-٢١ من الوثيقة (Rev. 1) NS-R-3 (٥)].

٥-٨- ويتم التأكد، أثناء تقييم الموقع وقبل بدء بناء مفاعل البحوث، من أن ترتيبات الطوارئ الكائنة خارج الموقع، عند الاقتضاء، ستكون متاحة قبل بدء تشغيل المفاعل (انظر الوثيقة GSR Part 7 [٦] والفقرات من ٢-٢٦ إلى ٢-٢٩ من الوثيقة (Rev. NS-R-3 (٥) 1)).

٥-٩- وتشمل الأحداث الخارجية التي ينبغي أخذها في الاعتبار لتقييم الموقع ما يلي (انظر القسم ٣ من الوثيقة (Rev.1) NS-R-3 (٥)):

- (أ) الزلازل والبراكين وتصدع السطوح؛
- (ب) الأحداث الجوية، بما في ذلك القيم القصوى للظواهر الجوية والأحداث النادرة، مثل: البرق والأعاصير القمعية والأعاصير الحلزونية المدارية؛
- (ج) الفيضانات، بما في ذلك الأمواج المائية الناجمة عن الزلازل أو الظواهر الجيولوجية الأخرى، أو الفيضانات والأمواج الناجمة عن فشل الهياكل الخاصة بالتحكم في المياه؛
- (د) المخاطر الجيوتقنية، بما في ذلك عدم استقرار المنحدرات، والانهيارات، وهبوط سطح الموقع أو ارتفاعه، وتسيل التربة؛

(هـ) الأحداث الخارجية التي يتسبب فيها الإنسان (في الحاضر والمستقبل)، بما في ذلك الحوادث المتصلة بالأمن، وأحداث النقل، مثل تحطم الطائرات، والحوادث التي تقع في الأنشطة المحيطة، مثل الانفجارات الكيميائية.

١٠-٥- وتُرصَد طوال عمر مفاعل البحوث خصائص المخاطر الطبيعية والمخاطر الناجمة عن النشاط البشري، وكذلك الظروف الديموغرافية والجوية والهيدرولوجية المتصلة بمفاعل البحوث، ويبدأ الرصد من موعد لا يتجاوز موعد الشروع في البناء ويستمر حتى الإخراج من الخدمة والإعفاء من التحكم الرقابي.

١١-٥- وتتم دراسة التغيرات في خصائص الموقع، مثل المناخ أو السكان أو استخدام المرافق القريبة، مما قد يؤثر في أمان مرفق مفاعل البحوث، ويعاد تقييمها دورياً.

١٢-٥- وعند التخطيط لمشروع مفاعل بحوث جديد لموقع قائم، مثل مركز بحوث أو حرم جامعي في بيئة حضرية أو في الضواحي، تحلل بعناية قدرة الموقع على استقبال مرفق مفاعل البحوث، لضمان الوفاء باللوائح المتعلقة بالخطر الإشعاعي على العاملين في الموقع والجمهور.

٦- تصميم مرافق مفاعل البحوث

لمحة عامة

١-٦- يصمَّم مفاعل البحوث بطريقة تكفل تحقيق الهدف الأساسي للأمان (انظر الفقرتين ٢-٢ و ٣-٢). وتطبق متطلبات التصميم العامة الواردة في هذا القسم في تصميم جميع أنواع مفاعلات البحوث. وعلاوة على ذلك، تطبَّق مجموعة متطلبات تصميمية محددة، حسبما يكون مناسباً، على تصميم الهياكل والنظم والمكونات لأنواع مفاعلات معينة.

٢-٦- وتطبيق المتطلبات التصميمية عملية تفاعلية، وتنفَّذ المتطلبات طوال عملية التصميم، مع المراعاة التامة لنتائج تحليل الأمان (انظر الفقرات ٦-٦ إلى ١١٩-٦ إلى ١٢٥-٦).

٣-٦- ويتطلب تحقيق تصميم مأمون الحفاظ على اتصال وثيق بين مصمم المفاعل والمنظمة المشغلة. ويتخذ المصمم ترتيبات لإعداد وثائق التصميم وعرضها وتقديمها بطريقة مرتبة إلى المنظمة المشغلة من أجل استخدامها في إعداد تقرير تحليل الأمان.

٤-٦- ويأخذ تصميم المفاعل في الاعتبار ليس المفاعل نفسه فحسب بل أيضاً أي مرافق مرتبطة به، مثل أجهزة التجارب، قد تؤثر في الأمان. وعلاوة على ذلك، يأخذ تصميم المفاعل في الاعتبار آثار المفاعل المصمّم على المرافق المرتبطة به في جميع مراحل عمر المفاعل التشغيلي (مثلاً من حيث ظروف الخدمة والمجالات الكهرمغناطيسية ومصادر التداخل الأخرى).

٥-٦- ويأخذ تصميم مرفق مفاعل البحوث في الاعتبار أنماط التشغيل المختلفة (مثلاً التشغيل حسب الطلب بدلاً من التشغيل المتواصل، والتشغيل على مستويات قوى مختلفة، والتشغيل النبضي، والتشغيل بألساق مختلفة لقلب المفاعل، والتغيرات في النسق العام للمفاعل أو مجمّعة الوقود، والتشغيل بأنواع وقود نووي مختلفة). ويولى الاعتبار في تصميم نظام الأمان لاستقرار المفاعل في أنماط التشغيل المختلفة.

المتطلبات التقنية الرئيسية

المتطلب ٧: وظائف الأمان الرئيسية

يضمن تصميم مرفق مفاعل البحوث الوفاء بوظائف الأمان الرئيسية التالية لمفاعل البحوث في جميع حالات المرفق: '١' السيطرة على التفاعلية، '٢' إزالة الحرارة من المفاعل ومن تخزين الوقود '٣' احتجاز المواد المشعة، والتدريع ضد الإشعاعات، والتحكم في الإطلاقات الإشعاعية المخطط لها، وكذلك الحد من الإطلاقات الإشعاعية العرضية.

٦-٦- يؤخذ بنهج نظامي بشأن تحديد المفردات المهمة للأمان الضرورية لأداء وظائف الأمان الرئيسية وبشأن تحديد الشروط والسمات المتأصلة التي تساهم في أداء وظائف الأمان الرئيسية لجميع حالات المرفق أو تؤثر فيها.

٦-٧- وتوفّر وسائل لرصد حالة مرفق المفاعل لضمان الوفاء بوظائف الأمان الرئيسية لجميع حالات المرفق.

المتطلب ٨: الوقاية من الإشعاعات

يكون تصميم مرفق مفاعل البحوث بحيث يضمن أن الجرعات الإشعاعية للعمال وغيرهم من العاملين في مرفق مفاعل البحوث ولأفراد الجمهور لا تتجاوز حدود الجرعات المقررة، وأن تبقى هذه الجرعات عند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه في الأحوال التشغيلية طوال عمر مرفق مفاعل البحوث، وأن تبقى أقل من

الحدود المقبولة وعند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه في الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث وبعد تلك الظروف.

٦-٨- يضمن التصميم أن تكون حالات المرفق التي يمكن أن تؤدي إلى جرعات مشعة عالية أو إطلاقات مشعة كبيرة مستبعدة عمليا،^{٢٠} وأن لا توجد آثار إشعاعية محتملة لحالات المرفق - أو توجد آثار إشعاعية محتملة طفيفة وحسب -^{٢١} يكون هناك احتمال كبير لحدوثها.

المتطلب ٩: التصميم

يضمن تصميم مرفق مفاعل البحوث أن يتسم مرفق المفاعل والمفردات المهمة للأمان بالخصائص المناسبة لضمان أن وظائف الأمان يمكن أداؤها بالعولية اللازمة، وأن مفاعل البحوث يمكن تشغيله بأمان ضمن الحدود والشروط التشغيلية طوال عمره ويمكن إخراجها من الخدمة بأمان، وأن الآثار على البيئة مخفضة إلى أدنى حد.

٦-٩- يكون تصميم مفاعل البحوث بحيث يضمن أن متطلبات المنظمة المشعّلة ومتطلبات الهيئة الرقابية ومتطلبات التشريعات ذات الصلة، وكذلك القوانين والمعايير الوطنية والدولية المنطبقة، مستوفاة جميعها. ويأخذ التصميم في الاعتبار القدرات البشرية والقيود والعوامل التي يمكن أن تؤثر على الأداء البشري. وتقدّم معلومات كافية عن التصميم لضمان تشغيل مرفق المفاعل واستخدامه وصيانته وإخراجه من الخدمة بأمان، وللسماع بإجراء تعديلات لاحقة وتنفيذ تجارب جديدة.

٦-١٠- يضع التصميم الاعتبار الواجب للخبرة المتاحة ذات الصلة التي تم اكتسابها في تصميم مفاعلات البحوث الأخرى وبنائها وتشغيلها، ونتائج برامج البحوث والتطوير ذات الصلة.

٦-١١- ويولي التصميم الاعتبار الواجب لنتائج تحليلات الأمان القطعية، وحسبما يكون ملائما، لتحليلات الأمان الاحتمالية التكميلية، بغية ضمان أنه تم إيلاء الاعتبار الواجب لمنع وقوع الحوادث والتخفيف من عواقب أي حوادث قد تقع.

^{٢٠} تعتبر إمكانية حدوث ظروف معينة قد استبعدت عمليا (أي استبعدت من مواصلة النظر فيها) إذا كان من المستحيل ماديا حدوث هذه الظروف أو إذا كان يمكن بمستوى عال من الثقة اعتبار حدوث هذه الظروف مستبعدا إلى أقصى حد.

^{٢١} المتطلبات المتعلقة بالوقاية من الإشعاعات وأمان المصادر الإشعاعية للمرافق والأنشطة مقرررة في الوثيقة GSR Part 3 [٧].

٦-١٢- ويكون التصميم بحيث يضمن إبقاء توليد النفايات المشعة وتصريفاتها عند الحد الأدنى الممكن عمليا من حيث النشاط والحجم كليهما، وأن يتم تصنيف النفايات والتصريفات.

المتطلب ١٠: تطبيق مفهوم الدفاع في العمق

يُطبَّق تصميم مفاعل البحوث مفهوم الدفاع في العمق. وتكون مستويات الدفاع في العمق مستقلة بالقدر الممكن عمليا.

٦-١٣- يطبَّق مفهوم الدفاع في العمق (انظر الفقرات من ٢-١٠ إلى ٢-١٤) لتوفير عدة مستويات من الدفاع تهدف إلى منع عواقب الحوادث التي يمكن أن تؤدي إلى آثار ضارة على الناس والبيئة، وضمان اتخاذ التدابير المناسبة لحماية الناس والبيئة، وللتخفيف من العواقب في حال فشل المنع.

٦-١٤- ويكون التصميم بحيث:

- (أ) يوفر حواجز مادية متعاقبة يمكن التحقق منها أمام إطلاق المواد المشعة من المفاعل؛
- (ب) يستخدم هوامش متحفظة، ويكون التصنيع والبناء بجودة عالية من أجل توفير ضمان بأن الأعطال وحالات الحيود عن التشغيل العادي يقلل منها إلى أدنى حد، وأن وقوع الحوادث يُمنع بالقدر الممكن عمليا؛
- (ج) يوفّر التحكم في سلوك المفاعل عن طريق السمات المتأصلة والسمات الهندسية، بحيث أن الأعطال وحالات الحيود عن التشغيل العادي التي تتطلب تفعيل نظم الأمان يتم تقليلها إلى الحد الأدنى أو استبعادها بالقدر الممكن؛
- (د) يوفّر التفعيل التلقائي لنظم الأمان، بحيث يمكن التحكم بمستوى عال من الثقة في الأعطال وحالات الحيود عن التشغيل العادي الذي يتجاوز قدرة نظم التحكم، والتقليل إلى أدنى حد ممكن من الحاجة إلى اتخاذ المشغّل إجراءات في المرحلة المبكرة من هذه الأعطال أو حالات الحيود عن التشغيل العادي؛
- (هـ) يوفر الهياكل والنظم والمكونات والإجراءات للتحكم في مسار عواقب الأعطال وحالات الحيود عن التشغيل العادي التي تتجاوز قدرة نظم الأمان، والحد من تلك العواقب بقدر الإمكان؛
- (و) يوفر وسائل فعالة لضمان أن كل وظيفة من وظائف الأمان الرئيسية يتم أدائها، بحيث يتم ضمان فعالية الحواجز والتخفيف من عواقب أي عطل أو حيود عن التشغيل العادي.

٦-١٥- ولضمان الحفاظ على مفهوم الدفاع في العمق، يمنع التصميم، بالقدر الممكن عملياً، ما يلي:

- (أ) التحديات التي تواجه سلامة الحواجز المادية؛
- (ب) إخفاق حاجز واحد أو أكثر؛
- (ج) إخفاق حاجز نتيجة لإخفاق حاجز آخر؛
- (د) إمكانية حدوث عواقب ضارة ناجمة عن أخطاء في التشغيل والصيانة.

٦-١٦- ويضمن التصميم، بالقدر الممكن عملياً، أن المستوى الأول للدفاع في العمق، أو على الأكثر المستوى الثاني له، قادر على منع تفاقم الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث لجميع الأعطال أو حالات الحيود عن التشغيل العادي التي يحتمل أن تحدث طوال العمر التشغيلي لمفاعل البحوث.

٦-١٧- وتكون مستويات الدفاع في العمق مستقلة بالقدر الممكن عملياً، من أجل تجنب أن يؤدي إخفاق مستوى واحد إلى التقليل من فعالية المستويات الأخرى. وعلى وجه الخصوص، تكون سمات الأمان لظروف تمديد التصميم (وبالأخص سمات التخفيف من عواقب الحوادث المتعلقة بانصهار الوقود) مستقلة بالقدر الممكن عملياً عن نظم الأمان.

المتطلب ١١: الجوانب المشتركة بين الأمان والأمن والنظام الحكومي لحصر ومراقبة المواد النووية

تصمَّم وتنفَّذ تدابير الأمان وإجراءات الأمان النووي والترتيبات الخاصة بالنظام الحكومي لحصر ومراقبة المواد النووية لمفاعل البحوث بطريقة متكاملة بحيث لا يخل بعضها بالبعض الآخر.

المتطلب ١٢: استخدام النهج المتدرج

يكون استخدام النهج المتدرج في تطبيق متطلبات الأمان لمفاعل البحوث متناسباً مع مخاطر المرفق المحتملة، ويستند إلى تحليل الأمان والمتطلبات الرقابية.

٦-١٨- لا يُعتبر استخدام النهج التدريجي في تطبيق متطلبات الأمان وسيلة للتنازل عن متطلبات الأمان، ولا يخلّ بالأمان. ويُبرَّر تدرج تطبيق المتطلبات ويُدمج بتحليل الأمان أو بالرأي الهندسي.

المتطلب ١٣: الممارسات الهندسية المجربة

تُصمم المفردات ذات الأهمية لأمان لمفاعل البحوث وفقاً للقواعد والمعايير الوطنية والدولية ذات الصلة.

١٩-٦- يفضل أن تكون المفردات المهمة للأمان ذات تصميم سبق إثبات صلاحيته في تطبيقات مماثلة، وإذا تعذر ذلك، تكون مفردات ذات جودة عالية وتكنولوجيا تم تأهيلها واختبارها.

٢٠-٦- ويتم تحديد وتقييم القواعد والمعايير الدولية التي تُستخدم كقواعد لتصميم المفردات المهمة للأمان، من أجل الوقوف على مدى انطباقها وملاءمتها وكفايتها، وتُستكمل أو تُعدل بحسب الضرورة لضمان أن تكون جودة التصميم متناسبة مع وظيفة الأمان المرتبطة به.

٢١-٦- ويتم تحديد القواعد والمعايير المنطبقة على الهياكل والنظم والمكونات، ويكون استخدامها وفقاً لتصنيف الهياكل والنظم والمكونات (انظر الفقرتين ٢٩-٦ و ٣٢-٦). وعلى وجه الخصوص، إذا استُخدمت قواعد ومعايير مختلفة لأنواع المفردات المختلفة (مثلاً، للأنابيب والنظم الكهربائية)، يتم إثبات الاتساق بينها.

٢٢-٦- وفي حالة الهياكل والنظم والمكونات التي لا توجد بشأنها قواعد أو معايير ملائمة مقررة، يجوز اتباع نهج مستمد من القواعد أو المعايير القائمة الخاصة بالمعدات المماثلة ذات المتطلبات البيئية والتشغيلية المماثلة أو، في غياب مثل هذه القواعد والمعايير، يجوز تطبيق نتائج الخبرة أو الاختبارات أو التحليل، أو توليفة منها. ويتم تبرير استخدام هذا النهج القائم على النتائج.

٢٣-٦- وفي حال إدخال تصميم أو سمة لم تثبت صلاحيتها، أو حيثما يكون هناك خروج عن الممارسة الهندسية المقررة، تُنشأ عملية في إطار نظام الإدارة لضمان إثبات الأمان من خلال برامج بحوث داعمة مناسبة، أو اختبارات أداء ذات معايير قبول محددة، أو فحص الخبرة التشغيلية المستمدة من تطبيقات أخرى ذات صلة. ويُختبر التصميم الجديد أو السمة أو الممارسة الجديدة اختباراً كافياً بالقدر الممكن عملياً قبل إدخال العنصر الجديد في الخدمة، ويتم رصده أثناء الخدمة للتحقق من أن سلوكه مرفق المفاعل مطابق للمنتوق.

٢٤-٦- وتوضع معايير قبول للأحوال التشغيلية وللظروف المفضية إلى وقوع الحوادث. وعلى وجه الخصوص، تحدّد الحوادث المحتاط لها في التصميم التي روعيت

في تصميم مفاعل البحوث، وظروف مختارة من ظروف تمديد التصميم، لغرض وضع معايير القبول. وبالنسبة لتصميم الهياكل والنظم والمكونات، يجوز استخدام معايير قبول في شكل قواعد تصميمية هندسية. ويجوز أن تشمل هذه القواعد متطلبات مدرجة في القواعد والمعايير المقررة في الدولة أو على الصعيد الدولي. وتستعرض الهيئة الرقابية معايير القبول.

المتطلب ١٤: الترتيب لأعمال البناء

تصمم المفردات المهمة للأمان الخاصة بمرفق مفاعل البحوث بحيث يمكن تصنيعها وبنائها وتجميعها وتركيبها ونصبها وفقاً للعمليات المقررة التي تضمن تحقيق مواصفات التصميم والمستوى المطلوب من الأمان.

٢٥-٦- تؤخذ في الاعتبار في الترتيب للبناء الخبرة ذات الصلة التي اكتسبت من بناء المرافق المماثلة والهياكل والنظم والمكونات المرتبطة بها. وفي حال اعتماد ممارسات جيدة مستمدة من الصناعات الأخرى ذات الصلة، يتم إثبات أن هذه الممارسات مناسبة للتطبيق النووي المعين.

٢٦-٦- ولا يبدأ البناء إلا بعد أن تتحقق المنظمة المشغلة من أن مسائل الأمان الرئيسية في التصميم قد تم حلها وبعد أن تمنح الهيئة الرقابية التصريح (مثلاً، رخصة بناء أو تصريح بإجراء تعديل). وتقع المسؤولية عن ضمان أن البناء تم وفقاً للتصميم على عاتق المنظمة المشغلة.

المتطلب ١٥: السمات الرامية إلى تسهيل التصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة

يولى اعتبار خاص في مرحلة تصميم مرفق مفاعل البحوث لإدراج سمات لتسهيل التصرف في النفايات المشعة وإخراج المرفق من الخدمة في المستقبل.

٢٧-٦- على وجه الخصوص، يأخذ التصميم في الاعتبار الواجب ما يلي:

- (أ) اختيار المواد، بحيث يتم تقليل كميات النفايات المشعة إلى أدنى حد ممكن عملياً وتسهيل إزالة التلوث؛
- (ب) قدرات الدخول ووسائل التعامل التي يمكن أن تكون لازمة؛
- (ج) التسهيلات اللازمة للتجهيز (أي المعالجة التمهيدية والمعالجة والتكييف) وللتخزين فيما يخص النفايات المشعة المتولدة أثناء التشغيل، والترتيب

للتصرف في النفايات المشعة التي ستتولد أثناء إخراج مرفق مفاعل البحوث من الخدمة.

٦-٢٨- ويوضع هذا المتطلب في الاعتبار أيضا في تصميم أي تعديلات واستخدامات وتجارب جديدة.

المتطلبات العامة المتعلقة بالتصميم

المتطلب ١٦: تصنيف أمان الهياكل والنظم والمكونات

يتم تحديد جميع المفردات ذات الأهمية لأمان مرفق مفاعل البحوث وتصنيفها وفقا لوظائفها وأهميتها للأمان.

٦-٢٩- يستند أسلوب تصنيف المفردات ذات الأهمية للأمان من حيث مدلولها بالنسبة للأمان^{٢٢}، في المقام الأول، إلى الأساليب القطعية، مستكملة، عند الاقتضاء، بالأساليب الاحتمالية (إن وجدت)، مع إيلاء الاعتبار الواجب لعوامل مثل ما يلي:

- (أ) وظيفة (وظائف) الأمان التي ينبغي أن تؤديها المفردة؛
- (ب) عواقب الفشل في أداء وظيفة الأمان؛
- (ج) التواتر الذي سوف يطلب به من المفردة أداء وظيفة الأمان؛
- (د) الوقت اللاحق لوقوع حدث بادئ افتراضي الذي سيطلب فيه، أو الفترة التي سيطلب فيها، من المفردة أداء وظيفة الأمان.

٦-٣٠- ويكون التصميم بحيث يضمن منع أي تداخل بين المفردات المهمة للأمان، وعلى وجه الخصوص أن أي إخفاق لمفردات ذات أهمية للأمان في نظام ذي فئة أمان أدنى لن ينتشر إلى نظام ذي فئة أمان أعلى.

٦-٣١- وتصنف المعدات التي تؤدي وظائف متعددة في فئة أمان تتسق مع الوظائف التي لها أعلى أهمية للأمان.

٦-٣٢- وتحدّد أولاً الهياكل والنظم والمكونات، بما فيها البرامج الحاسوبية، الخاصة بالأجهزة والتحكم المهمة للأمان، ثم تصنف وفقا لوظائفها وأهميتها للأمان. ويبين أساس

^{٢٢} يعكس هذا التصنيف أهمية الأمان النووي للنظم والهياكل والمكونات. والغرض منه هو إيجاد تدرج في تطبيق متطلبات التصميم. وهناك تصنيفات أو توبيقات أخرى ممكنة للنظم والهياكل والمكونات وفقا لجوانب أخرى (مثل التأهيل الزلزالي أو البيئي، أو تصنيف جودة النظم والهياكل والمكونات).

تصنيف الهياكل والنظم والمكونات من حيث الأمان، وتطبّق المتطلبات التصميمية وفقاً لتصنيفها من حيث الأمان.

المتطلب ١٧: أساس تصميم المفردات ذات الأهمية للأمان

يحدّد أساس تصميم المفردات ذات الأهمية لأمان مرفق مفاعل البحوث ما يلزم من قدرة وعولية وأداء وظيفي للأحوال التشغيلية ذات الصلة، وللظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، وللظروف التي تنشأ من المخاطر الداخلية والخارجية، من أجل تلبية معايير القبول المحددة طوال عمر مفاعل البحوث.

٦-٣٣- يتم بطريقة منهجية تبرير وتوثيق أساس تصميم كل مفردة ذات أهمية للأمان. وتوفّر الوثائق المعلومات اللازمة للمنظمة المشغلة لتشغيل المفاعل بأمان.

٦-٣٤- وتؤخذ في الاعتبار في عملية التصميم التحديات التي يمكن أن يُتوقع أن يواجهها المفاعل أثناء عمره التشغيلي. وتشمل هذه التحديات جميع الظروف والأحداث التي يمكن توقعها المتعلقة بمراحل في العمر التشغيلي للمفاعل وبالأحوال التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، وخصائص الموقع، وطرائق التشغيل.

المتطلب ١٨: الأحداث البادئة الافتراضية

يطبق في تصميم مفاعل البحوث نهج نظامي لتحديد مجموعة شاملة من الأحداث البادئة الافتراضية، بحيث أن جميع الأحداث التي يمكن توقعها والتي يحتمل أن تنتج منها عواقب وخيمة، وجميع الأحداث التي يمكن توقعها التي تحدث بتواتر كبير، يتم التحسب لها وتؤخذ في الاعتبار في التصميم.

٦-٣٥- يتم اختيار الأحداث البادئة الافتراضية بطريقة ملائمة للغرض من التحليل (انظر التذييل الأول). ويتم إثبات أن مجموعة الأحداث البادئة الافتراضية المختارة تشمل جميع الحوادث التي يكون من المعقول وقوعها ويمكن أن تؤثر في أمان مفاعل البحوث.

٦-٣٦- وتحدّد الأحداث البادئة الافتراضية على أساس الرأي الهندسي، والتعقيبات الناتجة من الخبرة التشغيلية، والتقييم القطعي، مستكملاً بالأساليب الاحتمالية عندما تكون ملائمة ومتوافرة.

٦-٣٧- وتشمل الأحداث البادئة الافتراضية كل الأعطال التي يمكن توقع حدوثها في هياكل ونُظم ومكونات مرافق المفاعل والتجارب، وكذلك أخطاء التشغيل والأعطال التي يمكن أن تنشأ من المخاطر الداخلية والخارجية لجميع الأحوال التشغيلية وأحوال الإغلاق.

٦-٣٨- ويُجرى تحليل للأحداث البادئة الافتراضية بغية وضع التدابير الوقائية والحماية اللازمة لضمان أن يتم أداء مهام الأمان المطلوبة.

٦-٣٩- ويكون السلوك المتوقع للمفاعل في حال وقوع أي حدث بادئ افتراضي بحيث يمكن تحقيق الظروف التالية، المرتبة بحسب الأولوية:

(١) أن لا تنتج عن الحدث البادئ الافتراضي أي آثار كبيرة على الأمان، وأن لا ينتج عنه سوى تغير نحو حالة أكثر أماناً واستقراراً من خلال خصائص الأمان المتأصلة في المفاعل.

(٢) أن يصبح المفاعل آمناً، عقب وقوع حدث بادئ افتراضي، عن طريق سمات الأمان الكامن أو بفعل النظم التي تعمل بصورة مستمرة في الحالة اللازمة للسيطرة على الحدث البادئ الافتراضي.

(٣) أن يصبح المفاعل آمناً، عقب وقوع حدث بادئ افتراضي، عن طريق تفعيل المفردات النشطة المهمة للأمان التي يلزم تشغيلها للتصدي للحدث البادئ الافتراضي.

(٤) أن يصبح المفاعل آمناً، عقب وقوع حدث بادئ افتراضي، من خلال اتباع إجراءات منصوص عليها.

٦-٤٠- ويتم تجميع الأحداث البادئة الافتراضية المستخدمة لوضع متطلبات أداء المفردات المهمة للأمان، في التقييم العام للأمان وفي التحليل المفصل لمرفق المفاعل، في متتاليات تمثيلية للأحداث تحدّد الحالات الفاصلة وتوفّر أساس التصميم والحدود التشغيلية للمفردات المهمة للأمان.

٦-٤١- ويقدم مبرر مدعوم تقنياً لاستبعاد أي حدث بادئ افتراضي تم تحديده وفقاً للمجموعة الشاملة من الأحداث البادئة الافتراضية من التصميم.

٦-٤٢- وحيثما سيلزم اتخاذ إجراءات فورية وموثوقة للتصدي لحدث بادئ افتراضي، يتم الترتيب في التصميم لاتخاذ إجراءات أمان تلقائية لتفعيل نظم الأمان، بغية منع التفاقم إلى أوضاع خطيرة في المفاعل.

٦-٤٣- وحيثما لن يلزم اتخاذ إجراء فوري للتصدي لحدث بادئ افتراضي، يجوز الاعتماد على البدء اليدوي لتشغيل للنظم أو على إجراءات أخرى يقوم بها المشغل. وفي مثل هذه الحالات، يكون الفاصل الزمني بين الكشف عن الحدث البادئ الافتراضي أو الحادث واتخاذ الإجراء المطلوب اتخاذه طويلا بما يكفي، وتحدّد إجراءات مناسبة (مثل الإجراءات الإدارية والتنشغيلية وإجراءات الطوارئ) لضمان القيام بهذه الإجراءات. ويُجرى تقييم إمكانية أن يفاقم المشغل تعاقب الأحداث من خلال التشغيل الخاطئ للمعدات أو التشخيص الخاطئ لعملية التعافي اللازمة.

٦-٤٤- ويتم تيسير إجراءات المشغل اللازمة لتشخيص حالة المفاعل بعد وقوع حدث بادئ افتراضي، ولوضع المفاعل في حالة إغلاق مستقر طويل الأمد في الوقت المناسب، من خلال الترتيب في التصميم لتوفير الأجهزة المناسبة لرصد حالة المفاعل، والوسائل المناسبة لتشغيل المعدات يدويا.

المتطلب ١٩: المخاطر الداخلية والخارجية

تحدّد جميع المخاطر الداخلية والخارجية التي يمكن توقّعها لمفاعل البحوث، بما في ذلك إمكانية وقوع أحداث يتسبب فيها البشر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة للتأثير في أمان مفاعل البحوث، وتقيّم آثارها، كلاً على حدة وفي توليفات ذات مصداقية. وتؤخذ المخاطر في الاعتبار في تصميم مخطط المرفق وفي تحديد الأحداث البادئة الافتراضية والتحميلات الناتجة بغية استخدامها في تصميم المفردات ذات الصلة وذات الأهمية لأمان مرفق المفاعل.

٦-٤٥- تصمّم المفردات المهمة للأمان وتحدد مواضعها مع المراعاة الواجبة للآثار الأخرى على الأمان، وللصمود أمام آثار المخاطر، أو لحمايتها، وفقاً لأهميتها للأمان، من المخاطر ومن الآليات المسببة للأعطال ذات السبب المشترك الناتجة عن المخاطر. وينطبق ذلك أيضاً على المعدات غير الدائمة.

المخاطر الداخلية

٦-٤٦- يُجرى تحليل للأحداث البادئة الافتراضية من أجل تحديد جميع الأحداث الداخلية التي يمكن أن تؤثر في أمان مرفق مفاعل البحوث. ويمكن أن تشمل هذه الأحداث أعطال المعدات أو اختلالها.

