

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

سلسلة

معايير الأمان

انتهاء تشغيل

محطات القدرة النووية

ومفاعلات البحوث

دليل الأمان

رقم WS-G-2.1

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

فيينا



نشرات الوكالة الدولية للطاقة الذرية المرتبطة بالأمان

معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية

وفقاً لنص المادة الثالثة من النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية، فوضت الوكالة بتأسيس معايير الأمان للوقاية ضد الإشعاعات المؤينة، والنهوض بتطبيق هذه المعايير في الأنشطة النووية السلمية. وتصدر النشرات المرتبطة بالتنظيم، التي بواسطتها تؤسس الوكالة معايير ومقاييس الأمان في سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة. وتغطي هذه السلسلة الأمان النووي، والأمان الإشعاعي، وأمان النقل، وأمان النفايات، وكذلك الأمان العام (الذي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بأثنين أو أكثر من المجالات الأربعة)، والفئات التي تندرج تحتها هي: أسس الأمان، ومتطلبات الأمان، وأدلة الأمان.

أسس الأمان (الغلاف الأزرق): وتمثل الأهداف الأساسية ومبادئ الأمان والوقاية في تطوير وتطبيق الطاقة النووية للأغراض السلمية. **متطلبات الأمان (الغلاف الأحمر):** وتؤسس المتطلبات التي يجب أن تستوفي لضمان الأمان. وهذه المتطلبات التي يعبر عنها ببيانات، يسبقها كلمة "يجب" shall: محكمة بالأهداف والمبادئ الواردة في أسس الأمان.

أدلة الأمان (الغلاف الأخضر): وتوصي بالأفعال أو الظروف أو النهج اللازمة لاستيفاء متطلبات الأمان. ويعبر عن التوصيات في أدلة الأمان ببيانات يسبقها كلمة "ينبغي" "should"، مع تضمين أنه من الضروري اتخاذ الإجراءات الموصى بها، أو إجراءات بديلة أخرى مكافئة لامتثال للمتطلبات.

ومعايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية ليست ملزمة، من الناحية القانونية، للدول الأعضاء، إلا أن هذه الدول قد تقرر استخدامها، ببعض التصرف، في تنظيماتها الوطنية بالنسبة لأنشطتها الخاصة. والمعايير ملزمة بالنسبة للوكالة الدولية للطاقة الذرية في جميع عملياتها الخاصة، وهي ملزمة، كذلك، للدول بالنسبة للعمليات التي تدعمها الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

والمعلومات حول برنامج معايير الأمان التي تصدرها الوكالة (بما في ذلك الطباعات الصادرة بلغات أخرى غير الإنجليزية) متوفرة في موقع الإنترنت الخاص بالوكالة وهو:

www.iaea.org/ns/coordinet

و يمكن طلبها من قسم تنسيق الأمان على العنوان التالي:

Safety co-ordination section, IAEA, P.O. Box 100A-1400, Vienna, Austria

نشرات أخرى مرتبطة بالأمان

وفقاً لنص المادة الثالثة والمادة الثامنة الفقرة ج من النظام الأساس للوكالة الدولية للطاقة الذرية، تتيح الوكالة تبادل المعلومات وترعاها بالنسبة للأنشطة النووية السلمية، وتقوم لهذا الغرض، بدور الوسيط بين الدول الأعضاء.

وتصدر التقارير حول الأمان والوقاية في الأنشطة النووية في سلسلة أخرى، وهي سلسلة تقارير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية، كنشرات معلوماتية. وقد تصف تقارير الأمان ممارسات جيدة، وتغطي أمثلة عملية وطرائق تفصيلية، يمكن استخدامها لاستيفاء متطلبات الأمان. ولا تؤسس هذه التقارير متطلبات، ولا تقدم توصيات.