٦-٤٧- ويؤخذ في الاعتبار في تصميم مرفق مفاعل البحوث احتمال حدوث مخاطر داخلية كالحرائق أو الانفجارات أو الغمر أو توليد المقذوفات أو انفجار الأنابيب أو تأثير

النفث أو إطلاق مائع من نظم مصابة بعطل أو من منشآت أخرى في الموقع. وتتخذ تدابير وقائية وتخفيفية مناسبة لضمان عدم الإخلال بالأمان النووي. ويمكن أن تؤدي بعض الأحداث الخارجية إلى بدء حرائق أو فيضانات، أو إلى توليد مقذوفات. وتُراعى في التصميم أيضاً، عند الاقتضاء، هذه التوليفات من الأحداث الخارجية والداخلية.

الحرائق والانفجارات

٤٨-٦ - تصمّم الهياكل والنُظم والمكونات المهمة للأمان وتحدّد مواضعها، رهنا بالامتثال لمتطلبات الأمان الأخرى، بحيث تخفض آثار الحرائق والانفجارات إلى الحد الأدنى. ويُجرى تحليل لمخاطر الحريق وتحليل لمخاطر الانفجارات بالنسبة لمرفق مفاعل البحوث بغية تحديد الدرجات الضرورية لحواجز الحريق ووسائل الوقاية الخاملة والفصل المادي من الحرائق والانفجارات. ويشمل التصميم الترتيب لما يلي:

- (أ) منع الحرائق والانفجارات؛
- (ب) الكشف عن الحرائق وسرعة إطفائها عند اندلاعها، والحد بذلك من الأضرار التي تسببها؛
- (ج) منع انتشار الحرائق التي لا يتم إخمادها، ومنع الانفجارات التي تسببها الحرائق، والإقلال بذلك من آثارها على أمان المرفق. ولا يجوز أن تخل الحرائق والانفجارات الداخلية بنظم الأمان الاستحاطية المتتالية.

٤٩-٦ - ويبدأ تشغيل نظم مكافحة الحريق تلقائياً عندما تقتضي الضرورة ذلك. وتصمّم هذه النظم وتحدّد مواضعها بحيث يتم ضمان ألا يؤدي استخدامها أو انفجارها أو اشتغالها بطريقة غير الطريقة المقصودة أو تشغيلها دون قصد إلى زيادة خطر الحرجية^{٢٣}، وألا يسبب الأذى بالموظفين، وألا يسبب خللاً كبيراً بقدرة الهياكل والنُظم والمكونات المهمة للأمان، وألا يؤثر بالتزامن على مجموعات أجهزة الأمان الاستحاطية فيُبطّل بذلك فعالية التدابير المتخذة للامتثال لمعيار العطل المفرد (انظر الفقرات من ٧٦-٦ إلى ٧٩-٦).

٥٠-٦ - وتُستخدم مواد غير قابلة للاحتراق أو كابحة للحريق ومقاومة للحرارة، حيثما يمكن ذلك عملياً، في جميع أجزاء مرفق مفاعل البحوث (بما يشمل الاختبارات والتجارب)، لا سيما في أماكن معينة مثل مبنى المفاعل وغرفة التحكم. وتُبقى الغازات

^{٢٣} هذا الجانب مهم بصفة خاصة للمجمعات الحرجة والمجمعات دون الحرجة ومرافق تخزين الوقود الجاف التي ينبغي أن تصمم لتكون دون حرجة بأمان بعد تفعيل نظام الحماية من الحريق وخلال أنشطة مكافحة الحريق.

والسوائل السريعة الالتهاب والمواد القابلة للاحتراق، التي يمكن أن تُنتج مخاليط متفجرة أو أن تساهم فيها، عند المستوى الأدنى الضروري، وتخزن في مرافق مناسبة بغية إبقاء المواد المتفاعلة منفصلة.

٥١-٦- ولا تمنع الحرائق والانفجارات تحقيق وظائف الأمان الرئيسية ولا رصد حالة المرفق. ويحافظ على هذه القدرات عن طريق الإدراج الملائم للهيكل والنظم والمكونات الاستحاطية، وتنويع النظم، والفصل المادي، والتصميم الذي يكفل التشغيل المأمون في حالة العطل.

الأحداث الخارجية

٥٢-٦- يحدّد الأساس التصميمي للأحداث الخارجية الطبيعية والتي يتسبب فيها البشر. وتشمل الأحداث التي تؤخذ في الاعتبار الأحداث التي تم تحديدها في تقييم الموقع (انظر القسم ٥).

٥٣-٦- ويتم تناول الأحداث الخارجية الطبيعية، بما فيها الأحداث الجوية والهيدرولوجية والجيولوجية والزلزالية، وجميع توليفاتها ذات المصادقية (انظر الفقرة ٦٩-٦). ويتم تناول الأحداث الخارجية التي يسببها البشر الناجمة عن الصناعات وطرق النقل المجاورة. وعلى المدى القصير، لا يجوز أن يعتمد أمان المرفق على توافر الخدمات التي تتاح من خارج الموقع، مثل إمدادات الكهرباء وخدمات مكافحة الحريق. ويأخذ التصميم في الاعتبار الواجب ظروف الموقع الخاصة من أجل تقرير الحد الأقصى لوقت التأخير الذي يتعين أن لا يتجاوزه توفير الخدمات التي تتاح من خارج الموقع.

٥٤-٦- ويُجهّز مرفق مفاعل البحوث الذي يقع في منطقة نشطة زلزاليا بنظام للكشف عن الزلازل يفعل نظم الإغلاق التلقائي للمفاعل إذا تم تجاوز قيمة عتبية محددة.

٥٥-٦- وتوفّر سمات للتقليل إلى الحد الأدنى من أي تفاعلات بين المباني المحتوية على مفردات مهمة للأمان (بما في ذلك الكابلات الكهربائية والأجهزة وكابلات التحكم) وأي هيكل آخر نتيجة لأحداث خارجية مأخوذة في الاعتبار في التصميم.

٥٦-٦- ويكون التصميم بحيث يضمن أن جميع المفردات المهمة للأمان قادرة على تحمل آثار الأحداث الخارجية المأخوذة في الاعتبار في التصميم، وإلا فتوفّر سمات أخرى، مثل الحواجز الخاملة، لحماية مرفق المفاعل وضمان تحقيق وظائف الأمان الرئيسية.

٥٧-٦- ويوفّر التصميم هامشاً كافياً لحماية المفردات المهمة للأمان من مستويات المخاطر الخارجية الأشد من المستويات المختارة للأساس التصميمي، المستمدة من تقييم مخاطر الموقع.

المتطلب ٢٠: الحوادث المحتاط لها في التصميم

تُستمد من الأحداث البادئة الافتراضية مجموعة من الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث تؤخذ في الاعتبار في تصميم مفاعل البحوث، لغرض تقرير الظروف الحدية لسمود مفاعل البحوث، دون تجاوز الحدود المقبولة لأغراض الوقاية من الإشعاعات.

٥٨-٦- تُستخدم الحوادث المحتاط لها في التصميم لتحديد أسس التصميم، بما في ذلك معايير الأداء، بالنسبة لنظم الأمان وغيرها من المفردات المهمة للأمان الضرورية للسيطرة على ظروف الحوادث المحتاط لها في التصميم، بهدف إعادة المفاعل إلى حالة مأمونة والتخفيف من آثار أي حادث.

٥٩-٦- ويكون التصميم بحيث لا تتجاوز بارامترات المفاعل الرئيسية، في ظروف الحوادث المحتاط لها في التصميم، حدود التصميم المحددة. ويتمثل هدف رئيسي في التصدي لجميع الحوادث المحتاط لها في التصميم بحيث لا تنجم عنها أي آثار إشعاعية في الموقع أو خارجه، أو تنجم عنها آثار إشعاعية طفيفة وحسب، وبحيث لا تتطلب اتخاذ أي إجراءات للتصدي للطوارئ خارج الموقع.

٦٠-٦- وحيثما يلزم اتخاذ إجراءات فورية موثوقة للتصدي لأحداث بادئة افتراضية، يتضمن تصميم المفاعل وسائل لبدء تشغيل نظم الأمان اللازمة تلقائياً. ويخفّض التصميم بقدر ما يمكن عملياً الإجراءات المطلوبة من المشغل، لا سيما أثناء أي حادث محتاط له في التصميم وبعده.

٦١-٦- ويتم تحليل الحوادث المحتاط لها في التصميم بطريقة متحفظة. وينطوي هذا النهج على تطبيق معيار العطل المفرد (انظر المتطلب ٢٥) على نظم الأمان، وتحديد معايير التصميم، واستخدام فرضيات ونماذج وبارامترات مدخلات متحفظة في التحليل.

٦٢-٦- ويتضمن تصميم المجمعات دون الحرجة ترتيبات تقنية لمنع الحرجية (انظر الفقرة ٦٦-٦).

المتطلب ٢١: حدود التصميم

تحدّد لجميع الأحوال التشغيلية وجميع الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث مجموعة من حدود التصميم لمفاعل البحوث تتفق مع البارامترات المادية الأساسية لكل مفردة مهمة لأمان مفاعل البحوث.

٦٣-٦- تقرّر حدود التصميم لكل حالة تشغيلية للمفاعل وأجهزته التجريبية، وتكون متنسقة مع المعايير والقواعد الوطنية والدولية ذات الصلة، وكذلك مع المتطلبات الرقابية ذات الصلة.

المتطلب ٢٢: ظروف تمديد التصميم

تُستمد مجموعة من ظروف تمديد التصميم لمفاعل البحوث لغرض تعزيز أمان مفاعل البحوث من خلال تعزيز قدراته على الصمود، دون حدوث آثار إشعاعية غير مقبولة، أمام الحوادث التي تكون أشد من الحوادث المحتاط لها في التصميم أو تشتمل على أعطال إضافية. وتُستمد مجموعة من ظروف تمديد التصميم استنادا إلى الرأي الهندسي وباستخدام نهج متدرج وتقييمات قطعية وتقييمات احتمالية تكميلية، بحسب الاقتضاء. وتُستخدم ظروف تمديد التصميم لتحديد سيناريوهات الحوادث الإضافية التي يتم تناولها في التصميم، وللتخطيط لترتيبات عملية لمنع وقوع مثل هذه الحوادث أو التخفيف من عواقبها إذا وقعت.

٦٤-٤- يُجرى تحليل لظروف تمديد التصميم^{٢٤} لتحديد ما إن كانت الآثار الإشعاعية المحتملة ستتجاوز الآثار التي تعتبرها السلطة المختصة مقبولة. والهدف التقني الرئيسي من النظر في ظروف تمديد التصميم هو توفير ضمان بأن تصميم المرفق هو بحيث يمنع نشوء ظروف مفضية إلى وقوع حوادث تتجاوز ما هو محتاط له في التصميم من ظروف مفضية إلى وقوع الحوادث جرى النظر فيها، أو هو بحيث يخفّف من آثارها، بالقدر الذي يكون من المعقول تحقيقه عمليا. وقد يتطلب ذلك وجود سمات أمان إضافية تخص ظروف تمديد التصميم، أو تمديد قدرة نظم الأمان بغية الحفاظ على وظائف

^{٢٤} يمكن إجراء تحليل ظروف تمديد التصميم باتباع نهج أفضل تقدير (يمكن استخدام نهج أكثر صرامة وفقا لمتطلبات الدول).

الأمان الرئيسية، لا سيما وظيفة الاحتجاز^{٢٥}. وتكون سمات الأمان الإضافية هذه الخاصة بظروف تمديد التصميم، أو هذا التمديد لقدرة نظم الأمان، بحيث يتم ضمان القدرة على التصدي للظروف المفضية إلى وقوع الحوادث والتي توجد فيها كمية كبيرة من المواد المشعة محتجزة في المرفق (بما في ذلك المواد المشعة الناتجة عن تدهور قلب المفاعل).

٦٥-٦- وتستخدم ظروف تمديد التصميم لتحديد مواصفات تصميم سمات الأمان وتصميم كل المفردات الأخرى المهمة للأمان اللازمة لمنع نشوء هذه الظروف، أو للسيطرة عليها والتخفيف من أثارها إذا نشأت. وبالنسبة لمفاعلات البحوث القائمة، تُجرى إعادة تقييم تكاملية للأمان من أجل تحديد ما إن كانت هناك حاجة لاتخاذ تدابير تخفيفية أو إدخال تعديلات على المرفق.

٦٦-٦- وفيما يخص المجمعات دون الحرجة، يكون احتمال الحرجة بعيدا بما يكفي لأن يُعتبر أحد ظروف تمديد التصميم. ولضمان دون الحرجة، يشمل التصميم ترتيبات للأمان مثل استخدام اليورانيوم الطبيعي وحده أو استخدام كميات محدودة من المواد الانشطارية، أو استخدام نسبة ثابتة بين الوقود والمهدئ. وإذا تعذر توفير أي من هذه الترتيبات، تحدّد تدابير للتخفيف من العواقب وتنفّذ على أساس تحليل الأمان.

٦٧-٦- ويشمل التحليل الذي يُجرى تحديد سمات الأمان المصممة لاستخدامها في الأحداث المأخوذة في الاعتبار في ظروف تمديد التصميم، أو سمات الأمان القادرة على منع وقوع تلك الأحداث أو تخفيفها. وتكون هذه السمات:

(أ) مستقلة، إلى الحد الممكن عمليا، عن سمات الأمان المستخدمة في الحوادث الأكثر تواترا؛

^{٢٥} الاحتجاز هو منع انبعاثات المواد المشعة إلى البيئة أثناء التشغيل أو في حالات الحوادث، أو السيطرة على تلك الانبعاثات [٨]. والاحتجاز هو وظيفة الأمان الأساسية التي يلزم الوفاء بها في أنماط التشغيل العادية، وفي الوقائع التشغيلية المنتظرة، وفي الحوادث المحتاط لها في التصميم، وبقدر الإمكان في ظروف تمديد التصميم المختارة. وتؤدّى مهمة الاحتجاز عادة عن طريق عدة حواجز تحيط بالأجزاء الرئيسية للمفاعل النووي التي تحتوي على مواد مشعة. وبالنسبة لمفاعل البحوث، قد يكون مبنى المفاعل هو الحاجز النهائي الذي يضمن الاحتجاز. ويمكن النظر في استخدام هياكل أخرى (مثل كتلة تدرج المفاعل في مفاعل البحوث الكامل الإغلاق) لتوفير الاحتجاز حيثما يكون ذلك ممكنا من الناحية التقنية. وبالنسبة لمعظم تصاميم المفاعلات النووية الكبيرة، يكون الحاجز النهائي الذي يوفر الاحتجاز هو هيكل قوي يؤوي المفاعل. ويسمى هذا الهيكل هيكل الاحتجاز، أو ببساطة الاحتجاز. ويحتمى الاحتجاز المفاعل أيضا من الأحداث الخارجية، ويوفر التدريب من الإشعاع في الأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

- (ب) قدرة على الأداء، إلى الحد الممكن عمليا، في الظروف البيئية المتعلقة بظروف تمديد التصميم، بحسب الاقتضاء؛
- (ج) موثوقة ومتناسبة مع الوظائف المطلوب أدائها.

٦-٦٨- ويكون التصميم بحيث يتم عمليا استبعاد إمكانية نشوء ظروف يمكن أن تؤدي إلى تسرب إشعاعي مبكر أو تسرب إشعاعي كبير^{٢٦}. ويكون التصميم بحيث تكون التدابير الوقائية المحدودة من حيث أوقات ومناطق تطبيقها كافية، في ظروف تمديد التصميم، لحماية الجمهور، وبحيث يتاح وقت كاف لاتخاذ هذه التدابير.

توليفات الأحداث والأعطال

٦-٦٩- حيثما تشير نتائج الرأي الهندسي وتقييمات الأمان القطعية، المستكملة بحسب الاقتضاء بتقييمات الأمان الاحتمالية، إلى أن توليفات من الأحداث البادئة الافتراضية يمكن أن تؤدي إلى ظروف مفضية إلى وقوع حوادث، تعتبر توليفات الأحداث البادئة الافتراضية هذه حوادث محتاطا لها في التصميم، أو تدرج ضمن ظروف تمديد التصميم، تبعا بصفة أساسية لمدى احتمال وقوعها. وقد تكون بعض الأحداث عواقب لأحداث أخرى، مثل الفيضان الذي يلي وقوع زلزال. وتعتبر هذه الآثار التبعية جزءا من الحدث البادئ الافتراضي الأصلي.

المتطلب ٢٣: سمات الأمان الهندسية

توفّر سمات أمان هندسية لمفاعل البحوث لمنع حدوث الوقائع التشغيلية المنتظرة والحوادث المحتاط لها في التصميم وللتخفيف من عواقبها إذا حدثت

٦-٧٠- من الأمثلة على سمات الأمان الهندسية لمفاعل البحوث وجود نظام طوارئ لتبريد قلب المفاعل ووسائل للاحتجاز (لا سيما نظام تهوية للطوارئ). والمتطلبات المحددة الخاصة بهذه النظم وسماتها التكميلية مقررة في الفقرات من ٦-١٢٨ إلى ٦-١٣٧ ومن ٦-١٦٤ إلى ٦-١٦٦. وتصمم أيضا وفقا لهذه المتطلبات سمات أمان هندسية أخرى، مثل نظام ثان للإغلاق أو هيكل للاحتواء.

^{٢٦} التسرب الإشعاعي المبكر هو تسرب يكون فيه اتخاذ تدابير وقائية خارج الموقع ضروريا ولكن يكون من غير المحتمل أن تكون تلك التدابير فعالة فعالية كاملة في الوقت المناسب. والتسرب الإشعاعي الكبير هو تسرب تكون فيه التدابير الوقائية المتخذة خارج الموقع والمحدودة من حيث أوقات ومناطق تطبيقها غير كافية لحماية الناس والبيئة.

٦-٧١- وتحدد ضرورة سمات الأمان الهندسية وقدراتها من خلال تحليل الأمان. وتحدد الحوادث التي يلزم أن تكون هذه النظم قادرة على التصدي لها، وتوفر تحليلات لإثبات أن النظم تفي بالمتطلبات. وتوفر النظم الأساسية والفرعية اللازمة للتشغيل السليم لسمات الأمان الهندسية.

٦-٧٢- وتحدد تفصيلاً أنماط التشغيل المختلفة لسمة الأمان الهندسية، بما في ذلك مدى أتمتة سمة الأمان الهندسية والظروف التي تستدعي التخطي اليدوي للأتمتة. وبراى في تصميم سمات الأمان الهندسية ما يلي:

- (أ) عولية المكونات (بما في ذلك عولية النظم الداعمة والنظم المساعدة اللازمة لتشغيل سمات الأمان الهندسية، انظر المتطلب ٦٠)، والاستقلالية، والاستحاطة، وخصائص التشغيل المأمون في حالة العطل، وتنوع نظم الاستحاطة والفصل المادي بينها، وتفضيل النظم الخاملة على النظم النشطة، والفصل الوظيفي لنظم الأمان الاستحاطية؛
- (ب) استخدام المواد التي تصمد أمام الظروف الافتراضية المفضية إلى وقوع الحوادث (مثلاً فيما يتعلق بالمستويات الإشعاعية أو التحلل الإشعاعي)؛
- (ج) الترتيبات الخاصة بالصيانة والاختبار الدوري والتفتيش الدوري (بما في ذلك، عند الإمكان، في ظروف محاكاة الحوادث المحتاط لها في التصميم) للتحقق من أن سمات الأمان الهندسية تواصل أداء وظيفتها، أو هي في حالة جاهزية لأداء وظيفتها بعولية وفعالية عند الطلب.

المتطلب ٢٤: عولية المفردات المهمة للأمان

تكون عولية المفردات المهمة للأمان لمرق مفاعل البحوث متناسبة مع أهميتها للأمان.

٦-٧٣- يكون تصميم المفردات المهمة للأمان بحيث يضمن أن يكون بالوسع تأهيل هذه المعدات وشرؤها وتركيبها وإدخالها في الخدمة وتشغيلها وصيانتها لتكون قادرة على الصمود، بعولية وفعالية كافيتين، أمام جميع الظروف المحددة في أساس تصميم المفردات.

٦-٧٤- ويولى الاعتبار، عند اختيار المعدات، لاشتغالها بطريقة غير الطريقة المقصودة ولأنماط الأعطال غير المأمونة. وتُعطى الأفضلية في عملية الاختيار للمعدات التي تتسم بنمط أعطال يمكن التنبؤ بها وكشفها والمعدات التي يسهل التصميم إصلاحها أو استبدالها.

٦-٧٥- وتوضع حدود قصوى لعدم اللياقة التشغيلية المأذون به لتشغيل مفاعل البحوث فيما يخص المفردات المهمة للأمان، بغية ضمان الأداء الموثوق لوظائف الأمان. وتوثق حدود عدم اللياقة التشغيلية في الحدود والظروف التشغيلية.

المتطلب ٢٥: معيار العطل المفرد

يطبق معيار العطل المفرد على كل مجموعة أجهزة أمان مدرجة في تصميم مفاعل البحوث.

٦-٧٦- يُعتبر العمل بطريقة غير الطريقة المقصودة أحد أنماط العطل عند تطبيق معيار العطل المفرد على مجموعة من أجهزة الأمان أو على نظام أمان.

٦-٧٧- ويولي التصميم الاعتبار الواجب لتعطل أي مكون خامل، ما لم يكن قد تم في تحليل العطل المفرد الإثبات بمستوى عالٍ من الثقة بأن تعطل هذا المكون مستبعد للغاية وأن وظيفته ستظل غير متأثرة بالحدث البادئ الافتراضي.

٦-٧٨- ولا تعتبر المجموعات المتعددة من المعدات التي لا يمكن اختبار كل منها على حدة مجموعات استحاظية.

٦-٧٩- وتعكس درجة الاستحاظية المعتمدة مدى احتمال حدوث أعطال غير مكتشفة يمكن أن تؤدي إلى تدهور العولية. وتعتبر الأعطال المحتملة غير قابلة للكشف إذا لم يكن هناك اختبار أو أسلوب تفتيش يمكن كشفها عن طريقه. وبالنسبة للأعطال غير المكتشفة، يُعتبر أن العطل يحدث في أي وقت، أو تُطبق أساليب أخرى مثل مراقبة المفردات المرجعية، وأساليب الحساب الموثوقة، واستخدام هوامش أمان متحفظة^{٢٧}.

المتطلب ٢٦: الأعطال ذات السبب المشترك

يولي تصميم معدات مرفق مفاعل البحوث الاعتبار الواجب لاحتمال حدوث الأعطال ذات السبب المشترك للمفردات المهمة للأمان، بغية تحديد الكيفية التي ينبغي أن تطبق بها مفاهيم التنوع والاستحاظية والفصل المادي والاستقلال الوظيفي من أجل تحقيق العولية اللازمة.

^{٢٧} هامش الأمان هو الفرق بين حد الأمان والحد التشغيلي. ويعبّر عنه أحياناً بالنسبة بين هاتين القيمتين.

٦-٨٠- يُعتمد مبدأ التنوع حيثما يكون ممكنا عمليا، بعد النظر في سلبياته التي يمكن أن تنشأ عن تعقيدات في تشغيل المعدات المتنوعة وصيانتها واختبارها.

المتطلب ٢٧: الفصل المادي واستقلال نُظم الأمان

يُمنع التداخل بين نظم الأمان أو بين عناصر الاستحاطة في أي نظام من نظم مرفق مفاعل البحوث بوسائل مثل الفصل المادي والعزل الكهربائي والاستقلال الوظيفي واستقلال الاتصالات (نقل البيانات)، بحسب الاقتضاء.

المتطلب ٢٨: التصميم المأمون في حالات الأعطال

يُدرج في تصميم النظم والمكونات المهمة للأمان لمفاعل البحوث، بحسب الاقتضاء، مبدأ التصميم المأمون في حالات الأعطال.

٦-٨١- تصمّم النظم والمفردات المهمة للأمان لتكفل السلوك المأمون في حالات الأعطال، بحسب الاقتضاء، بحيث لا تمنع أعطالها أو أعطال سمة داعمة لها أداء وظيفة الأمان المنشودة.

المتطلب ٢٩: تأهيل المفردات المهمة للأمان

يُنَفَّذ برنامج تأهيلي لمرفق مفاعل البحوث للتحقق من أن المفردات المهمة للأمان قادرة على أداء المهام المقصودة منها عند الضرورة، وفي الظروف البيئية السائدة، طوال عمرها التصميمي، مع إيلاء الاعتبار الواجب لظروف المفاعل أثناء الصيانة والاختبار.

٦-٨٢- تُدرج في برنامج التأهيل أي ظروف بيئية وخدمية يكون من المعقول توقعها ويمكن أن تنشأ في أحوال تشغيلية محددة.

٦-٨٣- وتشمل الظروف البيئية التي تؤخذ في الاعتبار في برنامج تأهيل المفردات المهمة للأمان في مفاعل البحوث، في ما تشمل، التغيرات في الظروف البيئية المحيطة المتوقعة في الوقائع التشغيلية المنتظرة والحوادث المحتاط لها في التصميم للمرفق.

٦-٨٤- ويشمل برنامج تأهيل المفردات المهمة للأمان النظر في آثار التآكل التي تسببها العوامل البيئية (مثل ظروف الاهتزاز أو التشعيع أو الرطوبة أو الحرارة) على مدى فترة الخدمة المتوقعة للمفردات المهمة للأمان. وعندما تكون المفردات المهمة للأمان خاضعة للأحداث الخارجية الطبيعية ويكون مطلوبا منها أداء وظيفة أمان أثناء مثل هذا

الحدث أو بعده، يستنسخ برنامج التأهيل، بالقدر الممكن عملياً، الظروف التي يفرضها الحدث الطبيعي على المفردات المهمة للأمان، إما عن طريق الاختبار أو عن طريق التحليل أو عن طريق مزيج من الاثنين معاً.

المتطلب ٣٠: التصميم للإدخال في الخدمة

يتضمن التصميم لإدخال مرفق مفاعل البحوث في الخدمة السمات التصميمية الضرورية لتسهيل عملية إدخال مرفق المفاعل في الخدمة، بما يشمل مرافق التجارب. ويجوز أن تتضمن هذه السمات ترتيبات لتشغيل المفاعل بقلوب انتقالية ذات خصائص مختلفة.

٦-٨٥- يؤخذ في الاعتبار في التصميم الترتيب لترتيب وسحب المعدات الإضافية التي لا تلزم إلا للإدخال في الخدمة، مثل المرشحات، وترتيبات الملء والتصريف، والأجهزة.

المتطلب ٣١: معايرة واختبار وصيانة وإصلاح واستبدال وتفتيش ورصد المفردات المهمة للأمان

تصمم المفردات المهمة للأمان لمرفق مفاعل البحوث بحيث تتم معايرتها واختبارها وصيانتها وإصلاحها أو استبدالها وتفتيشها ورصدها حسبما هو مطلوب لضمان قدرتها على أداء وظائفها والحفاظ على سلامتها في جميع الظروف المحددة في الأساس التصميمي.

٦-٨٦- تصمم المفردات المهمة للأمان بحيث تتيح القيام بالاختبار الوظيفي الملائم لضمان أن هذه النظم ستؤدي وظائفها المتعلقة بالأمان بالعولية المطلوبة، وترتّب بحيث يمكن اختبارها وصيانتها على نحو مناسب، حسب الاقتضاء، قبل إدخالها في الخدمة وعلى فترات منتظمة بعد ذلك، وفقاً لأهميتها للأمان.

٦-٨٧- والعوامل المهمة التي يجب مراعاتها هي سهولة أداء الاختبارات وعمليات التفتيش، ودرجة تعبير الاختبارات وعمليات التفتيش عن الظروف الحقيقية، والحاجة إلى المحافظة على أداء وظيفة الأمان أثناء الاختبارات. وترتّب في النظم الكهربائية والإلكترونية، حيثما يكون ذلك ممكناً ومناسباً، دوائر كهربائية للاختبار الذاتي.

٦-٨٨- وتُصمم المفردات المهمة للأمان وترتّب بحيث يمكن، عند الاقتضاء، تفتيشها واختبارها وصيانتها واستبدالها على نحو مناسب. ويكون مخطط المفاعل على نحو

بيسر أنشطة المعايرة والاختبار والصيانة والإصلاح أو الاستبدال والتفتيش والمراقبة ويمكن من أداء هذه الأنشطة وفقاً للقواعد والمعايير الوطنية والدولية ذات الصلة دون تعرض موظفي التشغيل للإشعاعات دون مبرر. وإذا لم يكن من العملي توفير إمكانية كافية للوصول إلى أحد المكونات لاختباره، تؤخذ في الحسبان في تحليل الأمان إمكانية حدوث عطل فيه لا يتم كشفه.

٦-٨٩- ويتم الترتيب في تصميم المفاعل لتسهيل إمكانية الصيانة واستبدال المفردات المهمة للأمان وكذلك تسهيل التفتيش الروتيني أثناء الخدمة.

المتطلب ٣٢: التصميم من أجل التأهب والتصدي للطوارئ

لأغراض التأهب والتصدي للطوارئ، يوفر تصميم مرفق مفاعل البحوث ما يلي:

- (أ) عدد كاف من مسالك الهروب، معلّمة بوضوح وبصورة دائمة، مع إضاءة وتهوية وغير ذلك من خدمات الطوارئ الموثوقة الضرورية للاستخدام المأمون لهذه المسالك؛
- (ب) وسائل اتصال فعالة في جميع أنحاء المرفق لاستخدامها عقب جميع الأحداث البادئة الافتراضية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

٦-٩٠- يزود مرفق مفاعل البحوث بعدد كاف من مسارات الهروب المعلّمة بوضوح وبصورة دائمة، مع الإضاءة والتهوية وغيرها من خدمات المباني الموثوقة الضرورية لاستخدام هذه التسهيلات بأمان في حالات الطوارئ. وتستوفي مسارات الهروب المتطلبات الوطنية ذات الصلة المتعلقة بتحديد المناطق الإشعاعية والحماية من الحريق والأمان النووي (انظر أيضا القسم ٩)، وتراعي المتطلبات الدولية ذات الصلة، بحسب الانطباق.

٦-٩١- وتوفر نظم إنذار ووسائل اتصال مناسبة لكي يتسنى تحذير جميع الأشخاص الموجودين في مرفق المفاعل وفي الموقع وإرشادهم عند حدوث حالة طوارئ. ويتم ضمان أن تتوافر في جميع الأوقات وسائل الاتصال الموثوقة والمتنوعة الضرورية للأمان داخل مرفق المفاعل^{٢٨}، مع إيلاء الاعتبار الواجب للأحداث البادئة الافتراضية التي يمكن أن تخل بتوافر وسائل الاتصال هذه.

^{٢٨} بما في ذلك وسيلة الاتصال التي توجد داخل غرفة التحكم التكميلية، في حال وجودها.

المتطلب ٣٣: التصميم من أجل الإخراج من الخدمة

يؤخذ إخراج مرفق مفاعل البحوث من الخدمة في الاعتبار في تصميم مفاعل البحوث ومرافقه التجريبية.

٦-٩٢- يولى الاعتبار، في تصميم مفاعل البحوث ومرافقه التجريبية وفي أي تعديلات تدخل عليها، لتيسير إخراجها من الخدمة [١١]. وفي تحقيق ذلك، يؤخذ في الاعتبار ما يلي:

- (أ) انتقاء المواد بحيث يتم التقليل إلى الحد الأدنى من تنشيط المواد فيما يتعلق بالإخراج من الخدمة والتصرف في النفايات المشعة، واتخاذ ترتيبات لتسهيل إزالة التلوث؛
- (ب) تحقيق الصيغة المثلى لمخطط المرفق ومسالك الوصول، بغية تيسير سحب المكونات الكبيرة ونزع المكونات التي تعرضت للتنشيط ومناولتها (عن بعد عند الاقتضاء)؛
- (ج) التصرف في النفايات المشعة تمهيدا للتخلص منها، أي المعالجة التمهيدية للنفايات الناتجة عن تشغيل المفاعل وإخراجه من الخدمة ومعالجة تلك النفايات وتكليفها وخبزها.

٦-٩٣- ويُحتفظ بتفاصيل كاملة للمتطلبات التصميمية والمعلومات المتعلقة بالموقع وتصميمه النهائي وبنائه وتعديله، مثل الخصائص الإشعاعية 'الأساسية'، ورسومات المبنى المنقذة المتعلقة بمخطط المرفق والأنابيب ومتعلقات الكوابل، باعتبارها معلومات ضرورية للإخراج من الخدمة.

المتطلب ٣٤: التصميم من أجل الوقاية من الإشعاعات

تُتخذ في مرفق مفاعل البحوث ترتيبات لضمان أن الجرعات التي يتعرض لها موظفو التشغيل ومستخدمو المفاعل (القائمون بالتجارب) والجمهور سيتم إبقاؤها دون حدود الجرعات المقررة وعند أدنى حد يكون من المعقول تحقيقه، وأن قيود الجرعات ذات الصلة ستؤخذ في الاعتبار.

٦-٩٤- وفقا لهدف الأمان الأساسي المتمثل في حماية الناس والبيئة (انظر الفقرة ٢-١ من الوثيقة SF-1 [١]) في جميع الأحوال التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، تتخذ ترتيبات وافية في التصميم، استنادا إلى برنامج الوقاية من الإشعاعات، لنظم التدريع والتهوية والترشيح والاضمحلال الخاصة بالمواد المشعة (مثلاً خزانات

التعويق)، وللأجهزة الخاصة برصد الإشعاعات والمواد المشعة العالقة في الجو داخل المنطقة الخاضعة للرقابة وخارجها.

٦-٩٥- وتحَدّد قيم الجرعات المستخدمة للأغراض التصميمية مع ترك هامش كاف لضمان عدم تجاوز الحدود المصرح بها. وتصمّم نظم التدريع والتهوية والترشيح والاضمحلال للمفاعل والمرافق المرتبطة به بحيث تراعى حالات عدم اليقين في الممارسات التشغيلية وفي جميع الأحوال التشغيلية والحوادث المحتاط لها في التصميم.

٦-٩٦- وتُنْتقى المواد الهيكلية بعناية، لا سيما المواد المستخدمة بالقرب من قلب المفاعل (مثل حاملات قلب المفاعل والشبكات وأنابيب التوجيه)، بغية الحد من الجرعات التي يتعرض لها العاملون أثناء التشغيل والصيانة والاختبار والتفتيش والإخراج من الخدمة، وكذلك لأداء وظائفهم الأخرى. وتُولى آثار النويدات المشعة (مثل النيوترونات-١٦، والهيدروجين-٣، والأرغون-٤١، والصدوديوم-٢٤ والكوبلت-٦٠) الناتجة عن التنشيط النيوتروني في نظم عمليات المفاعل الاعتبار الواجب في توفير الوقاية من الإشعاعات للموجودين في الموقع وخارجها.

٦-٩٧- ويتضمن التصميم أي ترتيبات لازمة لفصل المواد وفقاً لخصائصها الإشعاعية والفيزيائية والكيميائية، بغية تيسير مناولتها ووقاية العمال وغيرهم من العاملين الموجودين في المرفق والجمهور عن طريق مراقبة الوصول إليها. ويتم ذلك بتحديد مناطق داخل المرفق (في المناطق الخاضعة للإشراف والمناطق الخاضعة للرقابة، انظر المتطلب ٢٤ الوارد في الوثيقة 3 GSR Part [٧]) تصنف وفقاً لمخاطرها المحتملة. ويتم تعيين حدود هذه المناطق ووسمها بوضوح. وتصمّم السطوح بطريقة ملائمة من أجل تيسير إزالة تلوّثها.

٦-٩٨- ويشمل التصميم التدريع المطلوب، لا للمفاعل وحده بل أيضاً للأجهزة التجريبية والمرافق المرتبطة بالمفاعل (مثل أنابيب حزم الأشعة أو موجّهات الجسيمات أو مرافق التصوير بالأشعة النيوترونية أو مرافق العلاج بالأسر النيوتروني البوروني)، وتتخذ ترتيبات لتركيب التدريع اللازم المرتبط باستخدام المفاعل والمصادر الإشعاعية الأخرى مستقبلاً. وتؤخذ في الاعتبار على النحو الواجب تقييمات المخاطر وترتيبات التدريع فيما يتعلق باستخدام أنابيب حزم الأشعة وغيرها من أجهزة التجارب.

٦-٩٩- وتتخذ ترتيبات للتحكم في إطلاق المواد المشعة ومنع انتشارها وتلوّث المرفق. وتوفّر نظم تهوية مزودة بالترشيح الملائم بغية استخدامها في الأحوال التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

٦-١٠٠- ويحقق المستوى الأمثل للوقاية والأمان باتخاذ ترتيبات مناسبة في تصميم ومخطط المفاعل وأجهزته ومرافقه التجريبية للحد من التعرض والتلوث من جميع المصادر. وتتضمن هذه الترتيبات التصميم المناسب للهياكل والنظم والمكونات للحد من التعرض أثناء الصيانة والاختبار والتفتيش، ولتوفير التدريب من الإشعاعات المباشرة والمشتتة، ولتوفير الوسائل لرصد ومراقبة الوصول إلى المفاعل وأجهزته ومرافقه التجريبية.

٦-١٠١- وتتخذ ترتيبات في التصميم للتعامل المأمون مع للنفايات المشعة الناتجة في مرفق مفاعل البحوث. وتتخذ ترتيبات لإزالة التلوث بطريقة ملائمة فيما يخص العاملين والمعدات، وللتعامل مع النفايات المشعة الناشئة عن أنشطة إزالة التلوث.

٦-١٠٢- وتوضع المعدات الخاضعة للصيانة المتكررة أو التشغيل اليدوي في مناطق ذات معدل جرعة منخفض، بغية الحد من تعرض العمال وغيرهم من العاملين للإشعاعات في المرفق.

المتطلب ٣٥: التصميم من أجل الأداء الأمثل للمشغل

تراعى العوامل البشرية، بما فيها العلاقة بين الإنسان والآلة، مراعاة منهجية في مرحلة مبكرة في عملية تصميم مرفق مفاعل البحوث، بما يشمل مرافقه التجريبية، وتستمر مراعاتها طوال عملية التصميم بأكملها.

٦-١٠٣- يولى الاعتبار في التصميم لضمان أنه، إذا كان الاعتماد على الضوابط الإدارية ضرورياً، تكون مراعاة هذه الضوابط ممكنة والإجراءات المرتبطة بها قابلة للتطبيق.

٦-١٠٤- ويولى الاعتبار للعوامل البشرية ولتطبيق مبادئ هندسة بيئة العمل في تصميم غرفة التحكم ونظم المفاعل.

٦-١٠٥- وتصمم العلاقة بين الإنسان والآلة بحيث يتم تزويد المشغلين بمعلومات شاملة ولكن من السهل إدارتها، وفقاً للأوقات التي تلزم لاتخاذ القرارات والإجراءات. وتكون المعلومات اللازمة للمشغل لاتخاذ قرار بالتصرف معروضة بصورة مبسطة ولا لبس فيها، ونتيح ما يلي:

(أ) تقييم الحالة العامة للمرفق في أي ظرف؛

- (ب) تشغيل المرفق ضمن الحدود المنصوص عليها بشأن البارامترات المرتبطة بنظم المرفق ومعداته (الحدود والشروط التشغيلية)؛
- (ج) تأكيد أن إجراءات الأمان المتعلقة بتفعيل نظم الأمان تعمل تلقائياً عند الحاجة إليها وأن النظم ذات الصلة بهذه الإجراءات تؤدي وظيفتها على النحو المقصود؛
- (د) تحديد مدى الحاجة للبدء اليدوي لإجراءات الأمان المنصوص عليها والوقت الذي يتم فيه هذا البدء.

١٠٦-٦- وفيما يتعلق بعرض المعلومات بصورة مرئية وعلى الأجهزة وآلات الإنذار، يكون التصميم بحيث يساعد على نجاح إجراءات المشغل تحت ضغوط الوقت المتاح، والظروف البيئية المادية المتوقعة، والضغوط النفسية المحتملة على المشغل.

١٠٧-٦- ويدعم التصميم العاملين المختصين بالتشغيل في أداء مهامهم، ويحد من آثار أخطاء التشغيل على الأمان. ويولى الاعتبار الواجب في عملية التصميم لمخطط المرفق والمعدات، وللإجراءات، بما فيها إجراءات الصيانة والتفتيش، بغية تسهيل تدخل العاملين المختصين بالتشغيل بشأن هياكل المفاعل ونظمه ومكوناته في جميع حالات تشغيل مفاعل البحوث.

المتطلب ٣٦: الترتيب للاستخدام والتعديل المأمونين

يتضمن تصميم مرفق مفاعل البحوث ترتيبات للاستخدام والتعديل المأمونين لمرفق مفاعل البحوث.

١٠٨-٦- مفاعلات البحوث مرنة بطبيعتها من حيث التشغيل، ويمكن أن تكون في حالات عديدة متباينة. وتؤخذ في التصميم فيما يتعلق باستخدام مفاعلات البحوث وتعديلها احتياطات لضمان أن يكون نسق المفاعل معروفاً في جميع الأوقات. وعلى وجه الخصوص، يعطى اعتبار خاص للمعدات التجريبية لأنها:

- (أ) يمكن أن تسبب مخاطر بصورة مباشرة إذا أصيبت بعطل.
- (ب) يمكن أن تسبب مخاطر بصورة غير مباشرة بالتأثير في تشغيل المفاعل بأمان.
- (ج) يمكن أن تزيد الخطر الناجم عن حدث بادئ بعطلها اللاحق وأثار هذا العطل على تسلسل الأحداث.

١٠٩-٦- ويصمم كل تعديل مقترح لمفاعل أو لتجربة يمكن أن تكون له أهمية كبيرة للأمان وفقاً للمبادئ نفسها المنطبقة على المفاعل ذاته (انظر الفقرتين ٧-١٠٠ و ٧-٧).

١٠١). وعلى وجه الخصوص، تكون جميع أجهزة التجارب متوافقة تماما من حيث المواد المستخدمة والسلامة الهيكلية والترتيب للوقاية من الإشعاعات. ويولى الاعتبار في تصميم جميع أجهزة التجارب لرصيد المواد المشعة وتوليد الطاقة وإطلاقها.

١١٠-٦- وتصمّم التعديلات لمفاعل البحوث وأجهزة التجارب بحيث يتم الحفاظ على احتجاز المفاعل وتدرّيعه. وتصمّم نظم وقاية للأجهزة التجريبية من أجل حماية الجهاز والمفاعل كليهما. ويوضع برنامج رسمي للإدخال في الخدمة للتجارب والتعديلات ذات الأهمية الكبيرة للأمان.

١١١-٦- وتؤخذ في الاعتبار في التصميم المتطلبات المتعلقة بالاستخدام المتوقع للمفاعل، بما في ذلك متطلبات استقرار القوى الكهربائية. ويكون التصميم بحيث أن استجابة المفاعل والنظم المرتبطة به لمجموعة واسعة من الأحداث، بما في ذلك الوقائع التشغيلية المتوقعة، تسمح بتشغيله المأمون.

المتطلب ٣٧: التصميم من أجل إدارة التقادم

يحدّد العمر التصميمي للمفردات المهمة للأمان في مرفق مفاعل البحوث. وتوفّر هوامش مناسبة في التصميم لإيلاء الاعتبار الواجب لآليات التقادم ذات الصلة، مثل التقصف والاهتراء النيوتروني، وإمكانية التدهور المرتبط بالتقادم، بغية ضمان قدرة المفردات المهمة للأمان على أداء وظائفها الضرورية الخاصة بالأمان في الحالات التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث عند الحاجة إليها في جميع مراحل العمر التصميمي. ويولى الاعتبار للدورات العمرية للتكنولوجيا المستخدمة وإمكانية تقادم هذه التكنولوجيا.

١١٢-٦- ويولي تصميم مفاعل البحوث الاعتبار الواجب للتقادم المادي، وأثار الاهتراء والتقادم في جميع الأحوال التشغيلية التي يعوّل فيها على أحد المكونات، بما في ذلك الفحص والصيانة والأحوال التشغيلية التي تسود أثناء حدث بادئ افتراضى وبعده.

١١٣-٦- ويوضع برنامج لإدارة التقادم يشمل تفتيش المواد واختبارها دوريا، وتستخدم النتائج المتحصل عليها في هذا البرنامج في استعراض مدى ملاءمة التصميم على فترات مناسبة.

١١٤-٦- ويتضمن التصميم ترتيبات لعمليات الرصد والاختبار وأخذ العينات والتفتيش الضرورية لكشف آثار التقادم وتقييمها ومنعها وتخفيفها. وتتضمن إدارة تقادم مرفق

مفاعل البحوث إدارة الهياكل والنظم والمكونات التي عفا عليها الزمن وإدارة قطع الغيار.

المتطلب ٣٨: الترتيب لفترات الإغلاق الطويلة

يولى الاعتبار في تصميم مرفق مفاعل البحوث لضمان أمان المرفق في فترات الإغلاق الطويلة.

٦-١١٥- تتخذ في التصميم ترتيبات لتلبية الاحتياجات التي تنشأ في فترات الإغلاق الطويلة، مثل الاحتياجات المتصلة بالمحافظة على حالة الوقود النووي ومائع التبريد والمهدئ وغطاء الغاز، والحاجة إلى الحفاظ على الهياكل والنظم والمكونات بطريقة مناسبة، والحاجة إلى صيانة الهياكل والنظم والمكونات ذات الصلة واختبارها وفتيشها دورياً. ويولى اعتبار خاص للتسمم النيوتروني الطويل العمر للمواد العاكسة، الذي يمكن أن يؤثر في إعادة تشغيل المفاعل.

المتطلب ٣٩: منع الوصول غير المصرح به إلى المفردات المهمة للأمان أو التدخل فيها

يُمنع الوصول غير المصرح به إلى المفردات المهمة لأمان مرفق مفاعل البحوث، بما في ذلك الأجهزة والبرامج الحاسوبية، أو التدخل فيها.

٦-١١٦- تتخذ ترتيبات في التصميم لمراقبة الوصول إلى مرفق المفاعل و/أو المعدات من جانب العاملين المختصين بالتشغيل ومستخدمي المفاعل، بما يشمل عمال ومركبات الطوارئ، مع إيلاء اعتبار خاص لمنع أي دخول غير مصرح به للأشخاص والبضائع إلى الموقع أو إلى المباني الموجودة في الموقع، وذلك للأغراض الرئيسية المتمثلة في منع السرقة أو السحب غير المأذون به للمواد النووية ومنع التخريب (انظر أيضاً القسم ٩).

المتطلب ٤٠: منع التفاعلات المدمرة أو الضارة بين النظم المهمة للأمان

يُجرى تقييم لإمكانية حدوث تفاعلات مدمرة أو ضارة بين النظم المهمة للأمان في مرفق مفاعل البحوث والتي يمكن أن يلزم أن تعمل بالتزامن، وتُمنع أي تفاعلات مدمرة أو ضارة.

٦-١١٧- في تحليل احتمال حدوث تفاعلات مدمرة أو ضارة بين النظم المهمة للأمان، يولى الاعتبار الواجب لأوجه الترابط المادي وللآثار المحتملة لتشغيل أحد النظم، أو

اشتغاله بطريقة غير الطريقة المقصودة، أو حدوث عطل فيه، على الظروف البيئية المحلية للنظم الأخرى، لضمان أن التغيرات في الظروف البيئية لا تؤثر على عولية النظم أو المكونات في أداء وظائفها على النحو المقصود.

٦-١١٨- وإذا كان نظامان مهمان للأمان ويحتويان على سوائل مترابطين ويعملان تحت درجتى ضغط مختلفتين، يكون النظامان كلاهما مصممين للصدوم أمام درجة الضغط الأعلى، أو تتخذ ترتيبات لمنع تجاوز درجة الضغط التصميمي للنظام الذي يعمل في درجة ضغط أقل.

المتطلب ٤١ : تحليل أمان التصميم

يُجرى تحليل لأمان تصميم مرفق مفاعل البحوث، تطبق فيه أساليب التحليل القطعي وأساليب التحليل الاحتمالي التكميلي، بحسب الاقتضاء، للتمكن من تقييم وتقدير التحديات التي تواجه الأمان في جميع أحوال المرفق.

٦-١١٩- يُجرى تحليل لأمان تصميم مفاعل البحوث. ويتضمن تحليل الأمان استجابة المرفق لمجموعة من الأحداث البادئة الافتراضية (مثل اختلال أو تعطل المعدات وأجهزة الاختبار، أو أخطاء المشغلين، أو الأحداث الخارجية والداخلية) التي يمكن أن تؤدي إلى وقائع تشغيلية منتظرة أو إلى ظروف مفضية إلى وقوع حوادث (انظر أيضا الوثيقة (1) GSR Part 4 (Rev. 1) [١٢]). وتستخدم هذه التحليلات:

- (أ) باعتبارها الأساس التصميمي للمفردات المهمة للأمان؛
- (ب) لاختيار الحدود والشروط التشغيلية للمفاعل؛
- (ج) لوضع الإجراءات التشغيلية، وبرامج التفتيش والاختبار الدوري، وممارسات حفظ السجلات، والجدول الزمنية للصيانة، واقتراحات التعديلات، والتخطيط للطوارئ.

٦-١٢٠- ويوفّر تحليل الأمان ضمانا بأن الدفاع في العمق تم تنفيذه وأنه تم إيلاء أوجه الريبة الاعتبار الكافي في التصميم.

٦-١٢١- ويشمل نطاق تحليل الأمان ما يلي:

- (أ) تحديد خصائص الأحداث البادئة الافتراضية الملائمة؛
- (ب) تحليل سلاسل الأحداث وتقييم آثار الأحداث البادئة الافتراضية؛
- (ج) مقارنة نتائج التحليل بمعايير القبول الإشعاعية والحدود التصميمية؛

- (د) إثبات أن التصدي للوقائع التشغيلية المنتظرة والحوادث المحتاط لها في التصميم ممكن عن طريق استجابة تلقائية من نظم الأمان مقترنة بإجراءات المشغلين المقررة؛
- (هـ) تحديد ظروف تمديد التصميم وكيفية معالجتها؛
- (و) تعيين الحدود والشروط التشغيلية للتشغيل العادي؛
- (ز) تحليل نظم الأمان وسمات الأمان الهندسية وسمات الأمان لظروف تمديد التصميم؛
- (ح) تحليل وسيلة الاحتجاز.

٦-١٢٢- وبالنسبة لكل حدث بادئ افتراضي، تؤخذ في الاعتبار في تحليل الأمان المعلومات النوعية والكمية عن الجوانب التالية:

- (أ) بارامترات المدخلات، والظروف الاستهلاكية، والظروف الحديثة، والافتراضات، والنماذج، وجوانب الريبة، والمدونات المستخدمة؛
- (ب) تسلسل الأحداث وأداء نظم المفاعل؛
- (ج) الحساسية لأنماط العطل المفرد والأعطال ذات السبب المشترك؛
- (د) الحساسية للعوامل البشرية؛
- (هـ) تحليل الظواهر العابرة؛
- (و) تحديد حالات التلف؛
- (ز) اشتقاق حدود الإفلات؛
- (ح) تقييم الآثار الإشعاعية.

٦-١٢٣- وبالنسبة لكل سلسلة حوادث توضع في الاعتبار، يبيّن مدى الاحتياج إلى أن تقوم نظم الأمان، وأي نظم عمليات قابلة للتشغيل، بأداء وظيفتها في الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث. ويتم تقييم هذه الأحداث عادة بالأساليب القطعية. ويمكن استخدام التقنيات الاحتمالية لاستكمال التقييم. وتوفّر نتائج هذه التحليلات التكميلية مدخلات في تصميم نظم الأمان وتحديد وظائفها.

٦-١٢٤- ويشمل تحليل الأمان، عند الانطباق، النظر في أجهزة التجارب فيما يتعلق بجوانبها الخاصة بالأمان وبآثارها على مفاعل البحوث.

٦-١٢٥- وتحدّث إمكانية تطبيق أساليب التحليل والافتراضات التحليلية ودرجة التحفظ المستخدمة في تصميم مفاعل البحوث ويُتحقق منها، فيما يخص المرفق كما تم تنفيذه.

المتطلبات المحددة للتصميم

المباني والهياكل

المتطلب ٢٤ : المباني والهياكل

تُصمَّم المباني والهياكل الأخرى المهمة لأمان مرفق مفاعل البحوث للحفاظ على مستويات الإشعاعات والإطلاقات المشعة داخل الموقع وخارجه منخفضة إلى أقل درجة يكون من المعقول تحقيقها وأقل من الحدود المصرح بها لجميع الأحوال التشغيلية، وللحوادث المحتاط لها في التصميم، وبقدر ما هو عملي لظروف تمديد التصميم.

٦-١٢٦- تُصمَّم المباني والهياكل المهمة للأمان لتناسب جميع الأحوال التشغيلية، والحوادث المحتاط لها في التصميم، وبقدر ما هو عملي لظروف تمديد التصميم.

٦-١٢٧- ويحدّد وفقاً لتحليل أمان المفاعل واستخدامه مدى إحكام منع التسرب المطلوب لمبنى المفاعل أو لأي مبانٍ وهياكل أخرى تحتوي على مواد مشعة، ومتطلبات نظام التهوية.

المتطلب ٣٤ : وسائل الاحتجاز

تُتخذ ترتيبات لوسائل الاحتجاز لمفاعل البحوث لضمان الوفاء بوظائف الأمان التالية أو المساهمة في الوفاء بها: '١' احتجاز المواد المشعة في الأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، '٢' حماية المفاعل من الأحداث الخارجية الطبيعية والأحداث الناجمة عن النشاط البشري و'٣' التدريع الإشعاعي في الأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

٦-١٢٨- تُصمَّم وسائل الاحتجاز (انظر الحاشية رقم ٢٥) لضمان عدم تجاوز الحدود المقبولة لإطلاق المواد المشعة (نواتج الانشطار ونواتج التنشيط) على إثر وقوع حادث يتعلق بتصدع أو تلف في الوقود النووي أو مكونات قلب المفاعل أو أجهزة التجارب. ويمكن أن تشمل وسائل الاحتجاز حواجز مادية تحيط بالأجزاء الرئيسية لمفاعل البحوث التي تحتوي على مواد مشعة. وتُصمَّم هذه الحواجز لتمنع إطلاق المواد المشعة غير المخطط له في الأحوال التشغيلية أو تخفف من عواقبه إذا حدث، وفي الحوادث المحتاط لها في التصميم، وإلى الحد الممكن عملياً في ظروف تمديد التصميم. وتشمل حواجز الاحتجاز عادةً مبنى المفاعل، إلى جانب مفردات أخرى. ويمكن أن تكون المفردات

الأخرى أحواض وخزانات جمع الفوائض واحتوائها؛ ونظام تهوية في حالات الطوارئ، مع الترشيح عادة؛ وأجهزة العزل المركبة في منافذ الحواجز؛ ونقطة إطلاق تكون عادة في ارتفاع أعلى.

٦-١٢٩- ولكي تؤدي وسائل الاحتجاز وظيفتها على نحو ملائم، يحدّد الضغط داخل الحاجز في مستوى يحول دون إطلاق المواد المشعة غير المحكوم إلى البيئة عبر الحاجز. وتؤخذ في الحسبان في تحديد هذا الضغط تغيّرات الأحوال الجوية (مثل سرعة الرياح والضغط الجوي).

٦-١٣٠- وفي تصميم وسائل الاحتجاز، تؤخذ في الاعتبار آثار الظروف القصوى (مثل الموجات الضغطية والانفجارات داخل الحاجز) والظروف البيئية الناتجة عن الحوادث، بما فيها الظروف الناشئة عن الأحداث الخارجية والداخلية المذكورة في التذييل الأول، بحسب ما يكون ذا صلة من بينها، (مثل ظروف الحرائق وما يرتبط بها من زيادات في قيم الضغط المحلي).

٦-١٣١- وتصمّم الحواجز بحيث تتحمل، بهوامش مناسبة، أكبر الأحمال المحسوبة للضغط ودرجة الحرارة، المتوقعة في ظروف الحوادث المحتاط لها في التصميم.

٦-١٣٢- ويحدّد معدل الإطلاق تحت الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث والآثار المترتبة عليها، مع مراعاة حد الإفلات وغيره من البارامترات، مثل مدى الترشيح، ونقطة الإطلاق، والظروف البيئية، والضغط ودرجة الحرارة، تحت ظروف الحوادث المحتاط لها في التصميم.

٦-١٣٣- وفي حالة وقوع حادث (بما في ذلك أي حادث يمكن أن تنتج عنه زيادة في الضغط)، يتم التحكم في التسرب من الحاجز بواسطة سمات هندسية مناسبة بغية منع إطلاق المواد المشعة إلى البيئة بكميات تتجاوز الحدود المقبولة

٦-١٣٤- وتدرج في التصميم ترتيبات للتمكين من إجراء اختبارات الأداء الابتدائية والدورية للتحقق من معدلات تسريب الهواء وللتمكين من رصد الأداء التشغيلي لنظام التهوية.

٦-١٣٥- وحيثما يكون الاحتجاز معتمدا على كفاءة المرشحات، يتضمن التصميم ترتيبات، بحسب ما يكون ملائما، لإجراء اختبارات دورية في الموقع لكفاءة المرشحات.

٦-١٣٦- وبالنسبة للهياكل والمكونات التي تؤدي وظيفة الاحتجاز، تكون مواد الأغشية والطلاءات بحيث تضمن أداء وظائفها المتعلقة بالأمان وتقلل من عرقلة وظائف الأمان الأخرى في حالة تدهورها.

٦-١٣٧- وبالنسبة لمفاعلات البحوث التي ترتبط بها مخاطر محتملة أكبر، يكفل هيكل الاحتجاز أن يبقى أي إطلاق لمواد مشعة، في الحوادث المحتاط لها في التصميم، دون الحدود المصرح بها، وأن يبقى أي إطلاق لمواد مشعة، في ظروف تمديد التصميم، دون الحدود المقبولة.

قلب المفاعل والسماط المرتبطة به

المتطلب ٤٤ : قلب المفاعل وتصميم الوقود

تُصمَّم مكونات قلب مفاعل البحوث وعناصر الوقود والمجمعات بحيث تحافظ على سلامتها الهيكلية، وبحيث تصمد بصورة مرضية للظروف السائدة في قلب المفاعل في جميع الأحوال التشغيلية وفي ظروف الحوادث المحتاط لها في التصميم.

٦-١٣٨- تؤخذ في الحسبان في تصميم وتأهيل عناصر الوقود والمجمعات والعاكسات ومكونات قلب المفاعل الأخرى الاعتبارات النيوترونية والحرارية-الهيدروليكية والميكانيكية والمادية والكيميائية والمتعلقة بالتشعيع، المرتبطة بالمفاعل في مجمله.

٦-١٣٩- وتُجرى تحليلات لإثبات أن ظروف وحدود التشعيع المنشودة (مثل كثافة الانشطار، ومجموع الانشطارات في نهاية العمر، وتدفق النيوترونات) مقبولة ولن تؤدي إلى تشوُّه عناصر الوقود أو انتفاخها بصورة غير ملائمة. ويُجرى تقييم للحد الأعلى المنتظر للتشوُّه المحتمل. وتُدعم هذه التحليلات ببيانات مستخلصة من التجارب ومن الخبرة المكتسبة في التشعيع. ويولى الاعتبار في تصميم عناصر الوقود للمتطلبات المتعلقة بالتصرف الطويل الأجل في العناصر المشعة، الذي يمكن أن يشمل إعادة معالجتها أو تكييفها للتخلص منها.

٦-١٤٠- وتؤخذ في الاعتبار في تصميم قلب المفاعل جميع أنساق قلب المفاعل التي يمكن توقُّعها، بما فيها ذلك النسق الأوَّلي لقلب المفاعل ووصولاً إلى النسق التوازني لقلب المفاعل، حسب الاقتضاء. ويؤخذ في الاعتبار أيضاً تأثير الأجهزة أو المواد التجريبية المدخلة الخاضعة للتشعيع. وبالنسبة للمجمعات دون الحرجة، يشمل ذلك ضمان أن كل هذه الأنساق دون حرجة ولها هوامش مبررة.

٦-١٤١- ويصمَّم قلب المفاعل (أي عناصر الوقود، والعاكسات، وهندسة قنوات التبريد، وأجهزة التشعيع، والأجزاء الهيكلية) لإبقاء البارامترات ذات الصلة أدنى من الحدود المعيّنة مسبقاً، في جميع الأحوال التشغيلية. ويولى الاعتبار في التصميم لاتخاذ ترتيبات لرصد الظروف المادية للوقود وسلامته. ويضمن التصميم عدم إمكانية النقل غير المتعمد لعناصر الوقود أو مكونات قلب المفاعل (مثلاً، من خلال الدفع التصاعدي بسبب التدفق).

٦-١٤٢- ويصمَّم ويُبني قلب المفاعل، بما في ذلك عناصر الوقود، وآليات التحكم في التفاعلية،^{٢٩} وأجهزة التجارب، بحيث لا يحدث تجاوز للحدود التصميمية القصوى المسموح بها المحددة لجميع الأحوال التشغيلية. ويُدرج هامش مناسب في وضع هذه الحدود، بما في ذلك هامش لحالات الريبة وحدود للتفاوت المسموح به في الهندسة.