والسلسلة الأخرى التي تصدرها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، التي تتضمن بيع المنشورات المرتبطة بالأمان هي سلسلة التقارير الفنية، وسلسلة تقارير التقييم الإشعاعي، وسلسلة الإنساج INSAG. كما تصدر الوكالة الدولية للطاقة الذرية، كذلك، تقارير حول الحوادث الإشعاعية، ومنشورات خاصة أخرى للبيع. وتصدر المنشورات المرتبطة بالأمان وغير المخصصة للبيع في سلسلة التقارير الفنية TECDOC، وسلسلة معايير الأمان المؤقتة، وسلسلة المناهج التدريبية، وسلسلة الخدمات التي تقدمها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وسلسلة كتب الحاسب الآلي، وكتب الأمان الإشعاعي العملي، والكتب الفنية الإشعاعية العملية.

إنهاء تشغيل
محطات القدرة النووية
ومفاعلات البحوث

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محله العدد SSG-47.

بيان الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

الاتحاد الروسي	الجمهورية العربية الليبية	كندا
أنغوييا	الجمهورية التشيكية	كوبا
الأرجنتين	جمهورية تنزانيا المتحدة	كوت ديفوار
الأردن	الجمهورية الدومينيكية	كوستاريكا
أرمينيا	الجمهورية العربية السورية	كولومبيا
أستراليا	جمهورية كوريا	الكويت
استونيا	جمهورية الكونغو الديمقراطية	كينيا
إسرائيل	جمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقاً	لاتفيا
أفغانستان	جمهورية ملدوفا	لبنان
أكوادور	جنوب أفريقيا	لكسمبورغ
ألبانيا	جورجيا	ليبيريا
ألمانيا	الدانمرك	ليتوانيا
الإمارات العربية المتحدة	رومانيا	ليختنشتاين
إندونيسيا	زامبيا	مالطا
أورغواي	زيمبابوي	مالي
اوزبكستان	سري لانكا	ماليزيا
أوغندا	السلقأدور	مدغشقر
أوكرانيا	سلوفاكيا	مصر
إيران (جمهورية-الإسلامية)	سلوفينيا	المغرب
إيرلندا	سنتاغورة	المكسيك
إيسلندا	السنگال	المملكة العربية السعودية
إيطاليا	السودان	المملكة المتحدة
باراغواي	السويد	منغوليا
باكستان	سويسرا	موريشوس
البرازيل	سيراليون	موناكو
البرتغال	شيلي	ميانمار
بلجيكا	الصين	ناميبيا
بلغاريا	العراق	النرويج
بنغلادش	غابون	النمسا
بنما	غانا	النيجر
بنن	غواتيمالا	نيجيريا
بوركينافاسو	فرنسا	نيكاراغوا
البوسنة والهرسك	القلبين	نيوزيلندا
بولندا	فنزويلا	هايتي
بوليفيا	فنلندا	الهند
بيرو	فجيت نام	هنگاريا
بيلاروس	قبرص	هولندا
تايلند	قطر	الولايات المتحدة الأمريكية
تركيا	كازخستان	اليابان
تونس	الكاميرون	اليمن
جامايكا	الكرسي الرسولي	يوغوسلافيا
الجزائر	كرواتيا	اليونان
جزر مارشال	كمبوديا	

اعتمد النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية في 23 ديسمبر 1956م بواسطة المؤتمر الخاص بالنظام الأساسي، المنعقد في مقر الجمعية العامة للأمم المتحدة في نيويورك. وقد أصبح هذا النظام ساري المفعول في 29 يوليو 1957م. وتقع رئاسة الوكالة في فيينا. والأهداف الرئيسية للوكالة هي تعجيل وتضخيم إسهام الطاقة الذرية في السلام والصحة والممتلكات في العالم كله.

IAEA, 1999

يمكن الحصول على الإنز باستساخ أو ترجمة المعلومات المحتواة في هذه النشرة بالكتابة إلى الوكالة الدولية للطاقة الذرية، على العنوان التالي: Wagramer Strasse 5, P. O. Box 100, A - 1400 Vienna, Austria

طبعت بمعرفة الوكالة الدولية للطاقة الذرية في النمسا

أكتوبر 1999م

تحت رقم ST1/PUB/1079

سلسلة الأمان رقم WS-G-2.1

إنهاء تشغيل محطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث

دليل الأمان

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

فيينا 2001

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محله العدد SSG-47.

تمهيد

بقلم محمد البرادعي

المدير العام

إن أحد المهام الواردة في النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية هو تأسيس أو تبني معايير أمان لوقاية الصحة والحياة والممتلكات، عند تطوير وتطبيق الطاقة النووية للأغراض السلمية، والنهوض بتطبيق هذه المعايير في عملياتها الخاصة، وفي العمليات المدعومة للأطراف الأخرى، عند الطلب، وفي العمليات التي تتم تحت ترتيبات ثنائية أو متعددة الأطراف، أو في أنشطة دولة ما في مجال الطاقة النووية، يطلب من هذه الدولة.

ويشرف على تطوير معايير الأمان الكيانات الاستشارية التالية: اللجنة الاستشارية حول معايير الأمان (ACSS)، واللجنة الاستشارية لمعايير الأمان النووي (NUSSAC)، واللجنة الاستشارية لمعايير الأمان الإشعاعي (RASSAC)، واللجنة الاستشارية لمعايير أمان النقل (TRANSSAC)، واللجنة الاستشارية لمعايير أمان النفايات (WASSAC). وتمثل الدول الأعضاء في هذه اللجان تمثيلاً واسعاً.

ولضمان إجماع دولي عريض، تقدم معايير الأمان، كذلك، لجميع الدول الأعضاء، للتعليق، قبل التصديق عليها من مجلس المحافظين للوكالة (بالنسبة لأسس الأمان، ومتطلبات الأمان)، أو بالنيابة عن المدير العام من لجنة النشرات (بالنسبة لأدلة الأمان).

ومعايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية ليست ملزمة، من الناحية القانونية، للدول الأعضاء، ولكن يمكن لهذه الدول أن تقر استخدامها، ببعض التصرف، في تنظيماتها الوطنية المعنية بأمنها. والمعايير ملزمة للوكالة في جميع عملياتها، وملزمة، كذلك، للدول الأعضاء في العمليات التي تدعمها الوكالة. وأية دولة ترغب في إبرام اتفاقية مع الوكالة لمعاونتها في أمر يتعلق باختيار موقع، أو تصميم أو إنشاء، أو بدء تشغيل، أو تشغيل، أو إنهاء تشغيل، أي مرفق نووي أو أية أنشطة أخرى، فسيطلب منها اتباع تلك الأجزاء من معايير الأمان، التي تتعلق بالأنشطة التي تغطيها الاتفاقية. ومع ذلك، فإنه ينبغي إعادة التتويه، بأن القرارات النهائية والمسؤوليات القانونية في نهج الترخيص تقع على عاتق الدول الأعضاء.

وعلى الرغم من أن معايير الأمان تؤسس القواعد الجوهرية بالنسبة للأمان، إلا أنه قد يكون من الضروري تضمين متطلبات تفصيلية أكثر، وذلك وفقاً للممارسات الوطنية. وفضلاً عن ذلك، فسوف يكون هناك، بصفة عامة، جوانب خاصة يلزم تقويمها بواسطة خبراء، على أساس دراسة حالة بحالة.

وقد ورد ذكر الحماية المادية للمواد الانشطارية والمشفعة، ولمحطات القدرة النووية ككل، حيثما تلازم، إلا أنها لم تعالج بالتفصيل. وينبغي أن تنصب التزامات الدول، في هذا الصدد، على أساس الأدوات الملزمة والنشرات المطورة برعاية الوكالة الدولية للطاقة الذرية. ولم تؤخذ الجوانب غير الإشعاعية للأمان الصناعي والوقاية البيئية على نحو منفصل، حيث أنه من المعول عليه أن الدول ينبغي أن تنفذ التزاماتها وتدابيرها الدولية بالنسبة لهذا الأمر.