٦-١٤٣- ويصمَّم قلب المفاعل بحيث يمكن إغلاق المفاعل وتبريده^{٣٠} وإبقاؤه دون حالة الحرجية مع هامش كاف في جميع الأحوال التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث. ويُجرى تقييم للحالة النهائية لقلب المفاعل لظروف مختارة من ظروف تمديد التصميم.

٦-١٤٤- ويستفيد تصميم قلب المفاعل من خصائص الأمان المتأصلة، حيثما يمكن ذلك، للتقليل إلى أدنى حد من عواقب الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث والناجمة عن الظواهر العابرة والحالات غير المستقرة.

٦-١٤٥- ويضمن تصميم وبناء قلب المجمعّة دون الحرجية عدم إمكانية بلوغ الحرجية بالنسبة لأي نسق لقلب المفاعل (الوقود، والعاكس، والمصدر النيوتروني إن وجد)، ودرجات الحرارة والتهديئة وظروف الانعكاس.

المتطلب ٤٥: توفير التحكم في التفاعلية

يوفّر تصميم مفاعل البحوث وسائل كافية للتحكم في التفاعلية.

٦-١٤٦- يتم في التصميم إثبات أن نظام التحكم في التفاعلية سيؤدي وظيفته بطريقة ملائمة في جميع الأحوال التشغيلية للمفاعل، وسيحتفظ أيضاً بقدرته على إغلاق المفاعل في جميع الحوادث المحتاط لها في التصميم، بما فيها أعطال نظام التحكم نفسه.

^{٢٩} آليات التحكم في التفاعلية هي أجهزة من جميع الأنواع للتحكم في التفاعلية، بما في ذلك قضبان التنظيم وقضبان التحكم وقضبان أو شفرات الإغلاق وأجهزة التحكم في مستوى المهدئ أو الانعكاس.
^{٣٠} قد لا ينطبق شرط التبريد على بعض أنواع المجمعّات الحرجية والمجمعّات دون الحرجية.

٦-٤٧-١- وتتوافر تفاعلية سلبية كافية في جهاز (أو أجهزة) التحكم في التفاعلية، بحيث يتسنى وضع المفاعل في حالة دون حرجية وإبقاؤه فيها في جميع الأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، مع مراعاة الترتيبات التجريبية والتي تقدم أكبر مساهمة في التفاعلية الإيجابية. وفي تصميم أجهزة التحكم في التفاعلية، يؤخذ في الاعتبار البلى وأثار التشعيع، مثل معدل الحرق، وتراكم المواد المفيدة، والتغيرات في الخواص الفيزيائية، وإنتاج الغازات. وقد لا ينطبق هذا المتطلب على بعض المجمعات دون الحرجة؛ بيد أن دون الحرجية يبرر بالنسبة لأي نسق (انظر الفقرة ٦-٤٥-١).

٦-٤٨-١- ويحدد المعدل الأقصى للإضافة للتفاعلية الإيجابية الذي يسمح به نظام التحكم في التفاعلية أو تسمح به التجربة، ويجعل مقتصرًا على القيم المبررة في تقرير تحليل الأمان، ويوثق في الحدود والظروف التشغيلية.

٦-٤٩-١- وإذا كانت المجموعة دون الحرجة ستبقى دون حرجة في أي حالة (حتى في أكثر الحالات تفاعلية)، فقد لا تلزم أجهزة التحكم في التفاعلية.

المتطلب ٤٦: نظم إغلاق المفاعل

توفّر وسائل لمفاعل البحوث لضمان وجود قدرة على إغلاق المفاعل في الأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، وأنه يمكن الحفاظ على حالة الإغلاق لفترة طويلة من الزمن، مع هوامش، حتى لأكثر أحوال قلب المفاعل تفاعلية.

٦-١٥٠- يُدرج في التصميم نظام إغلاق تلقائي واحد على الأقل^{٣١}. وقد يلزم توفير نظام إغلاق مستقل ثانٍ، تبعًا لخصائص المفاعل، ويولى الاعتبار اللازم لذلك في التصميم.

٦-١٥١- وتكون فعالية نظام إغلاق المفاعل وسرعة عمل ذلك النظام وهامش الإغلاق^{٣٢} المحدد له بحيث تفي بالشروط والحدود التصميمية للوقود المنصوص عليها في تقرير تحليل الأمان.

٦-١٥٢- ولا يكون أي عطل مفرد في نظام الإغلاق قادرًا على منع النظام من أداء وظيفته المتعلقة بالأمان عند الحاجة إليها.

^{٣١} يمكن "إغلاق" المجموعة دون الحرجة بسحب المصدر النيوتروني.

^{٣٢} هامش الإغلاق هو التفاعلية السلبية المتاحة علاوة على التفاعلية السلبية الضرورية لإبقاء المفاعل في حالة دون حرجية بدون حد زمني، مع إزاحة قضيب التحكم الذي له أعلى قيمة تفاعلية من قلب المفاعل ومع بقاء جميع التجارب التي يمكن نقلها أو تغييرها أثناء التشغيل في أكثر حالاتها تفاعلاً.

٦-١٥٣- وتوفّر قدرة على بدء الإغلاق اليدوي الطارئ للمفاعل. وتوفّر أيضا إشارة الإيقاف اليدوي الطارئ للمفاعل هذه كمدخل في نظام حماية المفاعل. ويكون الإيقاف اليدوي للمفاعل قادرا على إغلاق المفاعل مباشرة. ويولى الاعتبار لتوفير القدرة على بدء الإغلاق اليدوي الطارئ للمفاعل من مواقع غير غرفة التحكم الرئيسية (على سبيل المثال، من المنطقة (أو المناطق) التشغيلية للمفاعل أو من غرفة التحكم التكميلية).

٦-١٥٤- وتوفّر أجهزة وتُجرى اختبارات لضمان أن تكون وسائل الإغلاق على الحالة المنصوص عليها لحالة المفاعل المعيّنة.

٦-١٥٥- ويتم في التصميم إثبات أن نظام إغلاق المفاعل سوف يعمل بصورة سليمة في جميع الأحوال التشغيلية للمفاعل وسيحافظ على قدرته على إغلاق المفاعل في الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، بما في ذلك الأعطال التي تحدث في نظام التحكم نفسه.

المتطلب ٤٧: تصميم نظم مبرّد المفاعل والنظم المتصلة به

تصمّم نظم مبرّد مفاعل البحوث وتُبنى بحيث توفر التبريد الكافي لقلب المفاعل.

٦-١٥٦- تصمّم النظم المحتوية على مبرّد المفاعل بحيث تتيح إمكانية إجراء عمليات الاختبار والتفتيش قبل الخدمة وأثناءها لكي يتسنى كشف حدوث التسريبات والشقوق وصدوع التفتت المحتملة.^{٣٣} ويولى الاعتبار في التصميم لضمان خصائص مادية تضمن إبطاء انتشار أي خلل.

٦-١٥٧- ويولي اعتبار خاص في تصميم المفاعلات المبردة بالماء لمنع إزاحة الغطاء عن قلب المفاعل.

٦-١٥٨- وحيثما لا يكون نظام التبريد الرئيسي مصمما لتبريد قلب المفاعل بعد إغلاق المفاعل، يوفّر نظام مستقل لإزاحة الحرارة المتبقية.

٦-١٥٩- وبالنسبة لنظم المفاعلات التي تستخدم الصمامات القلابة^{٣٤} أو نظما معادلة لها للانتقال من التبريد القسري إلى التبريد بالدوران الطبيعي، أو للتشغيل بالتبريد بالدوران الطبيعي، والتي يكون فيها هذا النمط جزءا من نظام الأمان (أو يعتبر سمة أمان

^{٣٣} بعض المجمعات دون الحرجة والمجمعات الحرجة لا يحتاج لنظم تبريد.
^{٣٤} الصمام القلاب هو صمام سلبي يفتح عندما يكون التدفق (الضغط) أدنى من قيمة محدّدة، لكي يتسنى إيجاد دوران طبيعي في حالة فقدان التدفق القسري.

هندسية)، يُطبَّق معيار العطل المفرد. وتوفَّر أجهزة للتحقق من أداء الوظيفة ولتقديم إشارات إلى نظام حماية المفاعل.

٦-١٦٠- وإذا كان هناك نظامان مترابطان للمبرِّد يعمل كل منهما في ضغط مختلف عن الآخر، ينطبق المتطلب الوارد في الفقرة ٦-١١٨.

٦-١٦١- وتتَّخذ ترتيبات في التصميم للتحكم في حجم مبرِّد المفاعل ودرجة حرارته وضغطه في جميع الأحوال التشغيلية للمرفق، مع إيلاء الاعتبار الواجب للتغيرات الحجمية والتسرب.

٦-١٦٢- وتتَّخذ ترتيبات لرصد ومراقبة خواص مبرِّد المفاعل (مثل الرقم الهيدروجيني وموصليَّة الماء)، و/أو المهدئ، وإزالة المواد المشعة، بما فيها نواتج التآكل المنشَّطة والنواتج الانشطارية، عن مائع التبريد. وعلى الرغم من أن المجمعات دون الدرجة قد لا تتطلب نظم تبريد لإزالة الحرارة، تطبَّق هذه الترتيبات على السوائل الموجودة داخل هذه المجمعات، للحفاظ على عناصر الوقود والهياكل والنظم والمكونات ولتجنب الإطلاقات المشعة.

٦-١٦٣- وتوفَّر سمات تصميمية (مثل نظم الكشف عن التسربات، والترابطات المناسبة، وقدرات العزل) والاستحاطة المناسبة والتنوع المناسب لتلبية متطلبات الفقرات من ٦-٧٣ إلى ٦-٨١ بعولية كافية لكل حدث بادئ افتراضي. وتتنطبق هذه التدابير أيضاً على المجمعات دون الدرجة.

المتطلب ٤٨: تبريد قلب المفاعل في حالات الطوارئ

يوفَّر نظام تبريد قلب مفاعل البحوث في حالات الطوارئ، حسب الاقتضاء، لمنع الأضرار التي تلحق بالوقود نتيجة لوقوع حادث يفضي إلى فقدان مائع التبريد.

٦-١٦٤- يكون نظام تبريد قلب المفاعل في حالات الطوارئ قادراً على منع حدوث أي عطل كبير في الوقود بالنسبة لمجموعة الحوادث المحدَّدة في الأساس التصميمي (أي أنه، في الحوادث المحتاط لها في التصميم، يتم إبقاء تلف الوقود وإطلاقات المواد المشعة ضمن الحدود المصرح بها).^{٣٥} ويُنظر في اتخاذ إجراءات خاصة لتبريد قلب المفاعل في حالة ظروف تمديد التصميم المختارة.

^{٣٥} لا تتطلب المجمعات الدرجة والمجمعات دون الدرجة نظم تبريد لقلب المفاعل في حالات الطوارئ.

٦-١٦٥- وبالنسبة للحوادث المحتاط لها في التصميم، يُصمَّم نظام تبريد قلب المفاعل في حالات الطوارئ لأداء وظيفته المنشودة في حال حدوث أي عطل مفرد في النظام.

٦-١٦٦- ويصمَّم نظام تبريد قلب المفاعل في حالات الطوارئ بحيث يتيح إجراء تفتيش دوري على المكونات، وبحيث يتسنى إجراء اختبارات وظيفية دورية ملائمة للتحقق من الأداء.

نظم الأجهزة والتحكم

المتطلب ٤٩: توفير نظم الأجهزة والتحكم

توفَّر أجهزة لمرفق مفاعل البحوث لرصد قيم جميع المتغيرات الرئيسية التي يمكن أن تؤثر على أداء وظائف الأمان الرئيسية والمتغيرات العملياتية الرئيسية الضرورية للتشغيل الآمن والموثوق للمفاعل، ولتحديد حالة المرفق في الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، ولاتخاذ القرارات بشأن التصدي للحوادث. وتوفَّر في المرفق نظم تحكم مناسبة وموثوقة للحفاظ على المتغيرات العملياتية ذات الصلة وإبقائها ضمن نطاقات التشغيل المحددة.

٦-١٦٧- يزوِّد المفاعل بأجهزة كافية ووسائل تسجيل كافية لرصد بارامترات المفاعل المهمة وحالة المعدات الضرورية للمفاعل (بما في ذلك وضعية المصدر النيوتروني) وأجهزة التجارب المرتبطة به في جميع حالات المرفق. ويُجرى تقييم للاستجابة المتوقعة من نظم الأجهزة والتحكم هذه عند حدوث حالة طوارئ، ويؤخذ في الاعتبار في ترتيبات الطوارئ (انظر الوثيقة 7 GSR Part [٦]).

٦-١٦٨- يزوِّد المفاعل بأجهزة تحكِّم ملائمة، يدوية وأتوماتية بحسب الاقتضاء، لإبقاء البارامترات في حدود النطاقات التشغيلية المحددة.

٦-١٦٩- وفي تصميم نظم الأجهزة والتحكم، تتخذ ترتيبات بحسب الاقتضاء لتوفير مصادر نيوترونية لبدء التشغيل وأجهزة مخصصة لبدء التشغيل، للظروف التي تلزم فيها. ويُسْتوفي هذا المتطلب للإدخال في الخدمة وبدء التشغيل بعد الإغلاق لمدة طويلة.

٦-١٧٠- وتوفَّر نظم إنذار مسموعة ومرئية، بحسب الاقتضاء، من أجل البيان المبكر للتغيرات في ظروف المفاعل التشغيلية التي يمكن أن تؤثر على الأمان.

٦-١٧١- ويكون محظورا بصفة عامة وجود ترابطات بين نظم الأجهزة والتحكم الخاصة بالمفاعل والنظم الخاصة بالتحكم في أجهزة التجارب. ولا يُسمح بالاستثناءات

إلا إذا كانت الترابطات الخاصة بالتحكم في بارامترات محددة من بارامترات أجهزة التجارب ضرورية للتشغيل الآمن للمفاعل.

المتطلب ٥٠: نظام حماية المفاعل

يُوفّر نظام لحماية لمفاعل البحوث من أجل بدء الإجراءات التلقائية التي تفعّل نظم الأمان اللازمة لتحقيق حالة مأمونة والحفاظ عليها.

١٧٢-٧- يكون نظام حماية المفاعل مستقلا عن النظم الأخرى، ويكون قادرا على إبطال الإجراءات غير المأمونة التي يقوم بها نظام التحكم.

١٧٣-٧- ويكون نظام حماية المفاعل قادرا على أن يستهل تلقائيا إجراءات الأمان المطلوبة، بالنسبة لكامل نطاق الأحداث البادئة الافتراضية، بغية تفعيل نظم الأمان اللازمة لتحقيق حالة مأمونة.

١٧٤-٧- ويصمّم نظام حماية المفاعل بطريقة تكفل أنه، حالما يكون نظام حماية المفاعل قد استهل تلقائيا سلسلة الإجراءات الوقائية، ستستمر هذه السلسلة حتى الاكتمال ولن تكون هناك ضرورة لأي إجراءات يدوية في غضون فترة زمنية قصيرة بعد تفعيل نظام حماية المفاعل. ولا تكون هذه الإجراءات التلقائية التي ينفذها نظام حماية المفاعل ذاتية الانتهاء، ويلزم للعودة إلى التشغيل العادي أن يتخذ المشغل إجراء متعمدا.

١٧٥-٦- ويُجرى تقييم وتبرير بعناية لإمكانية تجاوز الوشائج وآليات الإغلاق التلقائي التي يشتمل عليها نظام حماية المفاعل، حيث أن هذا التجاوز يمكن أن يؤدي إلى تجاوز إحدى وظائف الأمان. وتُدرج في نظام حماية المفاعل وسائل ملائمة لمنع التجاوز غير المتعمد للوشائج وآليات الإغلاق المهمة للأمان.

١٧٦-٦- ويكون تصميم نظام حماية المفاعل بحيث يضمن أن أي عطل مفرد لا يمكن أن ينتج منه فقدان إجراءات الحماية التلقائية.

١٧٧-٦- ويصمّم نظام حماية المفاعل بحيث يعيد المفاعل إلى حالة مأمونة ويبقيه في حالة مأمونة حتى إذا خضعت نظم حماية المفاعل لأحد الأعطال ذات السبب المشترك يكون من المعقول حدوثه.

١٧٨-٦- ويصمّم نظام حماية المفاعل بحيث يسمح بالاختبارات الدورية لإدائه الوظيفي.

٦-١٧٩- وتُضمن في التصميم إمكانية تعيين النقاط المحددة مع ترك هامش بين نقطة البدء وحدود الأمان، بحيث يكون الإجراء الذي يستهله نظام حماية المفاعل قادراً على التحكم في العملية قبل بلوغ حد الأمان. ومن العوامل التي تؤخذ في الاعتبار في تحديد هذا الهامش ما يلي:

- (أ) دقة الأجهزة؛
- (ب) جوانب الريبة في المعايير؛
- (ج) حيود الأجهزة؛
- (د) أزمان استجابة الأجهزة والنظم.

٦-١٨٠- وحيثما يكون المقصود من نظام حاسوبي هو استخدامه في نظام حماية المفاعل، تنطبق المتطلبات التالية علاوة على المتطلبات الواردة في الفقرة ٦-١٧٦:

- (أ) تُستخدم أجهزة وبرامجيات حاسوبية رفيعة الجودة وبتصميم ثبتت صلاحيته.
- (ب) تكون عملية التطوير بكاملها، بما في ذلك مراقبة التصميم واختباره وإدخال النظام في الخدمة، موثقة وقابلة للاستعراض بصورة منهجية.
- (ج) من أجل تأكيد عولية النظم الحاسوبية، يُجرى تقييم منهجي، وكامل التوثيق والاستعراض، يقوم به عاملون خبراء مستقلون عن المصممين والموردين.
- (د) توفر حماية من الانقطاع العرضي لعمليات النظام أو التدخل المتعمد فيها.

٦-١٨١- وحيثما تكون العولية العالية اللازمة للنظام الحاسوبي المقصود استخدامه في نظام حماية المفاعل لا يمكن إثباتها بدرجة عالية من الثقة، توفر وسائل متنوعة لضمان تنفيذ وظائف الحماية.

المتطلب ٥١: عولية نظم القياس والتحكم وقابليتها للاختبار

تصمم نظم الأجهزة والتحكم الخاصة بالمفردات المهمة للأمان في مفاعل البحوث بحيث تكون ذات عولية وظيفية عالية وقابلية للاختبارات الدورية تتناسب مع وظيفة (أو وظائف) الأمان التي يتعين القيام بها.

٦-١٨٢- يحقق مستوى العولية المطلوب من خلال استراتيجية شاملة تستخدم وسائل متنوعة يكمل بعضها البعض (تشمل نظاما فعالا للتحليل والاختبار) في كل مرحلة من مراحل تطوير النظام، واستراتيجية للتنبؤ من أجل تأكيد أن المتطلبات التصميمية للنظام قد استوفيت. وتؤخذ في الحسبان في تحليل العولية الظروف التي سوف تستخدم

وتخزن فيها المعدات، وأثار العوامل البيئية المحتملة (مثل درجة الرطوبة ودرجات الحرارة المتطرفة والمجالات الكهرمغناطيسية).

٦-١٨٣- وتستخدم بقدر الإمكان تقنيات تصميم مثل القابلية للاختبار، بما في ذلك القدرة على الفحص الذاتي عند الاقتضاء، وخصائص الأمان في حالة العطل، والتنوع الوظيفي، والتنوع في تصميم المكونات وفي مفاهيم التشغيل، بغية منع فقدان وظيفة الأمان.

المتطلب ٥٢: استخدام المعدات الحاسوبية في النظم المهمة للأمان

إذا كان أحد النظم المهمة للأمان في مفاعل البحوث يعتمد على معدات حاسوبية، توضع معايير وممارسات مناسبة لتطوير الأجهزة والبرامج الحاسوبية واختبارها، وتنفيذ طوال عمر النظام، وخصوصاً على كامل نطاق دورة تطوير البرامج الحاسوبية. ويخضع التطوير برمته لنظام إدارة متكامل.

٦-١٨٤- فيما يتعلق بالمعدات الحاسوبية في نظم الأمان والنظم المهمة للأمان:

- (أ) تُستخدم أجهزة وبرامج حاسوبية عالية الجودة وأفضل الممارسات بشأنها، وفقاً لأهمية النظام للأمان.
- (ب) تؤخذ في الاعتبار في عملية التطوير برمتها، بما فيها مراقبة تغييرات التصميم واختبارها وإدخالها في الخدمة، جميع مراحل دورة عمر النظام الحاسوبي، وتوثق العملية بطريقة منهجية، وتكون قابلة للمرجعة.
- (ج) يُجري تقييم المعدات خبراء مستقلون عن فريق التصميم وعن فريق الموردين، بغية تأكيد عوليتها العالية.
- (د) عندما لا يمكن إثبات العولية العالية اللازمة للمعدات بمستوى رفيع من الثقة، توفر وسائل مختلفة لضمان الوفاء بوظائف الأمان (انظر أيضاً الفقرة ٦-١٨١).
- (هـ) تؤخذ في الاعتبار الأعطال ذات السبب المشترك التي تنشأ من البرامج الحاسوبية.
- (و) توفر حماية من الانقطاع العرضي لتشغيل النظام أو التدخل المتعمد فيه (تُحمى النظم الحاسوبية ونظم الاتصالات والشبكات المهمة للأمان، بما فيها نظام حماية المفاعل، حماية كافية من الهجمات الإلكترونية، تصل إلى التهديد المحتاط له في التصميم وتشمله [١٣]).
- (ز) يتم التحقق المناسب من نظم البرامج الحاسوبية والتنصيب منها واختبارها.

المتطلب ٥٣ : غرفة التحكم

توفّر في مرفق مفاعل البحوث غرفة تحكم يمكن تشغيل المرفق منها بأمان في جميع الأحوال التشغيلية، إما تلقائياً أو يدوياً، ويمكن منها اتخاذ تدابير لإبقاء مفاعل البحوث في حالة مأمونة أو لإعادته إلى حالة مأمونة بعد الوقائع التشغيلية المنتظرة والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

٦-١٨٥- تتخذ تدابير مناسبة وتوفّر معلومات كافية لحماية الموجودين في غرفة التحكم، لفترة طويلة من الزمن، من مخاطر مثل مستويات الإشعاع العالية الناتجة عن الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، أو إطلاقات المواد المشعة، أو الحريق، أو الغازات المتفجرة أو السامة. انظر أيضاً الفقرة ٦-٩١ للاطلاع على المتطلبات المتعلقة بوسائل الاتصال بين غرفة التحكم وغرفة التحكم التكميلية ومركز الطوارئ.

٨-١٨٦- ويولى اهتمام خاص لتحديد الأحداث الداخلية والخارجية على حد سواء لغرفة التحكم، التي يمكن أن تشكل تحدياً لتشغيلها المتواصل، ويرتّب التصميم لاتخاذ تدابير عملية للتقليل إلى الحد الأدنى من أثار هذه الأحداث. ويرتّب التصميم لوجود طرق هروب للموجودين في غرفة التحكم في حالة الأحداث التي تستدعي إخلاءها.

٨-١٨٧- ويوفّر تصميم غرفة التحكم هامشاً كافياً ضد المخاطر الطبيعية الأشد من تلك التي تم اختيارها للأساس التصميمي.

المتطلب ٥٤ : غرفة التحكم التكميلية

يؤخذ في الاعتبار في التصميم توفير غرفة تحكم تكميلية لمرفق مفاعل البحوث، منفصلة ومستقلة وظيفياً عن غرفة التحكم الرئيسية.

٦-١٨٨- تكون الوسائل المتوفرة في غرفة التحكم التكميلية (التي تعرف أحياناً باسم لوحة الإغلاق عن بعد) كافية للوفاء بوظائف الأمان الرئيسية (الإغلاق والتبريد والاحتجاز ورصد حالة المرفق) في أي حالة طوارئ. وتتاح في غرفة التحكم الإضافية معلومات عن البارامترات المهمة والظروف الإشعاعية في المرفق وفي المنطقة المحيطة به. وتُعتبر النظم المصمّمة لهذا الغرض مفردات ذات أهمية للأمان. ويمكن أن لا تكون غرفة التحكم التكميلية ضرورية للمجمعات الحرجة والمجمعات دون الحرجة. وفي هذه الحالة، يبرّر القرار على أساس تحليل شامل.

المتطلب ٥٥: مرافق التصدي للطوارئ في الموقع

يتضمن مرفق مفاعل البحوث المرافق الضرورية للتصدي للطوارئ في الموقع. ويكون تصميمها بحيث يتمكن الموظفون من أداء المهام المتوقعة لإدارة حالة الطوارئ في الظروف الناتجة عن الحوادث وكذلك الأحداث البائدة.

٦-١٨٩-1- توفر للمرافق ذات الصلة للتصدي للطوارئ^{٣٦} معلومات عن بارامترات المفاعل المهمة والظروف الإشعاعية في مرفق المفاعل والموقع، والمعلومات المستقاة من نظم الرصد ومرافق المختبر بقصد استخدامها لتحديد مدى الحاجة إلى استهلاك تدابير الطوارئ، فضلا عن المعلومات التي تستخدم في التقييم المستمر. ويزود كل مرفق للتصدي لحالات الطوارئ بوسائل للاتصال بغرفة التحكم وغرفة التحكم التكميلية والمواقع المهمة الأخرى في المرفق، وكذلك بمنظمات التصدي للطوارئ الكائنة في الموقع وخارجه.

إمدادات القوى الكهربائية

المتطلب ٥٦: نظم إمدادات القوى الكهربائية

يتضمن تصميم مرفق مفاعل البحوث نظماً يعوّل عليها لإمدادات القوى الكهربائية العادية، ويضع في الاعتبار توفير نظم يعوّل عليها لإمدادات القوى الكهربائية في حالات الطوارئ.

٦-١٩٠-1- توفر إمدادات للقوى الكهربائية يعوّل عليها لوظائف الأمان الأساسية في الأحوال التشغيلية العادية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

٦-١٩١-1- ويأخذ التصميم في الاعتبار توفير إمدادات قوى كهربائية لا تتقطع لنظم الأمان التي تحتاج إلى إمدادات مستمرة من الطاقة، مثل نظام حماية المفاعل ونظام رصد الإشعاعات.

٦-١٩٢-1- وتؤخذ في الاعتبار، في الأساس التصميمي لتوفير إمدادات القوى الكهربائية في حالات الطوارئ، الأحداث البائدة الافتراضية ووظائف الأمان المرتبطة بها التي

^{٣٦} مرافق ومواقع التصدي لحالات الطوارئ متناولة في الوثيقة GSR Part 7 [٦]. وفيما يتعلق بمرافق البحوث، تشمل مرافق التصدي لحالات الطوارئ (التي تكون منفصلة عن غرفة التحكم وغرفة التحكم التكميلية) مركز الطوارئ ومركز الدعم التقني ومركز الدعم التشغيلي، حسب الاقتضاء.

يتعين أدائها، وذلك لتحديد الاحتياجات إلى مقدرة إمدادات القوى الكهربائية وتوافرها والمدة التي تلزم خلالها وسعتها واستمراريتها.

المتطلب ٥٧: نظم الوقاية من الإشعاعات

توفّر معدات في مرفق مفاعل البحوث لضمان وجود رصد ملائم للإشعاعات في الأحوال التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

٦-١٩٣- يتضمن تصميم نظم الوقاية من الإشعاعات ما يلي:

(أ) أجهزة ثابتة لقياس معدل الجرعات من أجل رصد معدل الجرعة الإشعاعية المحلية في الأماكن التي يمكن للعاملين المختصين بالتشغيل الدخول إليها بصفة روتينية وفي الأماكن الأخرى التي يمكن أن تكون فيها التغيرات في مستويات الإشعاعات في الأحوال التشغيلية بحيث لا يُسمح بالدخول إليها إلا لفترات معينة محددة من الزمن (مثلا مناطق أنابيب الحزم الإشعاعية، والمناطق التي توجد فيها مصادر نيوترونية موضوعة في المرافق دون الحرجة).

(ب) أجهزة ثابتة لقياس معدل الجرعات لبيان المستويات الإشعاعية العامة في أماكن مناسبة من المرفق في الوقائع التشغيلية المنتظرة والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث. وتوفّر الأجهزة الثابتة لقياس معدل الجرعات معلومات كافية في غرفة التحكم أو في موضع التحكم المناسب بحيث يتمكن العاملون المختصون بالتشغيل من بدء الإجراءات الوقائية والإجراءات التصحيحية إذا لزم الأمر.

(ج) أجهزة رصد لقياس نشاط المواد المشعة في الجو في المناطق التي يوجد فيها العاملون بصفة روتينية، بما في ذلك أماكن التجارب، وحيثما يمكن توفّر أن يكون النشاط الإشعاعي العالق في الهواء بحيث يتطلب اتخاذ تدابير وقائية.

(د) معدات ثابتة ومختبرات لتحديد تركيزات نويدات مشعة مختارة في نظم معالجة الموائع، وفي عينات غازات وسوائل مأخوذة من مرفق مفاعلات البحوث أو من البيئة، في الحالات التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، في الوقت المناسب.

(هـ) معدات ثابتة لرصد الدوافق ومراقبتها قبل تصريفها إلى البيئة وأثناءه.

(و) أجهزة لقياس تلوث الأسطح بالمواد المشعة.

(ز) منشآت ومعدات لقياس الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها العاملون ومدى تلوثهم.

(ح) رصد للإشعاعات عند بوابات المرفق ومداخله الأخرى للكشف عن نقل المواد المشعة دون إذن أو التلوث غير المتعمد.
٦-١٩٤- وبالإضافة إلى الرصد داخل المرفق، تتخذ أيضا ترتيبات لتقييم حالات التعرض للإشعاعات والآثار الإشعاعية الأخرى في المنطقة المجاورة للمرفق، حيثما يكون ذلك ضروريا.

المتطلب ٥٨: نظم مناولة عناصر الوقود وقلب المفاعل وخبزها

يتضمن تصميم مرفق مفاعل البحوث ترتيبات لمناولة عناصر الوقود الطازج والمشع ومكونات قلب المفاعل الجديدة والمشعة وخبزها بطريقة مأمونة.

٦-١٩٥- يتضمن التصميم ترتيبات لخبز عدد كاف من عناصر الوقود المستهلك ومكونات قلب المفاعل المشعة. وتتسق هذه الترتيبات مع برامج إدارة قلب المفاعل وبرامج سحب عناصر الوقود ومكونات قلب المفاعل من المرفق أو استبدالها.

٦-١٩٦- ويتضمن التصميم ترتيبات لتفريغ كل الوقود من قلب المفاعل بطريقة مأمونة في أي وقت.