إن المتطلبات والتوصيات الواردة في معايير الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية قد لا تستوفي بالكامل، بالنسبة لبعض المرافق التي بنيت وفق معايير سابقة. والقرارات الخاصة بالطريقة التي تطبق بها معايير الأمان على مثل هذه المرافق سوف تتخذ بواسطة كل دولة على حدة.

أُلغي هذا المنشور وحلّ محلّه العدد SSG-47.

وقد وجهت عناية الدول نحو الحقيقة التي مفادها، أنه رغم أن معايير الأمان الصادرة عن الوكالة غير ملزمة، قانونياً، للدول الأعضاء، إلا أنه تم تطويرها بغرض ضمان أن الاستخدامات السلمية للطاقة النووية وللمواد المشعة، تتم بطريقة تمكن الدول من استيفاء التزاماتها، وفق مبادئ مقبولة، بصفة عامة، للقانون والقواعد الدولية، كذلك المبادئ المرتبطة بحماية البيئة. ووفقاً لمثل هذا المبدأ العام، يجب ألا تستخدم أرض دولة بطريقة تسبب الضرر في دولة أخرى. بذلك، فإنه يقع على الدول التزام بالنسبة لمعايير الرعاية.

وتخضع الأنشطة النووية المدنية، الواقعة ضمن سيادة الدولة، شأنها شأن الأنشطة الأخرى، للالتزامات التي قد تلتزم بها الدولة ضمن اتفاقيات دولية، فضلاً عن المبادئ المقبولة للقانون الدولي، على وجه العموم. ومن المتوقع، أن تقر الدول ضمن نظمها القانونية الوطنية مثل هذه التشريعات (بما فيها التنظيمات) والمعايير والإجراءات الأخرى، وفق ما يلزم لاستيفاء جميع التزاماتها الدولية بفعالية.

تقديم

تنتج النفايات المشعة عن توليد القدرة النووية وعن استخدام المواد المشعة في الصناعة والبحوث والطب. وقد تبينَت أهمية الإدارة الآمنة للنفايات المشعة لوقاية الصحة البشرية والبيئة، واكتسبت خبرة كبيرة في هذا المجال.

وقد استهدف برنامج معايير أمان النفايات المشعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، عند تأسيسه، مجموعة شاملة ومتوافقة من المبادئ والمتطلبات للإدارة الآمنة للنفايات، وصياغة الخطوط الإرشادية اللازمة لتطبيقه. وينجز هذا الأمر ضمن سلاسل معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية في زمرة متوافقة فيم بينها من النشرات التي تعكس الإجماع العالمي. وسوف تزود النشرات الدول الأعضاء بسلاسل شاملة من النشرات المتفق عليها دولياً للمعاونة في اشتقاق واستكمال الأسس والمعايير والممارسات الوطنية.

وتشتمل سلسلة معايير الأمان على ثلاث فئات من النشرات هي: أُنس الأمان، ومتطلبات الأمان، وأدلة الأمان. وبالنسبة لبرنامج معايير أمان النفايات المشعة، تخضع مجموعة النشرات، حالياً، للمراجعة لضمان اقتراب متناغم مع سلسلة معايير الأمان.

ودليل الأمان هذا موجه لموضوع إنهاء تشغيل محطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث. ويقصد به توفير الإرشادات للسلطات الوطنية وللهيئات المشغلة لتخطيط إنهاء تشغيل مثل هذه المرافق، ولإدارة الأمانة له.

وقد أعد هذا الدليل من خلال سلسلة من الاجتماعات للجان الفنية ولجان المستشارين. ويحل هذا الدليل محل نشرات سلسلة الأمان السابقة أرقام 52، 74، 105.

ملاحظة للمحرر

حيثما يضمن ملحق، فإنه يشكل جزءاً مكملًا للمعايير، ويكون له نفس قوة وموقف النص الرئيس، وأما التذييلات (annexes)، والملاحظات وثبت المراجع فإنها تستخدم، عند تضمينها، لتوفير معلومات إضافية أو أمثلة عملية، قد تكون معاونة للمستخدم.

تستخدم معايير الأمان مصطلح "يجب" "shall" عند عمل بيان حول المتطلبات والمسؤوليات والالتزامات. ويستخدم المصطلح "ينبغي" "should" ليعني توصيات لخيار مرغوب.

إن النسخة الإنجليزية من هذا النص هي النسخة الرسمية.

المحتويات

1	مقدمة	-1
1	الخلفية (من 1-1 حتى 4-1)	
1	الهدف (5-1)	
1	المجال (6-1 حتى 8-1)	
2	البنية (9-1 حتى 10-1)	
2	قضايا رئيسة لإنهاء التشغيل	-2
2	عام (1-2 حتى 5-2)	
3	المسؤوليات (6-2 حتى 7-2)	
3	الإطار التنظيمي (8-2 حتى 11-2)	
4	الأمان (12-2 حتى 14-2)	
4	التخطيط (15-2 حتى 16-2)	
5	اعتبارات للوقاية الإشعاعية والبيئية (17-2 حتى 19-2)	
5	النفائيات (20-2)	
5	انتقاء خيار إنهاء التشغيل	-3
5	عام (1-3 حتى 4-3)	
6	الأمان (5-3 حتى 7-3)	
7	إدارة النفائيات (8-3)	
7	اعتبارات التكاليف (9-3)	
7	إتاحة الخبرة الموجودة (10-3)	
7	اعتبارات مرتبطة بعموم الجمهور (11-3)	
8	تيسير إنهاء التشغيل	-4
8	عام (1-4)	
8	اعتبارات لطور التصميم والإنشاء (2-4 حتى 4-4)	
9	اعتبارات خلال تشغيل المفاعل (5-4 حتى 7-4)	
10	تخطيط وتقويم الأمان لإنهاء التشغيل	-5
10	عام (1-5 حتى 5-5)	

- 10 التخطيط الابتدائي (5-6 حتى 5-7)
- 11 التخطيط الجاري (5-8)
- 11 التخطيط النهائي (5-9 حتى 5-13)
- 13 تقويم الأمان لإنهاء تشغيل مفاعل نووي (5-14 حتى 5-22)
- 14 توكيد التمويل لإنهاء التشغيل (5-23 حتى 5-25)
- 15 مهام حرجة لإنهاء التشغيل -6
- 15 التوصيف الابتدائي للمرفق (6-1 حتى 6-3)
- 15 إزالة الوقود (6-4 حتى 6-8)
- 16 صيانة الاحتواء وتعديله (6-9 حتى 6-11)
- 17 إزالة التلوث (6-12 حتى 6-15)
- 18 التفكيك (6-16 حتى 6-20)
- 19 الصيانة (6-21)
- 19 المسح الإشعاعي النهائي (6-22 حتى 6-24)
- 19 الإدارة خلال إنهاء التشغيل -7
- 19 عام (7-1)
- 20 الكوادر والتدريب (7-2 حتى 7-7)
- 21 التنظيم والمراقبة الإدارية (7-8 حتى 7-11)
- 21 الوقاية الإشعاعية (7-12 حتى 7-15)
- 22 الرصد الإشعاعي داخل وخارج الموقع (7-16 حتى 7-18)
- 23 إدارة النفايات (7-19 حتى 7-28)
- 24 التخطيط للطوارئ (7-29)
- 24 الحماية المادية والضمانات (7-30)
- 5 توكيد الجودة والتوثيق (7-31 حتى 7-34)
- 25 اتمام إنهاء التشغيل (8-1 حتى 8-3) -8
- 27 المراجع
- 29 ملحق 1: مثال لمحتويات التقرير النهائي للمسح الإشعاعي
- 31 ملحق 2: مثال للخطط الموثقة ونظم الإدارة لتطبيق إنهاء التشغيل
- 33 المساهمون في الصياغة والمراجعة
- 34 الكيانات الاستشارية لدعم معايير الأمان