٦-١٩٧- وتراعى في التصميم، عند الانطباق، الآثار التي تترتب على الخزن الطويل الأمد للوقود المشع ومكونات قلب المفاعل المشعة.

٦-١٩٨- وتصمم نظم التعامل والخبز بحيث تكفل ما يلي:

- (أ) منع الحرجية بهامش ملائم، بوسائل مادية كاستخدام ترتيب هندسي ملائم وماصات ثابتة؛
- (ب) إتاحة القيام بعمليات التفتيش والاختبار الدورية؛
- (ج) التقليل إلى الحد الأدنى من احتمال فقدان الوقود أو تلفه؛
- (د) منع إسقاط أجسام ثقيلة على الوقود دون قصد؛
- (هـ) إتاحة الخزن المناسب لعناصر الوقود المشتبه فيها أو التالفة؛
- (و) اتخاذ ترتيبات للوقاية من الإشعاعات؛
- (ز) توفير وسيلة لمراقبة كيمياء ونشاط وسيط الخزن؛
- (ح) منع بلوغ مستويات إجهاد غير مقبولة في عناصر الوقود؛
- (ط) تحديد وتتبع كل مفردة من عناصر الوقود والمجمعات على حدة.

٦-١٩٩-١- وتصمّم نظم مناولة الوقود المشع وخزنه بحيث تسمح بإزاحة الحرارة وبالتدريج بصورة ملائمة في الحالات التشغيلية وفي الحوادث المحتاط لها في التصميم.

٦-٢٠٠- ومن غير المرجح أن تشمل المجمعات الحرجة والمجمعات دون الحرجة وقودا مستنفدا أو وقودا مشعاً بدرجة كبيرة، ولذا فقد لا تنطبق عليها المتطلبات المتعلقة بمناولة الوقود المستنفد أو الوقود المشع بدرجة كبيرة وخزنهما. وتنطبق عليها المتطلبات الأخرى المقررة في الفقرات من ٦-١٩٥ إلى ٦-١٩٨.

المتطلب ٥٩: نظم النفايات المشعة

يتضمن تصميم مرفق مفاعل البحوث والمرافق التجريبية المرتبطة به ترتيبات لتعزيز الأمان في التصرف في النفايات وللتقليل إلى الحد الأدنى من توليد النفايات المشعة. وتوفّر نظم لمعالجة النفايات المشعة الصلبة والسائلة والغازية بغية الحفاظ على كميات وتركيزات الإطلاقات المشعة عند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه، ودون الحدود المصرح بها بشأن التصريف.

٦-٢٠١- يولى الاعتبار في التصميم لتوفير وسائل ملائمة، مثل التدريع ونظم الاضمحلال، للحد من تعرّض العاملين للإطلاقات المشعة إلى البيئة، وتوفّر هذه الوسائل بحسب الاقتضاء.

٦-٢٠٢- وتوفّر في التصميم وسائل لمناولة النفايات المشعة ومعالجتها وخزنها وإزاحتها من الموقع والتخلص من النفايات المشعة. وحيثما ستتم مناولة نفايات مشعة سائلة، تتخذ ترتيبات للكشف عن تسرب النفايات ولاستعادتها، إذا كان هذا ملائماً. وحيثما ستتم مناولة نفايات مشعة غازية، تتخذ ترتيبات للكشف عن التسرب ولمنع إطلاقه والتحكم فيه إلى ما دون الحدود المصرح بها للإطلاق المشع.

٦-٢٠٣- وتوفّر نظم لمناولة النفايات المشعة الصلبة أو المركزة ولخزنها في الموقع لفترة زمنية معقولة.

النظم الداعمة والاحتياطية

المتطلب ٦٠: أداء النظم الداعمة والاحتياطية

يكون تصميم النظم الداعمة والاحتياطية لمفاعل البحوث بحيث يضمن أن يكون أداء هذه النظم متسقاً مع ما للنظام أو المكون الذي يخدمته في مفاعل البحوث من أهمية للأمان.

٦-٢٠٤- لا يكون عطل أي نظام احتياطي، بغض النظر عن أهميته للأمان، قادرا على تعريض أمان المفاعل للخطر. وتتخذ تدابير ملائمة لمنع إطلاق مواد مشعة إلى البيئة في حالة تعطل نظام احتياطي يحتوي على مواد مشعة.

المتطلب ٦١: نظم الحماية من الحريق

توفّر نظم الحماية من الحريق لمرفق مفاعل البحوث، بما في ذلك نظم الكشف عن الحريق ونظم إطفاء الحريق، وحواجز احتواء الحريق، ونظم مكافحة الدخان، في جميع أنحاء مرفق مفاعل البحوث، مع إيلاء الاعتبار الواجب لنتائج تحليل مخاطر الحريق.

٦-٢٠٥- تكون نظم الحماية من الحريق المركّبة في مفاعل البحوث قادرة على التعامل بأمان مع أحداث الحريق الافتراضية. ويأخذ تصميم نظام الحماية من الحريق في الاعتبار إمكانية حدوث حرجية عَرَضِيَّة في مجموعة حرجة أو مجموعة دون حرجة. ويولى الاعتبار لمخاطر الحريق الناجمة عن التجارب.

٦-٢٠٦- تكون نظم إطفاء الحريق قادرة على التفعيل التلقائي عند الاقتضاء. وتصمّم نظم إطفاء الحريق وتحدّد أماكنها لضمان أن انفجارها أو اشتغالها على نحو غير مقصود أو تشغيلها دون قصد لن يخلّ بقدرة المفردات المهمة للأمان.

٦-٢٠٧- تُصمّم نظم الكشف عن الحريق لتوفر إنذارات ومعلومات فورية عن مكان وانتشار الحرائق التي تشتعل في مرفق المفاعل في أي وقت.

٦-٢٠٨- تكون نظم الكشف عن الحريق ونظم إطفاء الحريق الضرورية للحماية من أي حريق محتمل بعد وقوع حدث بادئ افتراضي مؤهلة تأهيلا مناسباً لمقاومة آثار الحدث البادئ الافتراضي.

٦-٢٠٩- وتُستخدم مواد غير قابلة للاحتراق أو معطّلة للحريق ومقاومة للحرارة حيثما يكون ذلك ممكناً من الناحية العملية في جميع أنحاء المرفق، لا سيما في أماكن مثل وسائل الاحتجاز وغرف التحكم.

المتطلب ٦٢: نظم الإضاءة

توفّر إضاءة كافية في جميع المناطق التشغيلية لمرفق مفاعل البحوث للأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

المتطلب ٦٣: معدات الرفع

توفّر معدات لرفع وإنزال المفردات المهمة للأمان في مرفق مفاعل البحوث، ولرفع وإنزال المفردات الأخرى بجوار المفردات المهمة للأمان.

٦-٢١٠- تصمّم معدات الرفع بحيث:

- (أ) تُتخذ تدابير لمنع رفع الأحمال المفرطة، بما يشمل الأحمال الخاصة ببرامج التجارب؛
- (ب) تُطبّق تدابير تصميم متحفظة لمنع أي إسقاط غير مقصود للأحمال التي يمكن أن تؤثر على مفردات مهمة للأمان أو يمكن أن تسبب خطراً إشعاعياً (مثل براميل الوقود المستنفد)؛
- (ج) يسمح مخطط المرفق بالحركة المأمونة لمعدات الرفع والمفردات التي يجري نقلها، وفقاً لمسارات الحمل المأمونة التي تم تحليلها؛
- (د) تكون المعدات المخصصة للاستخدام في المناطق التي توجد فيها المفردات المهمة للأمان مؤهلة زلزالياً؛
- (هـ) يمكن تفتيش هذه المعدات دورياً.

المتطلب ٦٤: نظم تكييف الهواء ونظم التهوية

توفّر نظم لتكييف الهواء وتدفئة الهواء وتبريد الهواء والتهوية لمرفق مفاعل البحوث بحسب الاقتضاء في مناطق المرفق للحفاظ على الظروف البيئية المطلوبة.

٦-٢١١- توفّر نظم لتهوية المباني في مرفق المفاعل بالقدرة المناسبة لتكييف الهواء وتنقيته:

- (أ) لمنع التشتت غير المقبول للمواد المشعة المحمولة في الهواء داخل المرفق؛
- (ب) لتقليل تركيز المواد المشعة المحمولة في الهواء إلى المستويات المتوافقة مع ضرورة وصول العاملين إلى المنطقة؛
- (ج) إبقاء مستويات المواد المشعة المحمولة في الهواء في مرفق المفاعل دون الحدود المصرح بها ومنخفضة إلى أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه؛
- (د) لتهوية الغرف التي تحتوي على الغازات الخاملة أو الغازات الضارة دون إعاقة القدرة على التحكم في الدوافق المشعة؛

(هـ) للحفاظ على الكفاءة المطلوبة لنظام الترشيح وللتحكم في إطلاقات المواد المشعة الغازية إلى البيئة وإبقائها دون الحدود المصرح بها للتصريف وإبقائها منخفضة إلى أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه.

المتطلب ٦٥: نظم الهواء المضغوط

يُحدّد الأساس التصميمي لأي نظام للهواء المضغوط يخدم مفردة ذات أهمية للأمان في مرفق مفاعل البحوث جودة الهواء ومعدل تدفقه ونظافته التي يتعين توفيرها.

المتطلب ٦٦: أجهزة التجارب

تُصمم أجهزة التجارب لمفاعل البحوث بحيث لا تؤثر سلبا على أمان المفاعل في أي أحوال تشغيلية أو ظروف مفضية إلى وقوع الحوادث. وعلى وجه الخصوص، تُصمم أجهزة التجارب بحيث لا يؤدي تشغيل جهاز التجارب أو تعطله إلى تغيير غير مقبول في تفاعلية المفاعل، أو يؤثر على تشغيل نظام حماية المفاعل، أو يحد من قدرة التبريد، أو يهدد الاحتجاز أو يؤدي إلى عواقب إشعاعية غير مقبولة.

٦-٢١٢- يوضع أساس تصميمي لكل جهاز تجارب مرتبط ارتباطا مباشرا أو غير مباشر بالمفاعل. وتصنف أجهزة التجارب على أساس أهميتها للأمان. ويؤخذ في الاعتبار الرصيد الإشعاعي لجهاز التجارب وكذلك إمكانية توليد الطاقة أو إطلاقها. ويجرى تحليل الأمان، يشمل تحليلا للضرر الذي يلحق بأجهزة التجارب من الأحداث البادئة الافتراضية للمفاعل. ويشمل تحليل الأمان أيضا التفاعل بين أجهزة التجارب والمفاعل (انظر أيضا الفقرة ٦-١٢٤).

٦-٢١٣- ويوفّر التصميم الرصد الملائم لبارامترات التجارب في غرفة التحكم في المفاعل، حيثما يكون ذلك ضروريا لأمان المفاعل وأمان التجربة.

٦-٢١٤- ويسهّل تصميم التجارب وأجهزة التجارب عمليات تفكيكها، وخبزها المؤقت، والتصريف النهائي فيها.

٧- تشغيل مرافق مفاعلات البحوث

الأحكام التنظيمية

المتطلب ٦٧: مسؤوليات المنظمة المشغلة

تقع على عاتق المنظمة المشغلة لمرافق مفاعل البحوث المسؤولية الرئيسية عن الأمان في تشغيل المرفق.

٧-١- تُسند المسؤولية الرئيسية عن الأمان إلى المنظمة المشغلة لمرافق مفاعل البحوث. وتشمل هذه المسؤولية الرئيسية جميع الأنشطة المتعلقة بالتشغيل بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بما فيها أنشطة التجارب.^{٣٧} كما تشمل المسؤولية عن الإشراف على أنشطة جميع الفئات الأخرى ذات الصلة، مثل المصممين والموردين والمصنعين والقائمين بالبناء وأصحاب العمل والمقاولين والقائمين بالتجارب، وكذلك المسؤولية عن تشغيل مرفق المفاعل من جانب المنظمة المشغلة نفسها. وتؤدي المنظمة المشغلة هذه المسؤولية وفقاً لنظام إدارتها [٤].

٧-٢- وتنشئ المنظمة المشغلة هيكلًا إدارياً ملائماً لمفاعل البحوث، وتوفّر كل البنية الأساسية الضرورية لعمليات المفاعل. ويشمل تنظيم تشغيل المفاعل (إدارة المفاعل، انظر الحاشية رقم ٢١) مدير المفاعل^{٣٨} وموظفي التشغيل. وتضمن المنظمة المشغلة اتخاذ ترتيبات ملائمة لجميع الوظائف المتصلة بتشغيل مرفق مفاعل البحوث واستخدامه على نحو مأمون، مثل الصيانة، والاختبارات الدورية والتفتيش الدوري، والوقاية من الإشعاعات، وتوكيد الجودة، وخدمات الدعم ذات الصلة.

٧-٣- ولا تفوّض مسؤولية المنظمة المشغلة عن أمان مفاعل البحوث. وتقع على عاتق مدير المفاعل المسؤولية المباشرة عن التشغيل المأمون لمفاعل البحوث، وتكون له الصلاحيات اللازمة للقيام بذلك.

^{٣٧} يشمل التشغيل جميع الأنشطة المؤداة لتحقيق الغرض الذي تم من أجله تصميم مفاعل البحوث وبناءه أو تعديله. وإلى جانب تشغيل المفاعل، يشمل ذلك ما يلي: الصيانة والاختبار والتفتيش؛ ومناولة الوقود ومناولة المواد المشعة، بما يشمل إنتاج النظائر المشعة؛ وتركيب أجهزة التجارب واختبارها وتشغيلها؛ واستخدام الحزم النيوترونية؛ واستخدام نظم مفاعلات البحوث لأغراض البحث والتطوير والتعليم والتدريب؛ وما يرتبط بذلك من أنشطة أخرى.

^{٣٨} مدير المفاعل هو العضو في إدارة المفاعل الذي أُسندت إليه المسؤولية والسلطة المباشرتين عن التشغيل المأمون لمفاعل البحوث، وتقوم بتعيينه المنظمة المشغلة، وتشمل واجباته الأساسية الوفاء بهذه المسؤولية.

٤-٧- وتقرر المنظمة المشغّلة، وفقا لنظام الإدارة، مهام ومسؤوليات المناصب الرئيسية في المنظمة عن تشغيل المفاعل. وعلى وجه الخصوص، تضع المنظمة المشغّلة خطوطا واضحة للسلطة والاتصالات بين مدير المفاعل ولجنة (أو لجان) الأمان، وفريق الوقاية من الإشعاعات، وأفرقة الصيانة، والعاملين المختصين بنظام الإدارة، والقائمين بالتجارب.

٥-٧- وتحدّد وفقا للإطار القانوني للدولة مناصب الموظفين التي تقتضي الحصول على ترخيص أو شهادة. ويتلقى شاغلو هذه المناصب تدريبا ملائما على النحو الذي تشترطه الهيئة الرقابية (انظر أيضا الفقرات من ٧-١٣ إلى ٧-٢٢). وعلى وجه الخصوص، يكون مدير المفاعل^{٣٩} والمشرفون على النوبات ومشغلو المفاعل حاصلين على تصريح (ترخيص أو شهادة) صادر عن الهيئة الرقابية أو المنظمة المشغّلة أو سلطة مختصة أخرى.

٦-٧- وتقع على عاتق المنظمة المشغّلة، بالتعاون مع المورد أو المصمّم، المسؤولية الشاملة عن إعداد برنامج الإدخال في الخدمة وإنجازه بصورة مرضية (انظر الفقرة ٧-٥١).

٧-٧- وتُعد المنظمة المشغّلة وتُصدر مواصفات وإجراءات وفقا لتصنيف الهياكل والنظم والمكونات ونظام الإدارة، لا سيما في ما يخص اشتراء وصنع وتحميل واستخدام وتفريغ وخزن ونقل واختبار المفردات المهمة للأمان، بما فيها الوقود ومكونات قلب المفاعل والمواد الانشطارية الأخرى الطازجة أو المشعّة.

٨-٧- وتُعد المنظمة المشغّلة تقارير موجزة دورية بشأن المسائل المتعلقة بالأمان بحسب ما تشترطه الهيئة الرقابية، وتقدّم هذه التقارير إلى لجنة الأمان وإلى الهيئة الرقابية إذا طُلب ذلك.

٩-٧- وتقع على عاتق المنظمة المشغّلة مسؤولية ضمان ما يلي:

- (أ) إصدار سياسات الأمان وفهمها فهما واضحا من قبل الجميع.
- (ب) إنشاء لجنة الأمان الاستشارية التابعة لها.
- (ج) أن يتيح التصميم تشغيل المفاعل بأمان، وأن يتم بناء المفاعل وفقا للتصميم المعتمد.

^{٣٩} لا يلزم بالضرورة أن يكون مدير المفاعل حاصلًا على ترخيص لتشغيل المفاعل، ولكن يلزم أن يكون قد أكمل برنامجا تدريبيًا (انظر الفقرة ٧-٣٠).

- (د) إعداد تقرير وافٍ عن تحليل الأمان والمواظبة على تحديثه، وفقاً للمتطلب رقم ١.
- (هـ) أن تُثبت عملية الإدخال في الخدمة أن متطلبات التصميم قد استوفيت وأن المفاعل يمكن تشغيله وفقاً للافتراضات التصميمية.
- (و) وضع وتنفيذ نظام للإبلاغ عن الأحداث غير العادية واستعراضها.
- (ز) وضع ترتيبات للطوارئ في الموقع، بما في ذلك خطة وإجراءات للطوارئ، والحفاظ عليها وفقاً للوثيقة GSR Part 7 [٦].
- (ح) تشغيل وصيانة مفاعل البحوث وفقاً لمتطلبات الأمان من قبل موظفين مؤهلين تأهيلاً مناسباً ولهم خبرة مناسبة ومعتمدين من قبل السلطات المعنية.
- (ط) تدريب الموظفين الذين يوظفون بمسؤوليات تتعلق بالتشغيل المأمون تدريباً وافياً، ووضع برنامج للتدريب وإعادة التدريب، وتنفيذه، والمواظبة على تحديثه، واستعراضه دورياً للتحقق من فعاليته (انظر أيضاً الفقرات من ٧-٢٨ إلى ٣١-٧).
- (ي) إتاحة موارد ومرافق وخدمات ملائمة أثناء التشغيل.
- (ك) أن تُقدّم إلى الهيئة الرقابية المعلومات عن الأحداث ذات الأهمية للأمان التي يلزم إبلاغ الهيئة الرقابية بها، بما في ذلك أي تقييمات لهذه الأحداث والإجراءات التصحيحية المزمع اتخاذها.
- (ل) تعزيز ثقافة الأمان في المنظمة لضمان أن تكون اتجاهات العاملين وأفعال وردود أفعال جميع الأفراد والمنظمات مفضية إلى الاضطلاع المأمون بالأنشطة خلال تشغيل المرفق (انظر الفقرتين ٤-٤ و ٤-٤).
- (م) وضع نظام إدارة متكامل (انظر الحاشية ١٥) وتنفيذه، وفقاً لنهج تدريجي (انظر الفقرات من ٤-٧ إلى ٤-١٣).
- (ن) تخويل إدارة المفاعل صلاحيات كافية وتزويدها بموارد كافية لتمكينها من أداء واجباتها بفعالية.
- (س) تشغيل مفاعل البحوث وصيانته وفقاً للحدود والشروط التشغيلية ولإجراءات التشغيل (انظر الفقرات من ٧-٣٢ إلى ٧-٣٤ ومن ٧-٥٧ إلى ٧-٦٢).
- (ع) مراقبة المواد الانشطارية والمواد المشعة المستخدمة أو الناتجة.
- (ف) دراسة الخبرة التشغيلية بعناية، بما يشمل المعلومات عن الخبرة التشغيلية في مفاعلات البحوث المماثلة، للكشف عن أي دلائل على وجود اتجاهات ضارة بالأمان، لكي يتسنى اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل أن تنشأ ظروف ضارة خطيرة ولكي يتسنى منع تكرار هذه الاتجاهات.
- (ص) تطبيق ورصد برنامج لاستبعاد الأجسام الغريبة، وفقاً للمتطلبات الرقابية.

المتطلب ٦٨: هيكل المنظمة المشغلة ووظائفها

يقرَّر ويوثَّق هيكل المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث ووظائف العاملين فيها وأدوارهم ومسؤولياتهم.

٧-١٠- تُحدَّد كتابة وبوضوح المسؤوليات الوظيفية، وخطوط السلطة، وخطوط الاتصال الداخلي والخارجي، فيما يخص التشغيل المأمون لمفاعل البحوث في جميع الأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث.

٧-١١- ويوثَّق في تقرير تحليل الأمان ويتاح للموظفين، وللهيئة الرقابية إذا لزم الأمر، الهيكل التنظيمي وترتيبات تصريف المسؤوليات. ويحدَّد هيكل المنظمة المشغلة لكي يتسنى تحديد ووصف جميع الأدوار ذات الأهمية الحاسمة للتشغيل المأمون. وتُجري المنظمة المشغلة تحليلاً مسبقاً للتغييرات التنظيمية المقترح إدخالها على الهيكل والترتيبات المرتبطة به، التي قد تكون ذات أهمية للأمان، وتقدمها إلى الهيئة الرقابية للموافقة عليها.

٧-١٢- وتكون المنظمة المشغلة مسؤولة عن ضمان أن يستدام في مفاعل البحوث ما يلزم من معارف ومهارات واتجاهات ودراية متعلقة بالأمان، وأن يتم الوفاء بالأهداف الطويلة الأجل الخاصة بالموارد البشرية، وأن توضع سياسات للحفاظ على المعارف.

المتطلب ٦٩: العاملون المختصون بالتشغيل

تُسند المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث إلى مدير المفاعل المسؤولية المباشرة عن التشغيل المأمون لمفاعل البحوث والسلطة اللازمة للقيام بذلك. ويتولى مدير المفاعل المسؤولية الشاملة عن جميع جوانب التشغيل، والتدريب، والصيانة، والاختبارات الدورية، والتفتيش، واستخدام المفاعل وتعديله. ويكون تصريف هذه المسؤولية المهمة الرئيسية لمدير المفاعل.

مدير المفاعل

٧-١٣- يوثَّق مدير المفاعل توثيقاً واضحاً المهام، والمسؤوليات، والخبرات الضرورية، ومتطلبات التدريب، للعاملين المختصين بالتشغيل، وخطوط اتصالهم. وتوثَّق أيضاً توثيقاً واضحاً مهام ومسؤوليات وخطوط اتصال العاملين الآخرين المختصين بتشغيل المفاعل أو استخدامه (مثل العاملين المختصين بالدعم التقني والقائمين بالتجارب).

١٤-٧ - ويحدّد مدير المفاعل الحد الأدنى لمتطلبات التزويد بالموظفين للتخصصات المختلفة المطلوبة لضمان التشغيل المأمون لمفاعل البحوث في جميع حالاته التشغيلية وفقاً للحدود والشروط التشغيلية. وتشمل هذه المتطلبات عدد العاملين وكذلك المهام التي يلزم تفويضهم لأدائها. ويحدّد بوضوح في كل الأوقات الشخص ذو الأهلية للإشراف المباشر على تشغيل المفاعل والمسؤولية عن هذا الإشراف. كما يُحدّد مدى توافر الموظفين الذين سيكون عليهم التصدي للظروف المفضية لوقوع الحوادث (انظر أيضاً المتطلب ٢١ في الوثيقة GSR Part 7 [٦]).

١٥-٧ - ويكون مدير المفاعل مسؤولاً عن ضمان تزويد الموظفين المختارين لتشغيل المفاعل بما يلزم من تدريب وإعادة تدريب لتشغيل المفاعل بأمان وكفاءة، وضمان إجراء تقييم مناسب لهذا التدريب وإعادة التدريب. وينفّذ قدر كافٍ من التدريب على الإجراءات التي يتعين اتباعها في الحالات التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث (انظر الفقرات من ٧-٥٧ إلى ٧-٦٢ من هذا المنشور). والمتطلب ٢٥ من العدد GSR Part 7 [٦].

١٦-٧ - وبصرف النظر عن وجود عاملين مستقلين مختصين بالوقاية من الإشعاعات (انظر الفقرة ٧-٢٣)، يوفّر للعاملين المختصين بالتشغيل، ومن بينهم العاملون المختصون بالدعم التقني وإجراء التجارب، قبل بدء مهامهم، تدريب مناسب في مجال الوقاية من الإشعاعات. ويُنفّذ تدريب تنسيطي دوري في مجال الوقاية من الإشعاعات أثناء التشغيل.

١٧-٧ - ويُعد مسبقاً البرنامج التفصيلي لتشغيل مفاعل البحوث واستخدامه التجريبي، ويكون خاضعاً لموافقة مدير المفاعل.

١٨-٧ - ويكون مدير المفاعل مسؤولاً عن جميع الأنشطة المرتبطة بإدارة قلب المفاعل ومناولة الوقود ومناولة أي مواد انشطارية أخرى، ويتخذ الترتيبات اللازمة لتلك الأنشطة.

١٩-٧ - ويستعرض مدير المفاعل دورياً تشغيل مفاعل البحوث، بما في ذلك التجارب، ويتخذ الإجراءات التصحيحية الملائمة بشأن أية مشاكل يتم تحديدها. ويلتمس مدير المفاعل المشورة من لجنة (أو لجان) الأمان أو يدعو مستشارين لاستعراض قضايا الأمان المهمة التي تنشأ عن إدخال المفاعل والتجارب في الخدمة، وتشغيلهما، وصيانتهما، واختبارهما والتفتيش عليهما دورياً، وتعديلهما (انظر الفقرة ٧-٢٦).

العاملون المختصون بالتشغيل

٢٠-٧- يشغل العاملون المختصون بالتشغيل المرفق وفقاً للحدود والشروط التشغيلية وإجراءات التشغيل المعتمدة (انظر الفقرات من ٣٢-٧ إلى ٣٤-٧ ومن ٥٧-٧ إلى ٧-٦٢). ويتوقف عدد ونوع العاملين المختصين بالتشغيل المطلوبين على جوانب تصميم المفاعل، مثل مستوى القدرة ودورة التشغيل والاستخدام.

٢١-٧- وتكون لكل فرد من العاملين المختصين بالتشغيل مرخص له أو مصرح له بتشغيل المفاعل سلطة إغلاق المفاعل لدواعي الأمان.

٢٢-٧- وتنشئ المنظمة المشغلة فريقاً للصيانة من أجل تنفيذ برامج الصيانة، والاختبار الدوري والتفتيش، بحسب ما هو مبين في الفقرتين ٣٨-٧ و ٣٩-٧.

العاملون المختصون بالوقاية من الإشعاعات

٢٣-٧- يُنشأ فريق للوقاية من الإشعاعات يتولى إعداد وتنفيذ برنامج للوقاية من الإشعاعات وإسداء النصح إلى إدارة المفاعل والمنظمة المشغلة بشأن الأمور المتعلقة بالوقاية من الإشعاعات. ويرد وصف ذلك في المتطلب ٨٤، الفقرات من ٧-١٠٧ إلى ٧-١١٤.

العاملون الإضافيون المختصون بالدعم

٢٤-٧- ترتب المنظمة المشغلة، بحسب الحاجة، لتوفير عاملين تقنيين إضافيين^{٤٠}، مثل موظفي التدريب وموظفي الأمان وكيميائي المفاعلات.

٢٥-٧- وتتخذ المنظمة المشغلة ترتيبات لتقديم المساعدة من جانب عاملين متعاقد معهم، بحسب الاقتضاء.

لجنة أمان المفاعل

٢٦-٧- تسدي لجنة أمان المفاعل (أو الفريق الاستشاري المعني بأمان المفاعل) المشورة إلى مدير المفاعل بشأن جوانب أمان التشغيل والاستخدام اليوميين للمفاعل. وعلى وجه

^{٤٠} قد لا تحتاج المرافق ذات الأخطار المحتملة المنخفضة إلى هذه المناصب. بيد أنه يلزم أداء هذه الوظائف في هذه المرافق.

الخصوص، تتولى لجنة الأمان استعراض مدى كفاية وأمان التجارب والتعديلات المقترحة، وتقدّم إلى مدير المفاعل توصيات بشأن الإجراءات التي ينبغي اتخاذها.

٢٧-٧- وعلى الرغم من أيّ مشورة تقدمها لجنة الأمان في المنظمة المشغّلة (انظر المتطلب ٦)، تكون لمدير المفاعل (انظر الفقرة ٧-٣) صلاحية رفض أو تأجيل إجراء أي تجربة أو إدخال أي تعديل يرى أنهما غير مأمونين، وتكون لديه صلاحية إحالة هذا الاقتراح إلى سلطة أعلى لإجراء استعراض إضافي.

المتطلب ٧٠: تدريب العاملين وإعادة تدريبهم وتأهيلهم

تضمن المنظمة المشغّلة لمرفق مفاعل البحوث أن يؤدي الوظائف المتصلة بالأمان عاملون من ذوي الأهلية والكفاءة واللياقة المناسبة للعمل.

٢٨-٧- تحدد المنظمة المشغّلة أن تحديدا واضحا متطلبات التأهيل والكفاءة لضمان أن يكون العاملون الذين يودون الوظائف المتصلة بالأمان قادرين على أداء واجباتهم بأمان. وقد تتطلب أوضاع تشغيل معيّنة الحصول على تصريح رسمي أو رخصة رسمية.

٢٩-٧- ويتم اختيار موظفين مؤهلين تأهيلا ملائما وإعطائهم التدريب والتوجيه اللازمين لتمكينهم من أداء واجباتهم بطريقة صحيحة في مختلف الأحوال التشغيلية وفي الظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، وفقا للإجراءات المناسبة. ويؤدي الوظائف المتعلقة بالأمان عاملون مؤهلون تأهيلا مناسباً وكفاءة ولائقون للعمل.

٣٠-٧- وتوضع وتصان برامج مناسبة لتدريب العاملين المختصين بالتشغيل وإعادة تدريبهم، بما يشمل مدير المفاعل، ومشرفي النوبات، ومشغلي المفاعل، وموظفي الوقاية من الإشعاعات، والعاملين المختصين بالصيانة، وغيرهم من العاملين في مرفق مفاعل البحوث. ويشمل برنامج التدريب الترتيب للتأكيد الدوري لكفاءة العاملين، الذي يكون موثقا، وللتدريب التنشيطي المنتظم. وتتضمن الدورات التدريبية التنشيطية أيضا الترتيب لإعادة تدريب العاملين الذين غابوا لفترات طويلة عن أداء مهامهم المصرح بها. ويشدّد التدريب على أهمية الأمان في جميع جوانب تشغيل للمفاعل، ويعزّز ثقافة الأمان.