1- مقدمة

الخلفية

1-1 إن دليل الأمان هذا هو جزء من زمرة النشرات، ضمن إطار برنامج معايير أمان النفايات المشعة، للوكالة الدولية للطاقة الذرية، الذي يعنى بجميع المجالات الهامة لأمان النفايات المشعة. وتتضمن هذه الزمرة أسس الأمان [1]، ومتطلبات الأمان، وأدلة الأمان في سلسلة الأمان القديمة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، وسلسلة معايير الأمان للوكالة.

2-1 إن متطلبات الأمان بالنسبة لإنهاء تشغيل محطات القدرة النووية ومرافق مفاعلات البحوث قد عولجت في متطلبات الأمان المعنونة "إدارة النفايات المشعة السابقة للإزالة بما فيها إنهاء التشغيل" [2]. وتوفر معايير الأمان الأخرى للوكالة الدولية للطاقة الذرية [3-9] متطلبات أمان إضافية ملائمة.

3-1 إن عدداً كبيراً من المفاعلات المسنة سوف يواجه الإغلاق في المستقبل القريب. وفي الماضي، كان إنهاء تشغيل محطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث يتم بأسلوب حالة بحالة، باستخدام نفس إطار التنظيمات المطبق خلال الفترة التشغيلية للمفاعل. ولتوفير اقتراب متناسق ومتوافق بالنسبة لإنهاء تشغيل منشآت المفاعلات النووية، وكذلك لتضمين الدروس المستفادة من جهود إنهاء التشغيل السابقة، أعربت الدول الأعضاء عن الحاجة لدليل لإنهاء التشغيل، ضمن سياق برنامج مقبول دولياً لنشرات الأمان للنفايات المشعة.

4-1 يوفر هذا الدليل توصيات للمعاونة في استيفاء المتطلبات الرئيسية لإنهاء التشغيل، بناءً على الخبرة الدولية، وفقاً لما ورد في متطلبات الأمان المذكورة أعلاه.

الهدف

5-1 إن الهدف من هذا الدليل هو توفير إرشادات للسلطات الوطنية، بما فيها الكيانات الرقابية، ولهيات التشغيل، لضمان أن عملية إنهاء التشغيل بالنسبة لمحطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث تجري بأسلوب آمن ومقبول بينياً.

المجال

6-1 تطبق اشتراطات دليل الأمان هذا على محطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث، وعلى المواقع المرتبطة بها. ويوجد دليل أمان منفصل موجه لإنهاء تشغيل المرافق الطبية والصناعية والبحثية [10].

7-1 إن دليل الأمان هذا موجه، أساساً، للأخطار الإشعاعية الناتجة عن الأنشطة المرتبطة بإنهاء تشغيل المفاعلات النووية، خاصة المرتبطة بإنهاء التشغيل بعد إغلاق نهائي مخطط. إن كثيراً من الاشتراطات قابل للتطبيق، كذلك، بالنسبة لإنهاء التشغيل بعد حدث غير عادي نتج عنه تلف جدي في المحطة أو عن تلوث. في هذه الحالة، يمكن أن يستخدم دليل الأمان كأساس لتطوير الاشتراطات الخاصة بإنهاء التشغيل.

8-1 إن الأخطار غير الإشعاعية، كتلك الناتجة عن مصادر النيرون الكامنة أو عن انطلاق مواد كالأسبستوس، قد تنشأ كذلك خلال أنشطة إنهاء التشغيل. ولا يعنى هذا الدليل، على نحو صريح، بهذه الأخطار، إلا أنه من المهم أن توجه لها الاعتبار الواجبة خلال عملية التخطيط وفي تحليل المخاطر.

البنية

9-1 إن القضايا الجوهرية بالنسبة لإنهاء تشغيل محطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث مبنية في الجزء 2. وتناقش عملية انتفاء الخيار المناسب لإنهاء التشغيل في الجزء 3. أما الاعتبارات الخاصة بأطوار التصميم والإنشاء والتشغيل خلال فترة عمر المنشأة، التي تيسر إنهاء التشغيل فترد في الجزء 4. وقد خصص الجزء 5 لتخطيط إنهاء التشغيل ولتقويم الأمان وتوكيد التمويل. أما المهام التي تعتبر حرجة بالنسبة لإنهاء التشغيل، نظراً لتعقيدها و / أو لارتباطها بقضايا الأمان الأساسية، فقد شرحت في الجزء 6. وقد فصلت الإدارة الشاملة لعملية إنهاء التشغيل في الجزء 7. ويناقش الجزء 8 إتمام إنهاء التشغيل ومحتويات التقرير النهائي للإنهاء.

10-1 يوفر الملحق 1 مثالا لمحتويات تقرير المسح الإشعاعي النهائي. أما الملحق 2 فيقدم مثالا للخطة الموثقة ولنظم الإدارة بالنسبة لتطبيق إنهاء التشغيل.

2- قضايا رئيسة لإنهاء التشغيل

عام

1-2 يشير مصطلح إنهاء التشغيل للأفعال الإدارية والفنية المتخذة، للسماح بإزالة بعض أو جميع الضوابط التنظيمية من المرفق النووي (باستثناء المقبرة، التي تخضع، من حيث التعريف، للغلق وليس لإنهاء التشغيل). وتتضمن هذه الأفعال، إزالة التلوث، والتفكيك، وإزالة المواد والنفايات المشعة والمكونات والبنى. وتنفذ هذه الأفعال لإنجاز خفض منتظم ومتعاظم للأخطار الإشعاعية، وتتخذ على أساس التخطيط المسبق والتقويم، لضمان الأمان خلال عمليات إنهاء التشغيل.

2-2 قد تمتد الفترة الزمنية لأنشطة إنهاء التشغيل لمحطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث، عادة، بين سنوات قليلة وحتى عقود قليلة (على سبيل المثال، للسماح بالتفكك الإشعاعي). وبالتالي، قد ينفذ إنهاء التشغيل في عملية مستمرة واحدة تتبع الإغلاق، أو في سلسلة من العمليات المتقطعة زمنياً (أي إنهاء التشغيل المتطور أي على أطوار).

3-2 قد يتضمن إنهاء التشغيل تحريراً متطوراً لأجزاء المنشأة النووية أو للموقع من المراقبة التنظيمية، قبل استكمال عملية إنهاء التشغيل للمنشأة ككل أو للموقع. وفي حالة إنهاء تشغيل جزء من المنشأة، يطبق دليل الأمان هذا على أنشطة إنهاء التشغيل فقط، دون غيرها. ومع ذلك، فإن أمور الأمان الكافية، بالنسبة للتفاعل بين أي من أعمال إنهاء التشغيل وأي من أعمال التشغيل لمنشأة نووية مستمرة يلزم مواجهتها على أساس حالة بحالة.

4-2 بالنسبة للمتطلبات القانونية الوطنية والتنظيمية، يمكن أن تعتبر المنشأة النووية أو أجزاؤها المتبقية المنتهية التشغيل عند تضمينها ضمن مرفق جديد أو موجود، أو حتى إذا كان الموقع الموجود فيه المنشأة مازال خاضعا للتنظيمات أو للمراقبة من سلطة أخرى. ويمكن أن يطبق ذلك، على سبيل المثال، على إنهاء تشغيل مرفق نووي موجود في موقع يتضمن مرافق متعددة.

5-2 هناك عوامل كثيرة يجب مجابتهها لضمان أمان المفاعلات النووية خلال طور التشغيل. وسوف يستمر تطبيق بعض هذه العوامل خلال إنهاء التشغيل، إلا أن إنهاء التشغيل سيولد قضايا تعتبر مختلفة، في بعض الأمور، عن تلك السائدة خلال تشغيل المنشأة. ويلزم أن تؤخذ هذه القضايا في الحسبان بطريقة ملائمة، لضمان الأمان الشامل خلال إنهاء التشغيل.