٣١-٧- وتوضع إجراءات لاعتماد التدريب، من أجل التحقق من فعاليته ومن تأهيل الموظفين.

المتطلب ٧١: الحدود والشروط التشغيلية

تضمن المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث أن مفاعل البحوث يتم تشغيله وفقا للحدود والشروط التشغيلية.

٣٢-٧- تشكل الحدود والشروط تشغيلية جزءا هاما من أساس التصريح للمنظمة المشغلة بتشغيل مرفق مفاعل البحوث. ويُشغَل المرفق ضمن الحدود والشروط التشغيلية بغية منع نشوء حالات يمكن أن تؤدي إلى وقائع تشغيلية منتظرة أو ظروف مفضية إلى وقوع الحوادث، والتخفيف من عواقب هذه الأحداث في حالة وقوعها. وتوضع الحدود والشروط التشغيلية لضمان أن المفاعل يجري تشغيله وفقا للافتراضات التصميمية والقصد التصميمي، وكذلك وفقا لشروط ترخيصه.

٣٣-٧- وتُعكس الحدود والشروط التشغيلية الترتيبات المتخذة في التصميم النهائي كما هي مبينة في تقرير تحليل الأمان. وتوضع مجموعة من الحدود والشروط التشغيلية المهمة للأمان، بما في ذلك حدود للأمان ومحدّدات نظم الأمان وأوضاع التشغيل المأمون الحديّة ومتطلبات الإشراف والاختبار والصيانة والمتطلبات الإدارية، وتحال إلى الهيئة الرقابية لاستعراضها وتقييمها قبل بدء التشغيل. وتُدعم جميع الحدود والشروط التشغيلية ببيان خطي أو تحليل لسبب اعتمادها.

٣٤-٧- ويتم تعريف الحدود والشروط التشغيلية تعريفا مناسباً، وتُقرَّر بوضوح، وتُدعم على نحو ملائم (وذلك مثلا بالتحديد الواضح لهدف كل حد وشرط تشغيلي ومدى قابليته للتطبيق ومواصفاته، أي حده المعين والأساس الذي يستند إليه). ويتم اختيار الحدود والشروط التشغيلية وقيمها على أساس تحليل الأمان، أو تصميم المفاعل، أو الجوانب المتعلقة بتنفيذ العمليات، وتكون متنسقة اتساقا يمكن إثباته مع تقرير تحليل الأمان المحدّث، وتُعكس الحالة الراهنة للمفاعل، ومتوافقة مع شروط الترخيص التي تفرضها الهيئة الرقابية.

حدود الأمان

٣٥-٧- توضع حدود للأمان من أجل حماية سلامة الحواجز المادية التي تحمي من إطلاق المواد المشعة الخارج عن السيطرة أو التعرض لهذه المواد بما يتعدى الحدود الرقابية.

محدّدات نظم الأمان

٣٦-٧- تُعيّن محدّدات نظم الأمان بحيث لا يتم تجاوز حدود الأمان.

الشروط الحدية للتشغيل المأمون

٣٧-٧ - توضع شروط حدية للتشغيل المأمون لضمان وجود هوامش مقبولة بين قيم التشغيل العادية ومحدّدات نظم الأمان. وتشمل الشروط الحدية للتشغيل المأمون حدود بارامترات التشغيل، والمتطلبات المتعلقة بالحد الأدنى للياقة التشغيلية للمعدات التي يمكن تشغيلها والمستويات الدنيا للتزويد بالموظفين، والإجراءات المقررة التي يتعين على العاملين المختصين بالتشغيل اتخاذها للمحافظة على محدّدات نظام الأمان.

متطلبات الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش

٣٨-٧ - توضع متطلبات لتواتر ونطاق عمليات التفتيش، والاختبار والصيانة الدوريين، وفحوص الصلاحية للتشغيل، وعمليات معايرة جميع المفردات المهمة للأمان، من أجل ضمان الامتثال لتقرير تحليل الأمان.

٣٩-٧ - وتتضمن متطلبات الصيانة والإشراف والاختبار الدوري والتفتيش توصيفا يحدّد أهدافها وانطباقها، ويقرر تواتر أداء الأنشطة، ويضع معايير لحالات الحيود المقبولة. ومن أجل توفير المرونة التشغيلية، يقرر التوصيف تواتر الأنشطة من حيث متوسط الفواصل الزمنية، بحد أقصى لا يجوز تجاوزه. وتبرّر حالات التأجيل التي تتجاوز الحد الأقصى للفواصل الزمنية، وتُخضع للموافقة، وتوضع تدابير للأمان عند الضرورة.

المتطلبات الإدارية

٤٠-٧ - تشمل الحدود والشروط التشغيلية المتطلبات أو الضوابط الإدارية المتعلقة بالهيكل التنظيمي والمسؤوليات للمناصب الرئيسية الخاصة بالتشغيل المأمون للمفاعل، والتزويد بالموظفين، وتدريب العاملين في المرفق وإعادة تدريبهم، وإجراءات الاستعراض والمراجعة، والتعديلات، والتجارب، والسجلات والتقارير، والإجراءات المطلوب اتخاذها بعد وقوع مخالفة للحدود والشروط التشغيلية.

حالات الإخلال بالحدود والشروط التشغيلية

٤١-٧ - تُتخذ إجراءات تصحيحية في حالة حيود تشغيل المفاعل عن واحد أو أكثر من الحدود والشروط التشغيلية.

٤٢-٧ - وتقرّر إجراءات يتخذها موظفو التشغيل في غضون فترة زمنية مسموح بها إذا حدثت مخالفة لأحد الأوضاع الحدية للتشغيل المأمون. وتُجري إدارة المفاعل تحقيقا

بشأن سبب المخالفة وعواقبها، وتتخذ الإجراءات الملائمة لمنع تكرارها. وتخطر الهيئة الرقابية في الوقت المناسب.

٤٣-٧- وفي حالة تجاوز حدود الأمان، يتم إغلاق المفاعل والإبقاء عليه في حالة مأمونة، ويُجرى تفتيش على المفردات المهمة للأمان المتضررة. وفي هذه الظروف، يتم إخطار الهيئة الرقابية على الفور، وتتحرى المنظمة المشغلة عن السبب، ويقدم تقرير إلى الهيئة الرقابية لتقييم الحالة قبل إعادة تشغيل المفاعل.

المتطلب ٧٢: أداء الأنشطة المتصلة بالأمان

تضمن المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث تحليل ومراقبة الأنشطة ذات الصلة بالأمان بصورة ملائمة من أجل ضمان إبقاء المخاطر المرتبطة بأثار الإشعاع المؤيّن الضارة منخفضة إلى أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه.

٤٤-٧- يُجرى تقييم لجميع الأنشطة التشغيلية الروتينية وغير الروتينية من حيث المخاطر المحتملة المرتبطة بالآثار الضارة للإشعاع المؤيّن. ويتوقف مستوى التقييم والمراقبة على ما للمهمة من أهمية للأمان.

٤٥-٧- ويتم الاضطلاع بجميع الأنشطة المهمة للأمان وفقا لإجراءات مكتوبة معتمدة، لضمان أن مفاعل البحوث يتم تشغيله ضمن الحدود والشروط التشغيلية. وتُكفل هوامش مقبولة بين قيم التشغيل العادية ومحدّدات نظم الأمان المقررة، بغية تجنب تشغيل نظم الأمان بتواتر غير مستصوب (انظر الفقرة ٧-٣٧).

٤٦-٧- ولا تُجرى أي تجارب دون استعراض وتبرير كافيين. وإذا كانت هناك حاجة لإجراء تشغيل غير روتيني أو اختبار لا تشمله إجراءات التشغيل الحالية، يُجرى استعراض أمان خاص ويوضع إجراء خاص ويُخضع للموافقة وفقا للوائح الوطنية أو للوائح الأخرى ذات الصلة.

الإدخال في الخدمة

المتطلب ٧٣: برنامج الإدخال في الخدمة

تضمن المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث وضع وتنفيذ برنامج لإدخال مفاعل البحوث في الخدمة.

٤٧-٧- يُعدّ برنامج ملائم للإدخال في الخدمة لاختبار مكونات ونظم المفاعلات بعد بنائها أو إدخال تعديلات عليها، بغية إثبات مطابقتها لهدف التصميم ووفائها بمعايير

الأداء. ويتناول برنامج الإدخال في الخدمة كامل مجموعة ظروف المرفق المطلوبة في التصميم. ويحدّد برنامج الإدخال في الخدمة تنظيم ومسؤوليات الإدخال في الخدمة، ومراحل الإدخال في الخدمة، والاختبارات المناسبة التي تُجرى للهياكل والنُظُم والمكونات على أساس مدى أهميتها للأمان، والجدول الزمني للاختبارات، وإجراءات وتقارير الإدخال في الخدمة، وأساليب الاستعراض والتحقق، وعلاج أوجه القصور وحالات الحيود، ومتطلبات التوثيق.

٧-٤٨- وتُجرى أثناء عملية البناء والإدخال في الخدمة مقارنة بين مرفق المفاعل كما تم بناؤه وبارامتراته التصميمية. وتوضع عملية شاملة، في إطار نظام إدارة المنظمة المشغّلة، لمعالجة المخالفات في التصميم والتصنيع والبناء والتشغيل. وتوثّق قرارات تصحيح الاختلافات عن التصميم الأوّلي والمخالفات ويتم استعراضها قبل بدء الإدخال في الخدمة.

٧-٤٩- ويقدم البرنامج التفصيلي للإدخال في الخدمة إلى لجنة الأمان والهيئة الرقابية، ويخضع لاستعراض وتقييم ملائمين قبل تنفيذه.

٧-٥٠- وتولى أجهزة التجارب وتأثيرها المحتمل على عمليات المفاعل اعتبارا كافيا خلال إدخال المفاعل في الخدمة. وتخضع أجهزة التجارب لبرنامج مناسب للإدخال في الخدمة قبل إدخالها في الخدمة.

تنظيم ومسؤوليات الإدخال في الخدمة

٧-٥١- تشارك المنظمة المشغّلة والمصممون والصانعون في إعداد برنامج الإدخال في الخدمة وتنفيذه. وتنطوي عملية الإدخال في الخدمة على التعاون بين المنظمة المشغّلة والمورد من أجل كفاءة وسيلة فعالة لإطلاع المنظمة المشغّلة على خصائص المفاعل المعين. ويوظّب على الاتصال الوثيق بين الهيئة الرقابية والمنظمة المشغّلة طوال عملية الإدخال في الخدمة. وعلى وجه الخصوص، تتاح نتائج وتحليلات الاختبارات التي تمس الأمان مسًا مباشرًا للجنة الأمان والهيئة الرقابية بغرض استعراضها وإقرارها، بحسب الاقتضاء.

اختبارات ومراحل الإدخال في الخدمة

٧-٥٢- تنظّم اختبارات الإدخال في الخدمة بتقسيمها إلى مجموعات وظيفية وفي متتالية منطقية. وتشمل هذه المتتالية اختبارات ما قبل التشغيل، واختبارات الحرجية الأولية، واختبارات القدرة المنخفضة، واختبارات القدرة التصاعديّة، واختبارات القوى.

ولا تمضي أي متتالية اختبارات فُدماً ما لم تكن الخطوات السابقة المطلوبة قد أُنجزت بنجاح. ولذلك يُقسّم برنامج الإدخال في الخدمة إلى مراحل، تُرتَّب عادة بالتسلسل التالي:

- (أ) المرحلة ألف: الاختبارات السابقة لتحميل الوقود؛
(ب) المرحلة باء: اختبارات تحميل الوقود، واختبارات الحرجية الأولية، واختبارات القدرة المنخفضة^{٤١}؛
(ج) المرحلة جيم: اختبارات القدرة التصاعديّة واختبارات القوى.

إجراءات وتقارير الإدخال في الخدمة

٥٣-٧- تُعدّ إجراءات وتُستعرض وتُخضع للموافقة لكل اختبار إدخال في الخدمة قبل بدء الاختبارات. وتؤدّى أنشطة الإدخال في الخدمة طبقاً لإجراءات خطية معتمدة. وتشمل هذه الإجراءات، عند الاقتضاء، نقاط إيقاف إجباري يتم عندها إخطار وإشراك لجنة الأمان والهيئات الخارجية والصانعين والهيئة الرقابية.

٥٤-٧- ويشمل برنامج الإدخال في الخدمة تدابير وإجراءات لعمليات المراجعة والاستعراض والتحقق التي تهدف إلى ضمان أن يكون قد تم الاضطلاع بالبرنامج طبقاً للخطة الموضوعية وأن أهدافه قد تحققت تماماً. وتُدرج أيضاً تدابير لمعالجة أي حيود أو قصور يكتشف خلال اختبارات الإدخال في الخدمة.

٥٥-٧- وتُعدّ إجراءات للإدخال في الخدمة تشمل نطاق هذه الاختبارات وتسلسلها والنتائج المتوقعة منها، بقدر ملائم من الإسهاب ووفقاً لمتطلبات توكيد الجودة. وتُحفظ تقارير الإدخال في الخدمة طوال عمر المرفق، بما فيه مرحلة الإخراج من الخدمة. وتتناول هذه التقارير ما يلي:

- (أ) الغرض من الاختبارات والنتائج المتوقعة منها؛
(ب) تدابير الأمان التي يلزم أن تكون نافذة أثناء الاختبارات؛
(د) التدابير الوقائية والمتطلبات الأساسية؛
(د) إجراءات الاختبارات؛
(هـ) تقارير الاختبارات، بما في ذلك موجز للبيانات التي تم جمعها وتحليلها، وتقييم للنتائج، وتحديد أوجه القصور، إن وُجدت، وأية إجراءات تصحيحية ضرورية.

^{٤١} قد لا تنطبق اختبارات الحرجية الأولية واختبارات القدرة المنخفضة والمرحلة جيم من برنامج الإدخال في الخدمة على المجمعات دون الحرجة، بشرط أن يكون قد تم التحقق من حالة دون الحرجية الكافية (على سبيل المثال، من خلال حسابات $1/M$ ، حيث M هي عامل تكاثر النيوترونات في حالة دون الحرجية).

٧-٥٦- وتتاح للمنظمة المشغلة نتائج جميع اختبارات الإدخال في الخدمة، سواء أكان قد أجراها عضو في المنظمة المشغلة أو أحد الموردّين، ويُحافظ عليها طوال عمر المرفق.

المتطلب ٧٤: إجراءات التشغيل

تُوضع إجراءات لتشغيل مرفق البحوث تنطبق بصورة شاملة (على المفاعل والمرافق المرتبطة به) بشأن التشغيل العادي والوقائع التشغيلية المنتظرة والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، وفقاً لسياسة المنظمة المشغلة ومتطلبات الهيئة الرقابية.

٧-٥٧- توضع إجراءات لتشغيل العادي لكفالة أن يكون تشغيل المفاعل ضمن الحدود والشروط التشغيلية.

٧-٥٨- وتوضع إجراءات تشغيل لجميع العمليات المتصلة بالأمان التي قد يُضطلع بها طوال عمر المرفق، بما في ذلك إجراءات لما يلي:

- (أ) الإدخال في الخدمة؛
- (ب) التشغيل في الحالات التشغيلية العادية^{٤٢}؛
- (ج) صيانة المكونات أو النظم الرئيسية التي يمكن أن تؤثر على أمان المفاعل؛
- (د) عمليات التفقيش والمعايرة والاختبار الدورية للهياكل والنظم والمكونات الضرورية للتشغيل المأمون للمفاعل؛
- (هـ) أنشطة الوقاية من الإشعاعات؛
- (و) عملية الاستعراض والاعتماد الخاصة بالتشغيل والصيانة، والاضطلاع بالتشجيع والتجارب التي يمكن أن تؤثر على أمان المفاعل أو على تفاعلية قلب المفاعل؛
- (ز) استجابة مشغّل المفاعل للوقائع التشغيلية المنتظرة، وللحوادث المحنّاط لها في التصميم، وبالقدر الممكن عملياً لظروف تمديد التصميم؛
- (ح) الطوارئ؛^{٤٣}
- (ط) مناولة النفايات المشعة ورصد إطلاقات المواد المشعة والتحكم فيها؛
- (ي) الاستخدام؛

^{٤٢} التشغيل العادي هو تشغيل ضمن الحدود والشروط التشغيلية المنصوص عليها. وبالنسبة لمفاعل البحوث، يشمل ذلك بدء التشغيل، والتشغيل بقدرة منخفضة وإسمية، والإيقاف، والإغلاق، والصيانة، والاختبار وإعادة التزويد بالوقود.

^{٤٣} توضع إجراءات الطوارئ كعنصر في ترتيبات منفصلة للطوارئ (انظر الفقرات من ٧-٨٩ إلى ٧-٩٣) ووفقاً للوثيقة 7 GSR Part [٦].

- (ك) عمليات التعديل؛
(ل) نظام الإدارة.

٥٩-٧- يضع العاملون المختصون بتشغيل المفاعل إجراءات التشغيل، بالتعاون حيثما يمكن مع المصمم والصانع ومع موظفي المنظمة المشغلة الآخرين، ومن بينهم الموظفون المختصون بالوقاية من الإشعاعات. وتكون إجراءات التشغيل متسقة مع الحدود والشروط التشغيلية وتساهم في مراعاتها.

٦٠-٧- وتُستعرض إجراءات التشغيل وتُحدَّث دورياً على أساس الدروس المستفادة من التجربة التشغيلية، أو وفقاً للإجراءات الداخلية المحددة مسبقاً. وتتاح هذه الإجراءات فيما يخص النمط المعين لتشغيل المفاعل.

٦١-٧- ويكون جميع العاملين المشاركين في تشغيل المفاعل واستخدامه مدربين تدريباً ملائماً على استخدام هذه الإجراءات، بحسب الاقتضاء.

٦٢-٧- وعند التخطيط لأنشطة لا تشملها الإجراءات القائمة، يُعد إجراء ملائم ويُستعرض ويكون خاضعاً للموافقة عليه على النحو الملائم قبل بدء النشاط. ويوفَّر تدريب إضافي للموظفين ذوي الصلة على هذه الإجراءات.

المتطلب ٧٥: غرفة التحكم الرئيسية وغرفة التحكم التكميلية ومعدات التحكم

تضمن المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث الحفاظ على غرف التحكم في التشغيل ومعدات التحكم في التشغيل في حالة مناسبة.

٦٣-٧- يُحافظ على صلاحية غرف التحكم لبقاء العاملين بها وعلى جودة حالتها. وحيثما يتوخى تصميم مفاعل البحوث وجود غرف تحكم إضافية أو محلية مخصصة للتحكم في التجارب التي يمكن أن تؤثر على ظروف المفاعل، تُنشأ خطوط اتصال واضحة لضمان النقل الملائم للمعلومات إلى المشغّلين في غرفة التحكم الرئيسية.

٦٤-٧- وتُبقى غرفة التحكم التكميلية أو لوحة الإغلاق وجميع غرف التحكم الأخرى أو اللوحات التشغيلية المحلية ذات الصلة الكائنة خارج غرفة التحكم صالحة للتشغيل وخالية من العوائق، وكذلك من المواد غير الضرورية التي من شأنها أن تمنع تشغيلها. وتؤكد المنظمة المشغلة دورياً أن غرفة التحكم أو التكميلية لوحة الإغلاق التكميلية وجميع اللوحات التشغيلية الأخرى ذات الصلة بالأمان هي في حالة تأهب تشغيلي جيدة، بما في ذلك وجود وثائق واتصالات ونظم إنذار سليمة وكذلك إمدادات كافية من الطاقة.

٦٥-٧- ويوضع تسلسل هرمي للأسبقية بين غرفة التحكم التكميلية وغرفة التحكم الرئيسية، لمنع صدور مدخلات متضاربة (على سبيل المثال، عن طريق الوشائج) من غرف التحكم أو اللوحات المختلفة.

المتطلب ٧٦: الظروف المادية والعناية بالأماكن

تضع المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفّذ برامجاً للحفاظ على مستوى عالٍ من الظروف المادية والعناية بالأماكن والنظافة في جميع مناطق العمل.

٦٦-٧- توضع ضوابط إدارية لضمان صيانة المباني والمعدات التشغيلية وجودة إضاءتها وسهولة الوصول إليها، وأن يكون التخزين المؤقت خاضعاً للمراقبة ومحدوداً. ويتم تحديد المعدات المتدهورة (على سبيل المثال بسبب التسربات أو التآكل أو القطع السائبة أو تلف العزل الحراري) والإبلاغ عنها وإصلاحها في الوقت المناسب.

٦٧-٧- وتكون المنظمة المشغلة مسؤولة عن ضمان أن يكون تحديد معدات الأمان والمعدات والغرف والأنابيب والأجهزة ذات الصلة بالأمان ووضع العلامات عليها دقيقاً ومقروءاً ومحافظاً عليه بصورة جيدة، وأن لا ينتج عنهما أي تدهور.

المتطلب ٧٧: الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش

تضمن المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث وضع وتنفيذ برامج فعالة للصيانة والاختبار الدوري والتفتيش.

٦٨-٧- تُجرى الصيانة (الصيانة الوقائية والصيانة التصحيحية كليهما) والاختبار الدوري والتفتيش للتأكد من أن الهياكل والنظم والمكونات قادرة على العمل وفقاً لما هو مقصود في التصميم، مع الامتثال للحدود والشروط التشغيلية.

٦٩-٧- ويتم استعراض برامج الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش على فترات منتظمة، لكي تدرج فيها الدروس المستفادة من الخبرة المكتسبة. وتؤدّى جميع عمليات الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش للنظم أو المفردات المهمة للأمان باتباع إجراءات مكتوبة معتمدة. وتحدّد هذه الإجراءات التدابير التي يتعين اتخاذها بشأن أي تغييرات عن النسق المعتاد للمفاعل، وتشمل تدابير لاستعادة النسق المعتاد فور إكمال النشاط. ووفقاً لمتطلبات نظام الإدارة، يُستخدم نظام لتصاريح العمل لأغراض الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش، بما في ذلك وضع إجراءات وقوائم مرجعية ملائمة قبل القيام بالعمل

وبعده. وتشمل هذه الإجراءات معايير للقبول. ويكون هناك هيكل محدد بوضوح لاستعراض أداء العمل والموافقة عليه.

٧٠-٧- وتؤدي عمليات التفتيش غير الروتينية أو الصيانة التصحيحية للنظم أو المفردات المهمة للأمان وفقاً لخطة وإجراءات معدة خصيصاً لهذا الغرض. وتؤدي على نحو مماثل عمليات التفتيش أثناء الخدمة التي تُجرى لأغراض الأمان وعلى أساس برنامجي.

٧١-٧- ويكون القرار المتخذ بالقيام بأعمال صيانة للمعدات المركّبة، أو بسحب معدات من التشغيل لأغراض الصيانة، أو بإعادة تركيب هذه المعدات بعد صيانتها:

- (أ) من مسؤولية مدير المفاعل؛
(ب) متوافقاً مع هدف الحفاظ على مستوى أمان المفاعل على النحو المبين في الحدود والشروط التشغيلية.

٧٢-٧- ويُعدّل تواتر الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش لكل من الهياكل والنظم والمكونات على حدة استناداً إلى الخبرة المكتسبة، ويكون بحيث يكفل العولية الملائمة، وفقاً للمتطلبات المقررة في الفقرات من ٦-٧٣ إلى ٦-٧٥.

٧٣-٧- وتُحدّد المعدات والمفردات المستخدمة للصيانة والاختبار الدوري والتفتيش وتخضع للمراقبة لضمان استخدامها السليم.

٧٤-٧- ولا تُؤدي الصيانة على نحو يفضي، عمداً أو عَرَضاً، إلى تغييرات في تصميم النظام الذي تجري صيانتها. وإذا اقتضى أحد أنشطة الصيانة إجراء تغيير في التصميم، تُتبع إجراءات تنفيذ التعديلات.

٧٥-٧- ويضطلع بتقييم نتائج الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش عاملون مؤهلون تأهيلاً مناسباً، يتحققون من إنجاز الأنشطة على النحو المحدد في الإجراءات الملائم ومن الامتثال للحدود والشروط التشغيلية.

٧٦-٧- وتُخَطّر لجنة الأمان والهيئة الرقابية بأي مخالفة ذات أهمية للأمان. ويُجرى تقييم لأثر المخالفة على برنامج الصيانة.

المتطلب ٧٨: إدارة قلب المفاعل ومناولة الوقود

توضع إجراءات لإدارة قلب المفاعل ومناولة الوقود لمرفق مفاعل البحوث لضمان الامتثال للحدود والشروط التشغيلية والاتساق مع برنامج الاستخدام.

٧٧-٧- تشمل إدارة قلب المفاعل ومناولة الوقود على تحريك وخرن وتحويل وتعبئة ونقل الوقود الطازج والمشع والمكونات الأساسية الأخرى. وتوثق متطلبات الأمان المنطبقة في الحدود والشروط التشغيلية، وتطبق الإجراءات ذات الصلة.

٧٨-٧- وتمثل مكونات قلب المفاعل والوقود المحمل في قلب المفاعل لمتطلبات الجودة المنصوص عليها في نظام الإدارة.

٧٩-٧- ولضمان أمان تشغيل قلوب المفاعلات، فضلاً عن إثبات التوافق مع تقرير تحليل الأمان والحدود والشروط تشغيلية، تقوم المنظمة المشغلة بما يلي:

(أ) استخدام الأساليب والشفرات المتحقق منها لتحديد أماكن للوقود والعاكسات، ومواقع مناسبة للأجهزة والمهدئات التجريبية في قلب المفاعل، ومدى فعالية أجهزة الأمان (مثل قضبان امتصاص النيوترونات، والصمامات الخاصة بإفراغ مادة المهدئ والمواد المفيدة القابلة للإحراق)، وكذلك البارامترات الحرارية الهيدرولية والنيوترونية ذات الصلة.

(ب) تحليل التفاعلات المحتملة (الكيميائية والفيزيائية على السواء) بين مكونات قلب المفاعل ومع أجهزة التجارب.

(ج) حفظ وتحديث المعلومات عن البارامترات الخاصة بالوقود وأنساق قلب المفاعل. ويشمل ذلك الاحتفاظ ببيانات محدثة في جميع الأوقات لدعم حصر ومراقبة رصيد المواد النووية في المرفق.

(د) تحميل الوقود وفقاً للإجراءات الخاصة بمناولة الوقود وإدارة قلب المفاعل.

(هـ) استخدام (استهلاك) قلب المفاعل مع ضمان سلامة الوقود، بالمحافظة على البارامترات ذات الصلة المتعلقة بنسق قلب المفاعل وفقاً لما هو مقصود في التصميم وللافتراضات المنصوص عليها في الحدود والشروط التشغيلية للمفاعل، وبكشف الوقود غير الصالح وتحديد وتفريغه.

(و) تفريغ الوقود المشع، عند الاقتضاء، وحسبما ينطبق^{٤٤}، وفقاً لتقييم استهلاك الوقود المنصوص عليها في الحدود والشروط التشغيلية.

٨٠-٧- وعلاوة على الأنشطة المذكورة أعلاه، يُضطلع بأنشطة أخرى في إطار برنامج إدارة قلب المفاعل، لضمان أمان استخدام الوقود في القلب أو لتيسير الأنشطة الأساسية لإدارة القلب، مثل الأنشطة التالية:

- (أ) تقييم ما لأي مكون من مكونات القلب أو مادة من مواد يُقترح تشيعها من آثار على الأمان؛
- (ب) إجراء تحقيقات حول أسباب حالات عدم صلاحية الوقود وإخفاق التجارب ووسائل تقادي هذه الحالات؛
- (ج) تقييم آثار التشيع على مكونات القلب ومواد هيكل دعم القلب.

٨١-٧- وتُعدّ إجراءات لمناولة مجمعات الوقود ومكونات قلب المفاعل لضمان جودتها وأمانها ولتجنب تلفها أو تدهورها. وفضلاً عن ذلك، توضع حدود وشروط تشغيلية وتُعدّ إجراءات للتعامل مع حالات عدم صلاحية عناصر الوقود وقضبان التحكم، أو العاكسات أو المهدئات، أو أجهزة التجارب، أو أي مكونات أخرى لقلب المفاعل، من أجل التقليل إلى الحد الأدنى من كميات المواد المشعة المنطلقة.

٨٢-٧- وتُرصّد سلامة قلب المفاعل والوقود رسداً مستمراً بواسطة نظام لكشف حالات قصور الكسوة (مثلاً، بواسطة رصد نشاط نواتج الانشطار في مائع التبريد). ويُخزن الوقود غير الصالح على نحو يمنع إطلاق المواد المشعة، مع الاحتفاظ، على الرغم من ذلك، بالدرجة المطلوبة من إزالة الحرارة المتبقية والتدرّيع وظروف دون الحرجية.

٨٣-٧- وتتم تعبئة ونقل مجمعات الوقود الطازج والمشع وفقاً للمتطلبات الوطنية والدولية، ووفقاً للعدد SSR-6 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، لائحة النقل المأمون للمواد المشعة (طبعة ٢٠١٢) [٤١] عند الاقتضاء.

٨٤-٧- ويُحتفظ بنظام سجلات شامل وممثل لنظام الإدارة يتناول إدارة قلب المفاعل ومناولة الوقود وتخزينه ومكونات القلب.

^{٤٤} عادة ما يكون لمفاعلات البحوث المنخفضة القدرة والمجمعات دون الحرجة قلب يستخدم لمدى عمر المفاعل، الذي يمكن أن يكون منصوصاً عليه في الحدود والشروط التشغيلية من حيث عوامل أخرى غير الاستهلاك (مثلاً، إكمال البرنامج التجريبي). ومع ذلك فإن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الوقود هي أحد البارامترات التي يُنظر فيها في تحديد عمر قلب المفاعل.

المتطلب ٧٩: الأمان من الحريق

تتخذ المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث ترتيبات لضمان الأمان من الحريق.

٧-٨٥- تشمل الترتيبات التي تضطلع بها المنظمة المشغلة لضمان الأمان من الحريق ما يلي: إدارة كافية للأمان من الحريق؛ ومنع بدء اشتعال الحرائق؛ والكشف عن أي حرائق تبدأ وإخمادها سريعاً؛ ومنع انتشار الحرائق التي لم تُخمد؛ وتوفير الحماية من الحرائق للهيكل والنظم والمكونات الضرورية للإغلاق المأمون للمفاعل. وتشمل هذه الترتيبات، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- (أ) تطبيق مبدأ الدفاع في العمق؛
- (ب) مراقبة المواد القابلة للاشتعال ومصادر الاشتعال؛
- (ج) الاحتفاظ بتدابير للحماية من الحريق واختبار تلك التدابير والتفتيش عليها؛
- (د) إنشاء قدرة على إطفاء الحرائق يدوياً في مرفق المفاعل؛
- (هـ) إسناد المسؤوليات للعاملين وتدريبهم وتمارينهم؛
- (و) تقييم تأثير التعديلات على تدابير الأمان من الحريق.

٧-٨٦- ويولى اهتمام خاص في ترتيبات مكافحة الحريق للحالات التي يوجد فيها خطر انبعاث مواد مشعة أثناء الحريق. وتُتخذ تدابير مناسبة لحماية أفراد مكافحة الحريق من الإشعاعات وإدارة إطلاقات المواد المشعة إلى البيئة.

٧-٨٧- ويوضع تحليل شامل لخطر الحريق لمفاعل البحوث والمرافق المرتبطة به، ويتم استعراضه دورياً، وتحديثه إذا لزم الأمر.

المتطلب ٨٠: الأمان غير المتصل بالإشعاعات

تضع المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفذ برنامجاً لضمان بقاء المخاطر المتصلة بالأمان المرتبطة بمخاطر غير متصلة بالإشعاعات على العاملين المشاركين في الأنشطة في مرفق المفاعل عند أدنى حد يكون من المعقول تحقيقه.

٧-٨٨- يشمل برنامج الأمان غير المتصل بالإشعاعات^{٤٥} ترتيبات لتخطيط وتنفيذ ورصد واستعراض التدابير الوقائية والحمايية ذات الصلة، ويكون متكاملًا مع برنامج الأمان النووي والإشعاعي. ويتم تدريب جميع الموظفين والموردين والمقاولين والزوار

^{٤٥} يتعلق الأمان غير المتصل بالإشعاعات بالمخاطر غير المتعلقة بالإشعاعات؛ ويشار إليه أحياناً باسم الأمان الصناعي أو الأمان التقليدي.

تدريباً مناسباً من أجل تزويدهم بما يلزم من معرفة ووعي ببرنامج الأمان غير المتصل بالإشعاعات وبتداخله مع برنامج الأمان النووي والإشعاعي، ويمتثلون لقواعد الأمان وممارساته. وتوفر المنظمة المشغلة الدعم والتوجيه والمساعدة للعاملين في مجال المخاطر غير المتصلة بالإشعاعات.

المتطلب ٨١: التأهب للطوارئ

تعد المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث ترتيبات طوارئ للتأهب والتصدي لأي طارئ نووي أو إشعاعي.

٧-٨٩- تتناسب ترتيبات الطوارئ مع المخاطر المقيّمة والعواقب المحتملة لأي طارئ في حال حدوثه. وتشمل ترتيبات الطوارئ القدرة على الحفاظ على الحماية والأمان في حالة وقوع طارئ، والتخفيف من عواقب الحوادث إذا وقعت؛ وحماية العاملين في الموقع والجمهور؛ وحماية البيئة؛ والتواصل مع الجمهور في الوقت المناسب. وتتضمن ترتيبات الطوارئ ترتيبات للإعلان الفوري عن وقوع أي طارئ والإبلاغ عنه، والشروع في الوقت المناسب في التصدي المنسق له والمخطط مسبقاً، وتقييم تقدم الطارئ وعواقبه وأي إجراءات يلزم أخذها في الموقع، وتوفير المعلومات الضرورية للسلطات الكائنة خارج الموقع. وتوضع ترتيبات الطوارئ المناسبة منذ وقت جلب الوقود النووي لأول مرة إلى الموقع، وتُنجز جميع ترتيبات الطوارئ قبل بدء تحميل الوقود.

٧-٩٠- وتضع المنظمة المشغلة ترتيبات طوارئ تشمل خطط وإجراءات طوارئ للتأهب والتصدي لحالة الطوارئ في الموقع فيما يتعلق بمفاعل البحوث الواقع تحت مسؤوليتها، وتُثبت للهيئة الرقابية أن ترتيبات الطوارئ توفر التصدي الفعال في الموقع، وتقدم لها ضماناً بذلك. وتُنسق ترتيبات الطوارئ في الموقع مع ترتيبات الطوارئ التي تتخذها المنظمات المعنية بالتصدي الكائنة خارج الموقع والتي تقع عليها مسؤوليات في مجال التأهب والتصدي للطوارئ، بحسب الاقتضاء (انظر الوثيقة GSR Part 7 [٦]). وتستند خطط وإجراءات الطوارئ إلى الحوادث التي تم تحليلها في تقرير تحليل الأمان، وكذلك الحوادث الإضافية التي تُفترض لأغراض التأهب والتصدي للطوارئ على أساس تقييم المخاطر. وتخضع خطط وإجراءات الطوارئ لموافقة الهيئة الرقابية، بحسب الاقتضاء.

٧-٩١- ويكون جميع العاملين الذين يشاركون في التصدي لأي طارئ يتعلق بمفاعل البحوث مؤهلين ومدربين، ويعاد تدريبهم دورياً، وفقاً للمهام المنوطة بهم، ويكونون لائقين للقيام بمهامهم المقصودة (انظر الوثيقة GSR Part 7 [٦]). ويشارك في التصدي

للطوارئ أشخاص ذوو معرفة بأحدث التطورات في عمليات مفاعل البحوث، مثل مدير المفاعل أو شخص مؤهل ينوب عنه. ويتلقى جميع الأشخاص الذين يوجدون في الموقع تعليمات بشأن الخطوات التي عليهم أن يتخذوها في حالة وقوع أي طارئ. وتُعرض التعليمات في مكان بارز.

٧-٩٢- وتُجرى تمارين على فترات مناسبة لاختبار ترتيبات الطوارئ تشمل، بالقدر الممكن عملياً، جميع الأشخاص الذين تقع على عاتقهم واجبات في التصدي لحالة الطوارئ. وتُستعرض نتائج هذه التمارين، وتُدرج الدروس المستفادة منها في تنقيحات ترتيبات الطوارئ بحسب الاقتضاء. وتُستعرض خطط وإجراءات الطوارئ دورياً، وتُنقح عند الاقتضاء لضمان إدراج التعقيبات المستمدة من الخبرة المكتسبة والتغيرات الأخرى (مثل التغيرات في بيانات الاتصال بعامل الطوارئ).

٧-٩٣- ويتم إبقاء المرافق والأجهزة والأدوات والمعدات والوثائق ونظم الاتصالات التي تستخدم في حالات الطوارئ، بما في ذلك ما يلزم منها للاتصال بالسلطات الكائنة خارج الموقع، متاحة للاستخدام في مجموعة من حالات الطوارئ المفترضة. ويحافظ عليها في حالة تشغيلية جيدة بحيث تجعل من غير المحتمل أن تتأثر أو تصبح غير متاحة نتيجة لحادث أو جزاء حدث بادي. وتضمن المنظمة المشغلة أن تكون المعلومات ذات الصلة المتعلقة ببارامترات أمان مفاعل البحوث وظروف المرفق متاحة في مركز الطوارئ، وأن يكون الاتصال فعالاً بين غرف التحكم ومركز الطوارئ في حالة وقوع حادث. وتُختبر هذه القدرات دورياً.

المتطلب ٨٢: السجلات والتقارير

تضع المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفيذ نظاماً لمراقبة السجلات والتقارير.

٧-٩٤- من أجل التشغيل الآمن للمفاعل، تحتفظ المنظمة المشغلة بجميع المعلومات الجوهرية المتعلقة بتصميم المفاعل وبنائه وإدخاله في الخدمة ونسقه الراهن وتشغيله. ويحافظ على تحديث هذه المعلومات طوال المرحلة التشغيلية للمفاعل، وتُبقى متاحة أثناء الإخراج من الخدمة.

٧-٩٥- وتوضع إجراءات إدارية متوافقة مع نظام الإدارة لإعداد السجلات والتقارير وجمعها والاحتفاظ بها وأرشفتها. وتُبيّن تواريخ قيود المعلومات المدرجة في دفاتر التسجيل والقوائم المرجعية والسجلات الملائمة الأخرى ويوقع عليها بطريقة سليمة.

٧-٩٦- وتُعد سجلات لحالات عدم امتثال مفاعل البحوث والتدابير المتخذة لإعادته إلى حالة الامتثال، ويُحتفظ بها، وتتاح للهيئة الرقابية. وتحدّد المنظمة المشغّلة السجلات التي يتعين الاحتفاظ بها ومدة الاحتفاظ بها، وفقاً للمتطلبات الرقابية.

٧-٩٧- وتكون الترتيبات المتخذة لتخزين السجلات والتقارير والاحتفاظ بها متوافقة مع نظام الإدارة. ويصمّم نظام إدارة الوثائق بحيث يضمن أرشفة الوثائق المتقدمة وأن لا يستخدم العاملون سوى أحدث صيغة معتمدة لكل وثيقة على حدة.

المتطلب ٨٣: استخدام مفاعل البحوث وتعديله

تضع المنظمة المشغّلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفّذ برنامجاً لإدارة استخدام المفاعل وتعديله.

٧-٩٨- تقع على عاتق المنظمة المشغّلة المسؤولية الكاملة عن جميع جوانب الأمان المتعلقة بإعداد وأداء أي تعديل أو تجربة. ويجوز لها أن تسند تنفيذ مهام معينة إلى منظمات أخرى أو أن تتعاقد معها من الباطن على أدائها، ولكن لا يجوز لها أن تفوض مسؤولياتها.

٧-٩٩- وتكون المنظمة المشغّلة مسؤولة عن ضمان ما يلي:

- (أ) إجراء تحليلات الأمان للاستخدام أو التعديل المقترح، للتحقق مما إن كانت جميع متطلبات وأحكام الأمان المنطبقة قد استوفيت.
- (ب) إعداد وثائق الأمان ذات الصلة المتعلقة بالتجربة أو التعديل وعرضها على (تقديمها إلى) السلطة المختصة للموافقة عليها.
- (ج) تحديد مسار التخلص من أي مواد تشعّع في التجربة، وإخضاعها للموافقة.
- (د) حصول جميع العاملين الذين سيشاركون في القيام بالتعديل المقترح أو في تنفيذ الاستخدام المقترح على المناسب من التدريب والمؤهلات والخبرة.
- (هـ) تحديث جميع الوثائق المتأثرة بالتجربة أو التعديل والمتعلقة بخصائص أمان المفاعل، مثل تقارير تحليل الأمان، والحدود والشروط التشغيلية، وإجراءات التشغيل والصيانة والطوارئ ذات الصلة، بحسب الاقتضاء، قبل استخدام التعديل من جديد أو إدخاله في الخدمة من جديد.
- (و) تطبيق الاحتياطات وضوابط الأمان بشأن جميع العاملين المشاركين في أداء التجربة أو التعديل.

٧-١٠٠- وتصنّف اقتراحات استخدام مفاعل البحوث وتعديله وتوضع المعايير ذات الصلة لهذا التصنيف. وتصنّف اقتراحات الاستخدام والتعديل إما وفقاً لأهمية الاقتراح

للأمان أو على أساس بيان بشأن لما إن كان التغيير المقترح سيجعل تشغيل المفاعل خارجا عن الحدود والشروط التشغيلية أم لا. وتُعدّ شروط حدية للتشغيل المأمون للأجهزة (انظر الفقرة ٧-٣٧) وتُدمج في الحدود والشروط التشغيلية لمفاعل البحوث.

٧-١٠١- وتخضع مشاريع الاستخدام والتعديل (بما فيها التعديلات المؤقتة، انظر الفقرة ٧-١٠٤) ذات الأهمية الكبرى للأمان (انظر الفقرات من ٣-١٣ إلى ٣-٢٠ من الوثيقة SSG-24 [١٥]) لتحليلات أمان ولإجراءات تخص التصميم والبناء والإدخال في الخدمة مكافئة لتلك المبينة في الفقرتين ٦-١١٩ و ٦-١٢١ بشأن المفاعل نفسه.

٧-١٠٢- وعند تنفيذ مشاريع استخدام وتعديل لمفاعل البحوث، يُبقى تعرض العمال والعاملين الآخرين في المرفق للإشعاعات دون الحدود المصرح بها وعند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه.

٧-١٠٣- ويضع مدير المفاعل إجراءات، وفقا للممارسة الهندسية المقبولة، لاستعراض اقتراحات التجارب والتعديلات والموافقة عليها ومراقبة تنفيذها.

٧-١٠٤- وتكون التعديلات المؤقتة محدودة زمنيا وعدديا، بغية التقليل إلى الحد الأدنى من أهميتها التراكمية للأمان. وتحدّد التعديلات المؤقتة تحديدا واضحا في أماكنها وفي أي مركز تحكّم ذي صلة. وتضع المنظمة المشغّلة نظاما رسميا لإبلاغ الموظفين المعنيين قبل وقت كافٍ بالتعديلات المؤقتة وعواقبها على تشغيل المرفق وأمانه.

٧-١٠٥- ويكون استخدام ومناولة أجهزة التجارب محكوما بإجراءات خطية. وتوضع في الاعتبار في هذه الإجراءات الآثار الممكنة على المفاعل، ولاسيما التغييرات في التفاعلية أو في مستويات الإشعاعات.

٧-١٠٦- وتخضع أي تعديلات تجرى على أجهزة التجارب لنفس إجراءات التصميم والتشغيل والموافقة التي اتبعت بالنسبة لأجهزة التجارب الأصلية.

المتطلب ٨٤: برنامج الوقاية من الإشعاعات

تضع المنظمة المشغّلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفّذ برنامجا للوقاية من الإشعاعات.

٧-١٠٧- يضمن برنامج الوقاية من الإشعاعات الجرعات الناتجة من التعرض للإشعاع المؤيّن في مرفق مفاعل البحوث أو الجرعات الناتجة من أي إطلاقات مخطط لها للمواد الإشعاعية من المرفق لتقبلجميع الأحوال التشغيلية والظروف المفضية إلى وقوع الحوادث، دون الحدود المصرح بها وعند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه.

٧-١٠٨- ويتاح لبرنامج الوقاية من الإشعاعات للمنظمة المشغلة ما يكفي من الاستقلال والموارد ليتمكن من إسداء المشورة بشأن لوائح ومعايير وإجراءات الوقاية من الإشعاعات، وبشأن ممارسات العمل المأمونة، وإنفاذها.

٧-١٠٩- وتضع المنظمة المشغلة برنامجاً للوقاية من الإشعاعات يتوافق مع المتطلبات الرقابية. ويمثل البرنامج لمتطلبات الوثيقة 3 GSR Part [٧]، ويخضع لموافقة الهيئة الرقابية. ويشمل هذا البرنامج بياناً للسياسات من المنظمة المشغلة يتضمن هدف الأمان الأساسي المتمثل في حماية الناس والبيئة (انظر الفقرة ٢-١ من الوثيقة SF-1 [١] والمتطلب ١ من الوثيقة 3 GSR Part [٧])، وبياناً بشأن التزام المنظمة المشغلة بمبدأ تحقيق المستوى الأمثل من الوقاية (المتطلب ١١ من الوثيقة 3 GSR Part [٧]).

٧-١١٠- ويخضع برنامج الوقاية من الإشعاعات لمتطلبات الوقاية الإشعاعية المهنية (انظر الوثيقة 3 GSR Part [٧] والوثيقة RS-G-1.1 [١٦]) ويشمل، على وجه الخصوص، تدابير من أجل ما يلي:

- (أ) ضمان وجود تعاون بين العاملين المختصين بالوقاية من الإشعاعات وغيرهم من موظفي التشغيل وموظفي إجراء التجارب على وضع إجراءات التشغيل وإجراءات الصيانة عند توقع مخاطر إشعاعية، وضمن تقديم المساعدة المباشرة عند الاقتضاء؛
- (ب) توفير رصد أماكن العمل والرصد البيئي؛
- (ج) الترتيب لإزالة تلوث العاملين والمعدات والإنشاءات؛
- (د) التحقق من الامتثال للوائح المنطبقة الخاصة بنقل المواد المشعة؛
- (هـ) كشف وتسجيل أي إطلاقات لمواد نووية؛
- (و) تسجيل رصيد المصادر الإشعاعية؛
- (ز) توفير التدريب الكافي على ممارسات الوقاية من الإشعاعات؛
- (ح) الترتيب لاستعراض وتحديث البرنامج على ضوء الخبرة المكتسبة؛
- (ط) توفير استعراض وتحليل مواد التجارب ومعداتها وظروفها.

٧-١١١- وتتحقق المنظمة المشغلة، عن طريق المراقبة والتفتيش والمراجعة، من أن برنامج الوقاية من الإشعاعات يتم تنفيذه بطريقة صحيحة وأن أهدافه يجري تحقيقها. ويتم استعراض برنامج الوقاية من الإشعاعات على أساس منتظم، ويتم تحديثه إذا لزم الأمر.

المستويات المرجعية

٧-١١٢- لمساعدة إدارة المفاعل على ضمان إبقاء الجرعات الإشعاعية عند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه، تضع المنظمة المشعّلة قيودا للجرعات (انظر الفقرات من ١-٢٢ إلى ١-٢٨ والمتطلب ١١ من الوثيقة GSR Part 3 [٧]).

٧-١١٣- وإذا حدث تجاوز لحدود الجرعات المنطبقة الخاصة بالتعرض المهني أو تعرض الجمهور أو للحدود المصرح بها للإطلاقات الإشعاعية، يُبلغ مدير المفاعل ولجنة الأمان والهيئة الرقابية والسلطات المختصة الأخرى وفقا للمتطلبات.

٧-١١٤- تقاس وتقيّم وتسجّل، على النحو الذي تشترطه الهيئة الرقابية أو سلطة مختصة أخرى، الجرعات التي يتعرض لها جميع العاملين الذين يمكن أن يتعرضوا مهنيا للإشعاعات بمستويات هامة، وتتاح هذه السجلات للمشرف على برنامج المراقبة الصحية ومدير المفاعل والهيئة الرقابية والسلطات المختصة الأخرى المسماة في اللوائح الوطنية [١٦].

المتطلب ٨٥: التصرف في النفايات المشعة

تضع المنظمة المشعّلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفّذ برنامجا للتصرف في النفايات المشعة.

٧-١١٥- تضع المنظمة المشعّلة وتنفّذ برنامجا للتصرف في النفايات المشعة. ويتضمن برنامج التصرف في النفايات المشعة تحديد خصائص النفايات المشعة وتصنيفها وتجهيزها (أي المعالجة التمهيدية والمعالجة والتكييف) ونقلها وتخزينها والتخلص منها.^{٤٦} ويراقب تجهيز النفايات المشعة وتخزينها مراقبة صارمة على نحو يتفق مع متطلبات التخلص التمهيدي من النفايات المشعة [١٧]. ويُحتفظ بسجلات لتوليد النفايات وتصنيفها.

٧-١١٦- ويشعّل المفاعل وأجهزته التجريبية بحيث يتم التقليل إلى الحد الأدنى من توليد النفايات المشعة بجميع أنواعها، وضمان إبقاء إطلاقات المواد المشعة إلى البيئة دون الحدود الرقابية المسموح بها وعند أدنى مستوى يكون من المعقول تحقيقه، وتيسير مناولة النفايات والتخلص منها.

^{٤٦} يمكن أن تقوم منظمة أخرى بتنفيذ جزء من هذه العملية المتعلقة بتحديد خصائص النفايات المشعة وتصنيفها ومعالجتها ونقلها وتخزينها والتخلص منها.

١١٧-٧- وتُرصَد إطلاقات النفايات المشعة السائلة و/أو الغازية إلى البيئة وتدوّن النتائج من أجل التحقق من الامتثال للحدود المصرح بها. وتُبلّغ النتائج دورياً أيضاً إلى الهيئة الرقابية أو إلى سلطة مختصة أخرى وفقاً لمتطلباتها.

١١٨-٧- وتُتبع الإجراءات المكتوبة فيما يتعلق بمناولة النفايات المشعة وتجهيزها ونقلها وتخزينها. ويُضطلع بهذه الأنشطة وفقاً لمتطلبات الهيئة الرقابية أو سلطة مختصة أخرى.

١١٩-٧- ويُحتفظ بسجل ملائم بكميات وأنواع وخصائص النفايات المشعة التي تجهز وتخزن في موقع المفاعل أو تُسحب من موقع المفاعل بهدف تجهيزها أو تخزينها أو التخلص منها.

المتطلب ٨٦: إدارة التقادم

تضمن المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث تنفيذ برنامج فعال لإدارة التقادم من أجل إدارة تقادم المفردات المهمة للأمان بحيث يتم إنجاز وظائف الأمان اللازمة للهياكل والنظم والمكونات على مدى كامل عمر مفاعل البحوث.

١٢٠-٧- يحدّد برنامج إدارة التقادم عواقب التقادم والأنشطة اللازمة للحفاظ على صلاحية الهياكل والنظم والمكونات للتشغيل وعوليتها. وينسّق برنامج إدارة التقادم مع البرامج الأخرى ذات الصلة، بما في ذلك برامج التفيتش أثناء الخدمة، والاستعراض الدوري للأمان،^{٤٧} والصيانة، ويكون متسقاً معها. ويُتبع أسلوب منهجي للترتيب لوضع برامج إدارة التقادم وتنفيذها وتحسينها المستمر.

الاستعراض الدوري للأمان

١٢١-٧- استناداً إلى نتائج الاستعراض الدوري للأمان، تتخذ المنظمة المشغلة أي إجراءات تصحيحية لازمة، وتتنظر في إجراء التعديلات المبرّرة لتعزيز الأمان (انظر أيضاً الفقرة ١٢٠-٧ بشأن التفاعل بين إدارة التقادم والاستعراض الدوري للأمان).

^{٤٧} الاستعراض الدوري للأمان هو إعادة تقييم بصورة منهجية لأمان مرفق (أو نشاط) قائم، يُضطلع بها على فترات منتظمة للتعامل مع الآثار التراكمية للتقادم، والتعديلات، والتجربة التشغيلية، والتطورات التقنية، والجوانب المتعلقة بتحديد الموقع، وتهدف إلى ضمان أعلى مستوى للأمان طوال فترة خدمة المرفق (أو النشاط) [٨].

١٢٢-٧- وتقدم المنظمة المشغلة إلى الهيئة الرقابية على النحو المطلوب، وفي الوقت المناسب، تقريراً عن النتائج المؤكدة للاستعراض الدوري للأمان التي لها آثار على الأمان.

المتطلب ٨٧: الإغلاق الممتد

إذا كان معززاً أو تم القيام بإغلاق ممتد، تضع المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث وتنفذ ترتيبات لضمان الإدارة المأمونة لأنشطة العمل خلال الإغلاق الممتد، وضمان تخطيطها، وفعالية أدائها، والتحكم فيها.

١٢٣-٧- يمكن أن يُغلق مرفق مفاعل البحوث لفترة ممتدة^{٤٨} بانتظار اتخاذ قرار حول مستقبله. وتتخذ المنظمة المشغلة تدابير ملائمة أثناء الإغلاق الممتد لضمان عدم تدهور المواد والمكونات تدهوراً خطيراً. ويُنظر في اتخاذ التدابير التالية:

- (أ) تفرغ عناصر الوقود من قلب المفاعل ونقلها إلى ظروف تخزين ملائم ومأمون؛
- (ب) تغيير الحدود والشروط التشغيلية وفقاً لمتطلبات المفاعل المغلق؛
- (ج) سحب المكونات لتخزينها تخزيناً وقائياً؛
- (د) اتخاذ تدابير للوقاية من تسارع التآكل والتقدم؛
- (هـ) الاحتفاظ بعدد من الموظفين في المرفق يكفي لأغراض أداء الصيانة والاختبار الدوري والتفتيش اللازمة.

١٢٤-٧- وتكون المنظمة المشغلة مسؤولة عن وضع برامج وإصدار إجراءات لإدارة الإغلاق الممتد ولتوفير الموارد الكافية لضمان أمان الأنشطة خلال الإغلاق الممتد. وتُعطى الأولوية للاعتبارات المتصلة بالأمان في عمليات تخطيط وتنفيذ الأنشطة خلال حالة الإغلاق الممتد. ويولى اهتمام خاص للحفاظ على تحديث نسق المفاعل وفقاً للحدود والشروط التشغيلية.

١٢٥-٧- وتتخذ المنظمة المشغلة، في أقرب وقت ممكن، القرارات الضرورية لتخفيض فترة الإغلاق الممتد إلى الحد الأدنى. وخلال فترة الإغلاق الممتد، تنظر المنظمة المشغلة في الحاجة إلى الوفاء بشروط الترخيص ومتطلبات التخطيط للطوارئ وتأهيل

^{٤٨} مفاعل البحوث الذي في حالة إغلاق ممتد هو مفاعل لم يعد يُشغَّل، مع عدم اتخاذ قرار بشأن إخراجه من الخدمة، وحيث لا يوجد قرار واضح بشأن مستقبل المفاعل فيما يتعلق بما إن كان سيعاد إلى التشغيل أم سيتم إخراجه من الخدمة. ولا تُعتبر فترات الإغلاق الطويلة بغرض الصيانة أو بغرض تنفيذ مشاريع التجديد والتعديل حالة إغلاق ممتد.

موظفي التشغيل. ويُوفَّر الأمان طوال مدة وجود الوقود النووي أو غيره من المواد المشعة في المرفق.

المتطلب ٨٨: التعقيبات بشأن الخبرات التشغيلية

تضع المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث برنامجاً للتعلم من الأحداث التي تقع في مرفق المفاعل والأحداث التي تقع في مفاعلات البحوث الأخرى ومن الصناعة النووية.

١٢٦-٧- تقدم المنظمة المشغلة تقارير عن الخبرات التشغيلية في المفاعل وتقوم بتجميع تلك الخبرات وفرزها وتحليلها وتحديد اتجاهاتها وتوثيقها والإبلاغ عنها بطريقة منهجية. وتحصل المنظمة على المعلومات المتاحة عن الخبرات التشغيلية ذات الصلة في المنشآت النووية الأخرى وتقيّمها من أجل استخلاص الدروس وإدراجها في عملياتها، بما في ذلك ترتيباتها الخاصة بالطوارئ. وتشجّع المنظمة أيضاً على تبادل الخبرات في إطار النظم الوطنية والدولية الخاصة بالتعقيبات بشأن الخبرات التشغيلية. وتؤدي هذه الأنشطة وفقاً لنظام الإدارة.

١٢٧-٧- ويتم التحقيق في الأحداث ذات الآثار الكبيرة على الأمان، لتحديد أسبابها المباشرة والجزرية، بما فيها الأسباب المتعلقة بتصميم المعدات وتشغيلها وصيانتها، أو بالعوامل البشرية والتنظيمية. وتُدْرَج نتائج هذه التحليلات، بحسب الاقتضاء، في برامج التدريب ذات الصلة، وتُستخدم في استعراض الإجراءات والتعليمات.

١٢٨-٧- ويقوم أشخاص أكفاء بدراسة المعلومات عن الخبرات التشغيلية من أجل تحديد أي أحوال تمهيدية لظروف مُضرة للأمان، أو أي اتجاهات في تلك الظروف، بحيث يمكن اتخاذ أي إجراءات تصحيحية لازمة قبل نشوء ظروف خطيرة.

١٢٩-٧- وتحافظ المنظمة المشغلة على التواصل، بحسب الاقتضاء، مع المنظمات الداعمة (المصنّعين ومنظمات البحوث والمصمّمين) التي شاركت في التصميم، بغية الحصول على معلومات تعقيبية عن الخبرات التشغيلية والحصول على المشورة، إذا لزم الأمر، في حال حدوث عطل في المعدات أو في حال وقوع أحداث أخرى.

٨- الإعداد لإخراج مفاعل البحوث من الخدمة

المتطلب ٨٩: خطة الإخراج من الخدمة

تعد المنظمة المشغلة لمرفق مفاعل البحوث خطة للإخراج من الخدمة وتحافظ عليها طوال عمر مفاعل البحوث، ما لم توافق الهيئة الرقابية على خلاف ذلك، لإثبات أن الإخراج من الخدمة يمكن أن يتحقق بأمان وبحيث يحقق الوضع النهائي المحدد.

٨-١- تعدّ خطة الإخراج من الخدمة في مرحلة التصميم، وتحدّث وفقا للتغيرات في المتطلبات الرقابية، والتعديلات المدخلة على الهياكل والنظم والمكونات، وأوجه التقدم في التكنولوجيا، والتغيرات في الحاجة إلى أنشطة الإخراج من الخدمة، والتغيرات في السياسات الوطنية للإخراج من الخدمة و/أو التصرف في النفايات المشعة [١١].

٨-٢- وتقدّم خطة الإخراج من الخدمة إلى لجنة الأمان لاستعراضها وإلى الهيئة الرقابية للموافقة عليها، قبل بدء أنشطة الإخراج من الخدمة.

٨-٣- ويحتفظ بوثائق المفاعل محدّثة، وتدوّن المعلومات عن الخبرة المتعلقة بالتعامل مع الهياكل والنظم والمكونات الملوّثة أو المنشّطة لدى صيانة المفاعل أو تعديله، بغية تيسير تخطيط الإخراج من الخدمة. وبالنسبة لبعض مفاعلات البحوث العاملة، التي لم تؤخذ ضرورة إخراجها من الخدمة في نهاية المطاف في الاعتبار في تصميمها، تعدّ خطة للإخراج من الخدمة لضمان الأمان طوال عملية الإخراج من الخدمة.

٨-٤- وتتضمن خطة الإخراج من الخدمة تقييما لنهج واحد أو أكثر من نهج الإخراج من الخدمة الملائمة للمفاعل المعني والممتثلة لمتطلبات الهيئة الرقابية. وفيما يلي نهج مقبولة للإخراج من الخدمة:

(أ) التخزين الوقائي للمفاعل في حالة مكتملة بعد إزالة كل مجتمعات الوقود وكل ما تسهل إزالته من المكونات المنشّطة والملوّثة والنفايات المشعة؛

(ب) إزالة جميع المواد المشعة وجميع ما تمكن إزالته من المكونات المنشّطة والملوّثة من المفاعل وإزالة تلوّث الهياكل المتبقية إزالة دقيقة من أجل إتاحة استخدام المرفق دون قيود.

٨-٥- ولدى وضع خطة الإخراج من الخدمة، تُستعرض جوانب تصميم المفاعل، بما فيها الجوانب التي تمثل تحديا بصفة خاصة للإخراج من الخدمة. وفضلاً عن ذلك، تُستعرض أيضا جميع جوانب تشغيل المفاعل ذات الأهمية فيما يتعلق بالإخراج من

الخدمة. وتشمل هذه الجوانب أي تلوث غير مقصود تأجل تنظيفه إلى حين إخراج المفاعل من الخدمة، وأي تعديلات قد لا تكون وثيقة كمالاً. وتشمل خطة الإخراج من الخدمة جميع الخطوات التي تؤدي إلى إكمال الإخراج من الخدمة في نهاية المطاف، إلى النقطة التي يمكن عندها ضمان الأمان بحد أدنى من المراقبة أو دون مراقبة. ويمكن أن تشمل هذه المراحل التخزين والمراقبة، واستخدام الموقع بقيود، واستخدام الموقع دون قيود.

٦-٨- وتقرّر مقدماً الإجراءات الخاصة بمناولة أجهزة التجارب وسائر المعدات الملوثة التي تتطلب التخزين والتخلص النهائي في نهاية المطاف، أو في أقرب وقت ممكن إذا كانت المعدات المعنية قد بنيت بالفعل ولم تكن هذه الإجراءات قد وضعت، وتفكيك هذه الأجهزة والمعدات والتخلص منها.

٧-٨- وتكون المنظمة المشغلة مسؤولة عن الحفاظ على المعارف المتعلقة بمرفق المفاعل وعن استبقاء العاملين الرئيسيين من أجل تسهيل الإخراج من الخدمة.

٨-٨- وتقيّم الآثار على الأمان الناجمة عن الأنشطة التي تُجرى في الفترة الانتقالية، إن وجدت، بين الإغلاق الدائم للتشغيل والموافقة على خطة الإخراج النهائي من الخدمة، وتُدار بحيث يتم تجنب المخاطر التي لا داعي لها وضمان الأمان.

٩- الجوانب المشتركة بين الأمان والأمن لمفاعل البحوث

المتطلب ٩٠: الجوانب المشتركة بين الأمان النووي والأمن النووي

يتم تناول الجوانب المشتركة بين الأمان والأمن لمرفق مفاعل البحوث بطريقة متكاملة طوال عمر المفاعل. وتوضع تدابير الأمان والتدابير الأمنية وتتفقد بحيث لا تخل إحداها بالأخرى.

٩-١- ترد أساسيات الأمان النووي في المرجع [١٨]، وترد التوصيات بشأن الأمان النووي في المرجع [١٣]. وتقوم المنظمة المشغلة، في أداء مسؤوليتها الرئيسية عن الأمان، بتصميم التدابير التقنية والإدارية وتنفيذها والحفاظ عليها من أجل تحقيق المتطلبات الرقابية المتعلقة بالجوانب المشتركة بين الأمان والأمن، والحفاظ على التنسيق مع الهيئات الحكومية ذات الصلة بالأمان والأمن، وضمان توافر العدد اللائم من الموظفين المدربين ذوي المعارف والمهارات فيما يتعلق بالجوانب المشتركة بين الأمان والأمن، كجزء من نظام الإدارة (انظر أيضاً القسم ٤).

٩-٢- والمتطلبات العامة للأمان بشأن الجوانب المشتركة بين الأمان والأمن في مجالي الإشراف الرقابي ونظام الإدارة مقررة، على التوالي، في الوثيقة

مفاعل البحوث، مع الاستخدام الملائم للنهج المتدرج. [٣] GSR Part 1 (Rev. 1) والوثيقة GSR Part 2 [٤]. وتطبق هذه المتطلبات على

٣-٩- وتضع المنظمة المشغلة تدابير مناسبة في جميع مراحل عمر مفاعل البحوث، لضمان التواصل والتنسيق الفعالين بين الأفراد ذوي الأهداف والخلفيات المختلفة، بغية ضمان أن لا تخل تدابير الأمان والتدابير الأمنية ببعضها البعض.

٤-٩- ويستند اختيار موقع مفاعل البحوث إلى كل معايير الأمان ومعايير الأمن ذات الصلة على السواء. وترد في المرجع [١٣] التوصيات المتعلقة بالجوانب المشتركة بين الأمان والأمن في اختيار الموقع وتقييم الموقع للمنشآت النووية، بما فيها مفاعلات البحوث.

٥-٩- ويتناول المتطلب ١١ الجوانب المشتركة بين الأمان النووي والأمن النووي والضمانات في تصميم مفاعل البحوث (انظر أيضاً المتطلب ٣٩ بشأن منع الوصول غير المصرح به).

٦-٩- وتوضع عملية لمراقبة التغيير، لضمان أن أي تغييرات مقترح إدخالها على التصميم، بما في ذلك المرافق التجريبية الجديدة، أو على مخطط مرفق مفاعل البحوث، أو على الإجراءات، يتم تقييمها للتحقق من أنها لا تخل بالأمان أو الأمن.

٧-٩- وخلال مرحلة البناء، وخلال التعديلات الرئيسية لمفاعل البحوث، يكون وصول عدد كبير ومتنوع من العمال وغيرهم من العاملين إلى الموقع أمراً عادياً. وفي هذا الصدد، تنفذ تدابير لمنع الإدخال غير المقصود أو المتعمد لنقاط ضعف أو أجهزة أو أي تهديد يمكن أن يؤدي إلى إخلال بالأمن أو إلى إطلاق مشعة أثناء تشغيل المفاعل واستخدامه.

٨-٩- وتنفذ أثناء مرحلة التشغيل تدابير ملائمة لضمان الإدارة الفعالة للجوانب المشتركة بين الأمان والأمن. ويُشدد بصفة خاصة على الأنشطة المتعلقة بمناولة الوقود وتخزينه والتصرف في النفايات المشعة والوقود المستهلك، والتأهب والتصدي للطوارئ (انظر الوثيقة GSR Part 7 [٦])، وإجراءات مراقبة الوصول، وإجراءات التشغيل الخاصة باستخدام المفاعل وصيانته واختباره الدوري وتفتيشه. وتوضع هذه الإجراءات بهدف ضمان توازن مناسب بين الأمان والأمن. وتوضع ترتيبات خاصة لضمان أمان وأمن الوقود في حالة فترات الإغلاق الطويلة، وأمان وأمن مفاعل البحوث في حالة الإغلاق الممتد.

التذييل الأول

أحداث بادئة افتراضية مختارة لمفاعلات البحوث

١-١ - ترد فيما يلي أمثلة لمجموعة مختارة من الأحداث البادئة الافتراضية لمفاعلات البحوث^{٤٩}. وقد تكون لمفاعلات بحوث معينة أحداث بادئة افتراضية إضافية، تبعاً لخصائص التصميم المحددة:

- (أ) انقطاع إمدادات القوى الكهربائية:
- انقطاع القوى الكهربائية العادية^{٥٠}.
- (ب) إدخال تفاعلية زائدة:
- حرجية أثناء مناولة الوقود وتحميله (بسبب خطأ في إدخال الوقود)؛
 - حادث عند بدء التشغيل؛
 - عطل في قضيب التحكم أو في تابع قضيب التحكم؛
 - عطل في محرك التحكم أو في محرك نظام التحكم؛
 - عطل في أجهزة أخرى خاصة بالتحكم في التفاعلية (مثلاً المهدئ أو العاكس)؛
 - أوضاع غير متوازنة للقضبان؛
 - تعطل مكونات هيكلية أو انهيارها؛
 - إدخال ماء بارد أو ساخن؛
 - تغيرات في المهدئ (مثلاً حدوث حالات فراغية أو حالات تسرب الماء الثقيل إلى النظم المائية أو تسرب النظم المائية إلى الماء الثقيل)؛
 - تأثير التجارب وأجهزة التجارب (مثل حدوث انغمار بالمياه أو حالات فراغية، أو تأثيرات حرارية، أو إدخال مواد انشطارية أو إزالة مواد ماصة)؛
 - عدم كفاية التفاعلية عند الإغلاق؛
 - قذف قضبان التحكم دون قصد؛

^{٤٩} بعض الأحداث البادئة الافتراضية المذكورة ليست لها صلة بالمجمعات دون الحرجة.
^{٥٠} على الرغم من أن انقطاع القوى الكهربائية العادية لا يعتبر حدثاً بادئاً، ينبغي إيلاء الاعتبار لانقطاع القوى الكهربائية العادية الذي يليه انقطاع القوى الكهربائية الخاصة بحالات الطوارئ، لضمان أن العواقب ستكون مقبولة في ظروف الطوارئ (مثلاً، يمكن أن يتسبب حدوث انخفاض في الفلطية في تعطل أجهزة في أوقات مختلفة).

- أخطاء صيانة أجهزة التفاعلية؛
 - صدور إشارات كاذبة من نظام التحكم؛
 - إزالة مواد مفسدة من مائع التبريد أو المهدّئ.
- (ج) فقدان التدفق:

- تعطل المضخة الرئيسية؛
- انخفاض تدفق مائع التبريد الرئيسي (مثلاً بسبب تعطل صمام أو انسداد في الأنابيب أو في مبادل الحرارة)؛
- تأثير فشل تجربة أو سوء تعامل معها؛
- تمزق حد مائع التبريد الابتدائي، بما يؤدي إلى انقطاع التدفق؛
- انسداد قناة وقود أو انخفاض التدفق (مثلاً، بسبب مادة غريبة)؛
- توزيع غير سليم للقدرة يرجع، مثلاً، إلى أوضاع غير متوازنة للقضبان في تجارب قلب المفاعل أو في تحميل الوقود (عدم توافق في تدفق القدرة)؛
- انخفاض في تدفق مائع التبريد بسبب حيود عن قلب المفاعل؛
- حيود ضغط النظام عن الحدود المقررة؛
- فقدان مهبط الحرارة (مثلاً بسبب تعطل صمام أو مضخة أو حدوث تمزق في النظام).

(د) فقدان مائع التبريد:

- تمزق حد مائع التبريد الابتدائي؛
- تلف الحوض؛
- ضخ محتويات الحوض إلى الخارج؛
- تعطل صمامات حزمية أو متغلغلات أخرى.

(هـ) تعامل خاطئ مع معدات أو مكونات أو تعطلها:

- انهيار غلاف عنصر وقود؛
- حدوث تلف ميكانيكي لقلب المفاعل أو وقوده (مثلاً سوء تعامل مع الوقود، أو سقوط قارورة نقل على الوقود)؛
- تعطل نظام تبريد القلب الخاص بحالات الطوارئ؛
- خلل في التحكم في قدرة المفاعل؛
- حرجية في الوقود المخزون؛
- تعطل وسيلة الاحتجاز، بما في ذلك نظام التهوية؛
- فقدان مائع التبريد الخاص بالوقود خلال نقله أو تخزينه؛

- فقدان التدرّيع السليم أو انخفاضه؛
 - تعطل جهاز تجريبي أو مادة تجريبية (مثلاً تمزق حلقة)؛
 - تجاوز القدرات النوعية للوقود.
- أحداث داخلية خاصة: (و)
- حرائق أو انفجارات داخلية، بما في ذلك المقذوفات المولدة داخلياً؛
 - انغمار داخلي بالمياه؛
 - فقدان نظم دعم؛
 - حوادث متعلقة بالأمن؛
 - اختلالات في تجارب المفاعل؛
 - دخول أشخاص بصورة غير سليمة إلى المناطق المحظورة؛
 - انبثاقات موانع أو ارتجاج أنابيب؛
 - تفاعلات كيميائية منتجة للحرارة؛
 - وقوع أحمال ثقيلة.
- الأحداث الخارجية: (ي)
- الزلازل (بما في ذلك ما تحدّثه الهزات الأرضية من صدوع وانزلاقات أرضية)؛
 - الانغمار بالمياه (بما في ذلك انهيار سد باتجاه منبع نهر أو مصبه وانسداد مجرى نهر والأضرار الناجمة عن تسونامي أو أمواج عالية)؛
 - أعاصير التورنادو الدوامية ومقذوفاتها؛
 - العواصف الرملية؛
 - أعاصير الهريكان المدارية والعواصف والبرق؛
 - الأعاصير الحلزونية المدارية؛
 - الانفجارات؛
 - حوادث الطائرات؛
 - الحرائق؛
 - انسكابات المواد السامة؛
 - الحوادث التي تقع على طرق النقل (بما في ذلك حوادث الاصطدام بمبنى مفاعل البحوث)؛
 - التأثيرات من المرافق المجاورة (مثلاً المرافق النووية والمرافق الكيميائية ومرافق التصرف في النفايات)؛

- المخاطر البيولوجية، مثل التآكل الميكروبي أو التلف الهيكلي أو تلف المعدات الذي تحدثه القوارض أو الحشرات؛
 - الظواهر الجوية القصوى؛
 - التداخل الكهرومغناطيسي (مثلاً، من الظواهر الشمسية)؛
 - ضربات البرق؛
 - طفرات القدرة الكهربائية أو الفلطية في خط الإمداد الخارجي.
- (ح) الأخطاء البشرية.

التذليل الثاني

الجوانب التشغيلية التي تستحق اهتماماً خاصاً لمفاعلات البحوث

ثانياً-١- يسلط هذا التذليل الضوء على ما يستحق اهتماماً خاصاً من الجوانب التشغيلية لمفاعلات البحوث.

إدارة التفاعلية والحرجية

ثانياً-٢- كثيراً ما يغيّر نسق قلب المفاعل في مفاعلات البحوث، وتنطوي هذه التغييرات على مناولة مكونات مثل مجمعات الوقود وقضبان التحكم وأجهزة التجارب، التي يمثل العديد منها قيمة تفاعلية كبيرة. ويُحرص على التأكد من أن حدود دون الحرجية وحدود التفاعلية ذات الصلة، الخاصة بتخزين الوقود وتزويد قلب المفاعل بالوقود، لا يتم تجاوزها في أي وقت من الأوقات.

الأمان الحراري لقلب المفاعل

ثانياً-٣- تؤثر التغييرات المتواترة في تزويد قلب المفاعل بالوقود المشار إليها أعلاه على الخصائص النووية والحرارية لقلب المفاعل. وتوضع تدابير لضمان أن تحدّد هذه الخصائص تحديداً صحيحاً، لكل تغيير، ويتم التحقق منها بمقارنتها بشروط الأمان النووي والحراري ذات الصلة قبل بدء تشغيل المفاعل.

أمان أجهزة التجارب

ثانياً-٤- يمكن أن تؤثر أجهزة التجارب المستخدمة في مفاعلات البحوث تأثيراً كبيراً على أمان المفاعل، بحكم خصائصها التقنية أو النووية أو التشغيلية. وتتخذ تدابير لضمان أن الخصائص التقنية والنووية والتشغيلية للأجهزة التجريبية تقيّم تقييماً كافياً لمعرفة آثارها على الأمان وللتأكد من أن هذا التقييم يتم توثيقه بطريقة مناسبة.

تعديل مفاعلات البحوث

ثانياً-٥- كثيراً ما تعدّل مفاعلات البحوث وأجهزة التجارب المرتبطة بها من أجل تكيف قدراتها التشغيلية والتجريبية لتلائم تغيير متطلبات استخدامها. وينبغي إيلاء اهتمام خاص لضرورة التحقق من أن كل تعديل قد تم تقييمه وتوثيقه والإبلاغ عنه بصورة سليمة من حيث آثاره الممكنة على الأمان، ومن أن لا يعاد بدء تشغيل المفاعل دون الحصول على موافقة رسمية بعد إكمال التعديلات ذات الآثار الكبيرة على الأمان.

عمليات مناولة المكونات والمواد

ثانياً-6- في المفاعلات البحثية الحوضية على وجه الخصوص، كثيراً ما تجري مناولة المكونات وأجهزة التجارب والمواد بالقرب من قلب المفاعل. ويتم الحرص على ضمان أن موظفي التشغيل الذين يقومون بهذه المناولات يلتزمون التزاماً صارماً بالإجراءات والقيود المقررة لمنع أي تدخل نووي أو ميكانيكي في المفاعل، وللتقليل إلى الحد الأدنى من احتمال حدوث انسداد في نظام تبريد الوقود من جراء أجسام غريبة غير متحكم فيها، وللمنع الإطلاقات الإشعاعية والتعرض غير الضروري للإشعاعات.

تدابير الأمان الخاصة بالزوار

ثانياً-7- قد يحدث أن يدخل الزوار من العلميين والمتدربين والدارسين وغيرهم من الأشخاص الذين يزورون مفاعلات البحوث في مناطق خاضعة للرقابة وأن يشاركوا مشاركة فعالة في تشغيل المفاعل أو في استخدامه. وتوضع تدابير مثل الإجراءات والقيود والضوابط لكفالة توافر ظروف عمل مأمونة لهؤلاء الزائرين، وعدم تأثير أنشطتهم على أمان المفاعل، واتباع تعليمات الأمان بصرامة.

المراجع

- [١] الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية، ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، والوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة العمل الدولية، والمنظمة البحرية الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الصحة العالمية، مبادئ الأمان الأساسية، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، العدد SF-1، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠٠٧).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. SSG-22, IAEA, Vienna (2012).
- [٣] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الإطار الحكومي والقانوني والرقابي للأمان، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، العدد GSR Part 1 (Rev.1)، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠١٠).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Leadership and Management for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 2, IAEA, Vienna (2016).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [6] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, INTERPOL, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, PREPARATORY COMMISSION FOR THE COMPREHENSIVE NUCLEAR-TEST-BAN TREATY ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Preparedness and Response

- for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7, IAEA, Vienna (2015).
- [٧] المفوضية الأوروبية، ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، والوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الصحة العالمية، الوقاية من الإشعاعات وأمان المصادر الإشعاعية: معايير الأمان الأساسية الدولية، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد GSR Part 3، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠١٥).
- [٨] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مسرد مصطلحات الأمان الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية: المصطلحات المستخدمة في مجال الأمان النووي والوقاية من الإشعاعات، (طبعة ٢٠٠٧)، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠٠٧).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants: Design, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/2 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [١١] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، إخراج المرافق من الخدمة، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد GSR Part 6، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠١٦).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [١٣] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، توصيات الأمان النووي بشأن الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية (INFCIRC/225/Revision 5)، العدد ١٣ من سلسلة الأمان النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠١١).
- [١٤] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، لائحة النقل المأمون للمواد المشعة (طبعة ٢٠١٢)، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، العدد SSR-6، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠١٣).

[15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. SSG-24, IAEA, Vienna (2012).

[١٦] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة العمل الدولية، الوقاية الإشعاعية المهنية، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، العدد RS-G-1.1، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (١٩٩٩). (يجري إعداد تنقيح لهذا المنشور).

[١٧] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، التصرف في النفايات المشعة تمهيدا للتخلص منها، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، العدد GSR Part 5، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠٠٩).

[١٨] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الهدف والعناصر الأساسية لمنظومة الأمان النووي الخاصة بالدولة، العدد ٢٠ من سلسلة الأمان النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠١٤).

المرفق الأول وظائف أمان مختارة لمفاعلات البحوث

أولاً- ١- ترد في الجدول الأول - ١ وظائف أمان مختارة لمفاعلات البحوث. ووظائف الأمان هي الوظائف المميّزة الجوهرية المرتبطة بالهيكل والنُظْم والمكونات الخاصة بضمان سلامة المفاعل. وسوف تعتمد وظائف الأمان على التصميم المعين للمفاعل. وبعض وظائف الأمان لا صلة لها بأنواع معينة من مفاعلات البحوث. ووظائف الأمان هي أحد العوامل الرئيسية في تدرّج تطبيق المتطلبات على الهياكل والنُظْم والمكونات. ويتعين تحديد وظائف الأمان التي يؤديها كل هيكل ونظام ومكون. والمقصود من وظائف الأمان المختارة المعروضة في الجدول الأول - ١ هو أن تنظر فيها المنظمة المشغلة لمفاعل البحوث. ويتعين تقديم تبرير لعدم الترتيب للوفاء بأي من وظائف الأمان هذه بالنسبة لأي مفاعل معين.

الجدول الأول- ١. وظائف أمان مختارة لمفاعلات البحوث

المفردات المهمة للأمان	وظائف الأمان
المباني والهياكل	تشكيل حاجز يمنع إطلاق المواد المشعة غير المحكوم إلى البيئة توفير وقاية من الأحداث الخارجية والداخلية لنظم الأمان التي تحتوي عليها المباني أو الإنشاءات توفير تدرّج ضد الإشعاعات.
قلب المفاعل	الحفاظ على هندسة الوقود وعلى المسار اللازم لتدفق مائع التبريد من أجل ضمان إمكانية الإغلاق وإزالة الحرارة في جميع الحالات التشغيلية للمفاعل وفي حالات الحوادث المحتاط لها في التصميم توفير تغذية مرتدة سلبية للتفاعلية توفير وسيلة لتهدئة التدفقات النيوترونية والتحكم فيها
قالب الوقود وكسوة الوقود	تشكيل حاجز يمنع إطلاق منتجات الانشطار والمواد المشعة الأخرى من الوقود توفير نسق قابل للتبريد للوقود
نظام التحكم في التفاعلية (بما في ذلك نظام إغلاق المفاعل)	التحكم في تفاعلية قلب المفاعل لضمان إمكانية إغلاق المفاعل بأمان ولضمان عدم تجاوز الحدود التصميمية للوقود وغيرها من القيود في أي حالة تشغيلية للمفاعل أو في الحوادث المحتاط لها في التصميم
الدارة الابتدائية لمبرد المفاعل	توفير التبريد الكافي للقلب وضمان عدم تجاوز الحدود المقررة للوقود وللمبرد في أي حالة تشغيلية للمفاعل أو في حالات الحوادث المحتاط لها في التصميم

الجدول الأول- ١. وظائف أمان مختارة لمفاعلات البحوث (تابع)

وظائف الأمان	المفردات المهمة للأمان
نقل الحرارة من قلب المفاعل بعد وقوع حادث ناجم عن فقدان مائع التبريد، بمعدل يكفي لمنع حدوث ضرر كبير للوقود	نظام تبريد قلب المفاعل في حالات الطوارئ
اتخاذ إجراءات وقائية لإغلاق المفاعل، ولتبريد المواد المشعة واحتوائها، وللتخفيف من عواقب الحوادث	نظام حماية المفاعل
التحكم في الوشائج من أجل الوقاية من الأخطاء التشغيلية في حالة عدم الوفاء بالشروط اللازمة	الأجهزة ونظم التحكم الأخرى المتعلقة بالأمان
إبقاء بارامترات المفاعل ضمن الحدود التشغيلية وضمان عدم بلوغ حدود الأمان	
توفير معلومات كافية لتحديد حالة نظام حماية المفاعل بسهولة ولاتخاذ الإجراءات الصحيحة المتعلقة بالأمان، وتقديم تلك المعلومات إلى مشغل المفاعل	
توفير قوى كافية، ومن نوعية مناسبة، للنظم والمعدات، بغية ضمان قدرتها على أداء وظائفها الأمانية عند الاقتضاء	إمدادات القوى الكهربائية
التقليل إلى الحد الأدنى من التعرض للإشعاعات	نظم مناولة الوقود وتخزينه
منع حدوث حرجية غير مقصودة	
الحد من أي ارتفاع في درجة حرارة الوقود	
تخزين الوقود الطازج والمشع	
منع حدوث تلف ميكانيكي أو تآكلي للوقود	
توفير قياسات وإنذارات من أجل التقليل إلى الحد الأدنى من تعرض العاملين في التشغيل والبحاث للإشعاعات	نظام رصد الإشعاعات
ضمان أن الآثار الضارة الناتجة من الحريق أو من الانفجارات التي يسببها الحريق لا تمنع المفردات المهمة للأمان من أداء وظيفتها الأمانية عندما يتعين عليها أدائها	نظام الحماية من الحريق

المرفق الثاني

لمحة عامة عن تطبيق متطلبات الأمان على المجمعات دون الحرجة

ثانياً-١- المجمعات دون الحرجة هي مجموعة متنوعة من التصاميم وترتيبات التشغيل وبرامج الاستخدام. ونظراً لهذا فإن جميع المتطلبات الشاملة (المتطلبات ١-٩٠) تنطبق على المجمعات دون الحرجة، مع استخدام نهج متدرج يتناسب مع الخطر المحتمل في المرفق. وعلى وجه التحديد، تنص الفقرة ١-٩ على ما يلي: "وتحدّد كل حالة يكون فيها تطبيق المتطلبات متدرجاً، مع مراعاة طبيعة المخاطر التي يشكلها المرفق المعيّن والأنشطة التي تُجرى والحجم المحتمل لتلك المخاطر والأنشطة". وترد في الفقرة ٢-١٧ العوامل التي ينبغي النظر فيها لدى تحديد ما إن كان يمكن تدرّج تطبيق متطلبات معينة.

ثانياً-٢- ونتيجة لذلك فإن الطريقة التي تطبّق بها المتطلبات على المجمعات دون الحرجة ذات الأداء العالي قد تكون مختلفة تلك التي تطبق بها على المجمعات دون الحرجة ذات المخاطر المحتملة المنخفضة. وعلى وجه الخصوص، بالنسبة للمجمعات دون الحرجة التي تعمل بوقود اليورانيوم الطبيعي مع عاكس أو مهدئ بالماء الخفيف، يمكن أن يكون تطبيق متطلبات الأمان، بما فيها تلك المتعلقة بعملية الترخيص، متدرجاً بقدر كبير (مثلاً يمكن، في ضوء ضلّالة المخاطر الإشعاعية التي تنشأ من بعض المجمعات دون الحرجة، أن لا تكون هناك حاجة لتطبيق متطلبات معينة). ومن ثم فإن العملية الوطنية للتصريح لاستخدام المواد المشعة، التي يتم وضعها وتطبيقها وفقاً للمنشور رقم 3 GSR Part من سلسلة معايير الأمان الأساسية الدولية الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمعنون: الوقاية من الإشعاعات وأمان المصادر الإشعاعية: معايير الأمان الأساسية الدولية، [ثانياً-١]، يمكن أن تكون كافية لإثبات الأمان.

مرجع المرفق الثاني

[ثانياً-١] المفوضية الأوروبية، ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، والوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الصحة العالمية، الوقاية من الإشعاعات وأمان المصادر الإشعاعية: معايير الأمان الأساسية الدولية، سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد 3 GSR Part، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠١٥).

التعاريف

التعاريف التالية تختلف عن تلك الموجودة في مسرد مصطلحات الأمان الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية: المصطلحات المستخدمة في مجالي الأمان النووي والوقاية من الإشعاعات (طبعة ٢٠٠٧)، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا (٢٠٠٧):

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7648/IAEA-Safety-Glossary>

ومراجعة عام ٢٠١٦ لمسرد مصطلحات الأمان الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية متاح في الموقع <http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.asp>

حالة خاضعة للسيطرة (controlled state) - حالة مرفق المفاعل بعد حدوث واقعة تشغيلية منتظرة أو ظروف مفضية إلى وقوع الحوادث - التي يمكن فيها ضمان أداء وظائف الأمان الأساسية، والتي يمكن إبقاؤها لفترة زمنية كافية لتنفيذ ترتيبات الوصول إلى حالة مأمونة.

حالات المرفق (facility states) - (الحالات الافتراضية لمرفق مفاعل البحوث التي تؤخذ في الاعتبار لأغراض التصميم)

ظروف مفضية إلى وقوع حوادث Accident conditions			حالات تشغيلية Operational states	
ظروف تمديد التصميم Design extension conditions			وقائع تشغيلية منتظرة Anticipated operational occurrences	تشغيل عادي Normal operation
مع ذوبان قلب المفاعل With core melting	دون تدهور كبير في الوقود Without significant fuel degradation	حوادث محتاط لها في التصميم Design basis accidents		

ظروف مفضية إلى وقوع الحوادث (accident conditions) - حالات الحيود عن التشغيل العادي التي هي أقل تواترا وأكثر شدة من الوقائع التشغيلية المنتظرة، وتتألف من الحوادث المحتاط لها في التصميم وظروف تمديد التصميم.

حادث محتاط له في التصميم (design basis accident) - حادث افتراضي يؤدي إلى ظروف مفضية إلى وقوع الحوادث يكون المرفق مصمما لمنع وقوعها وفقا للمعايير التصميمية المقررة ولمنهجية متحفظة، ويُحافظ فيها على إطلاقات المواد المشعة ضمن الحدود المقبولة.

ظروف تمديد التصميم (design extension conditions) - ظروف افتراضية مفضية إلى وقوع الحوادث لا ينظر فيها ضمن الحوادث المحتاط لها في التصميم، ولكن ينظر فيها في عملية تصميم المرفق وفقا لمنهجية أفضل تقدير، ويتم فيها إبقاء المواد المشعة ضمن الحدود المقبولة. وتشمل ظروف تمديد التصميم الظروف التي تسود في الأحداث التي لا يقع فيها تدهور كبير في الوقود، والظروف التي تسود في الأحداث التي تشهد انصهار قلب المفاعل.

حالة مأمونة (safe state) - حالة مرفق المفاعل، بعد واقعة تشغيلية منتظرة أو ظروف مفضية إلى وقوع الحوادث، التي يكون فيها المفاعل في حالة دون حرجة ويمكن فيها ضمان وظائف الأمان الأساسية والحفاظ على استقرارها لمدة طويلة.

سمة أمان (الظروف تمديد التصميم) (safety feature) - مفردة مصممة لأداء وظيفة أمان لظروف تمديد التصميم أو لديها وظيفة أمان لهذه الظروف.

محدّات نظم الأمان (safety system settings) - محدّات للمستويات التي يتم عندها تلقائيا تفعيل نظم الأمان في حالة حدوث وقائع تشغيلية منتظرة أو حوادث محتاط لها في التصميم، لمنع تجاوز حدود الأمان.

المساهمون في الصياغة والاستعراض

معهد الوقاية من الإشعاعات والأمان النووي، فرنسا	Abou Yehia, H.
الهيئة الرقابية النووية، الولايات المتحدة الأمريكية	Adams, A.
استشاري	Boado Magán, H.
شركة جنوب أفريقيا للطاقة النووية، جنوب أفريقيا	D'Arcy, A.J.
استشاري	Deitrich, L.W.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	Hargitai, T.
لجنة الطاقة الذرية الإسرائيلية، إسرائيل	Hirshfeld, H.
الدائرة الاتحادية للرقابة البيئية والصناعية والنووية، الاتحاد الروسي	Polyakov, D.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	Sears, D.F.
الوكالة الدولية للطاقة الذرية	Shokr, A.M.

17-00186

الأمان من خلال معايير دولية

"يتعين على الحكومات، والهيئات الرقابية والمشغلين في كل مكان ضمان استخدام المواد النووية والمصادر الإشعاعية على نحو مفيد، ومأمون، وأخلاقي. ومعايير الأمان الصادرة عن الوكالة مصاغة لتيسير هذه الغاية، وأشجع جميع الدول الأعضاء على استخدامها."

يوكيا أمانو
المدير العام

الوكالة الدولية للطاقة الذرية
فيينا

ISBN 978-92-0-609317-7

ISSN 1996-7497