المسؤوليات

6-2 عند إخراج مفاعل نووي من الخدمة، يمكن أن تنقل المسؤولية عن المنشأة إلى هيئة أخرى، التي تصبح، بدورها، هي الهيئة المشغلة للمنشأة بالنسبة لطور إنهاء التشغيل. وتكون الهيئة المشغلة للمنشأة التي يجري عليها إنهاء التشغيل مسؤولة مسؤولية كاملة عن أمان المنشأة خلال عمليات إنهاء التشغيل. ولكي يكون مثل هذا النقل فعالاً، فإنه ينبغي الاحتفاظ بمجموعة كاملة من السجلات والرسوم الهندسية ونقلها للهيئة المشغلة. ويمكن أن تتضمن أنشطة إنهاء التشغيل هيئات مختلفة متعددة، بما في ذلك المقاولين ومقاولي الباطن الذين قد لا يكونوا ملمين بالمرافق النووية. لذلك فإنه من الأهمية بمكان تحديد المسؤوليات بين الهيئات المختلفة.

7-2 ينبغي على الهيئة المشغلة أن تطور برنامجاً للمعلومات العامة، لتوفير المعلومات حول مشروع إنهاء التشغيل.

الإطار التنظيمي

8-2 ينبغي أن يتضمن الإطار التنظيمي للدولة اشتراطات لإنهاء تشغيل المنشآت النووية، وبصفة خاصة المفاعلات النووية. وينبغي أن توفر السلطة الرقابية الوطنية إرشادات حول المعايير الإشعاعية لإزالة الضوابط التنظيمية على المنشآت والمواقع التي انتهى تشغيلها، وينبغي أن تكفل هذه السلطة وجود نظام كاف لإدارة إزالة الضوابط بشكل ملائم.

9-2 يمكن أن تنفذ بعض الأنشطة الملائمة لإنهاء التشغيل بعد إغلاق المنشأة النووية، في ظل اشتراطات ترخيص مرحلة من طور الترخيص. وقد تتضمن مثل هذه الأنشطة إدارة نفايات التشغيل، وقياسات تعيين مخزون النشاط الإشعاعي، وإزالة الوقود النووي والمواد الأخرى المرتبطة بالتشغيل الأصلي من المرفق النووي، وإنهاء التشغيل التمهيدي.

10-2 في غياب التنظيمات الموجهة لإنهاء التشغيل، ينبغي أن تتخذ أنشطة إنهاء التشغيل على أساس حالة بحالة، في ظل التنظيمات المتوفرة لمنشآت التشغيل. وفي مثل هذه الحالات، ينبغي أن تستشير الهيئة المشغلة الكيان الرقابي حول تطوير وتطبيق خطة إنهاء التشغيل. وفي الخطة، ينبغي أن يطلب من الهيئة المشغلة أن تستعرض كيفية إنجاز الامتثال للتنظيمات.

11-2 يمكن أن تتم المراقبة التنظيمية لإنهاء التشغيل بواسطة ترخيص شامل منفرد، أو بترخيص منفصلة، أو بمراقبة مباشرة من الكيان الرقابي، وفق ما يعتبر من أنسب الأساليب

للظروف المتوفرة. وضمن إطار مجال البنية التنظيمية التحتية، ينبغي على الكيان الرقابي مراجعة واعتماد، حسبما يتلاءم، الخيار المنقّى لإنهاء التشغيل وخطط إنهاء التشغيل، وبرامج توكيد الجودة، والأمور الأخرى المرتبطة بإنهاء تشغيل المفاعل النووي. وفضلا عن ذلك، ينبغي على الهيئة المشغلة أن تقدم تقريرا للكيان الرقابي على أساس زمني مخطط، وفق الشروط الواردة في آلية المراقبة التنظيمية (أي في الترخيص)، حول أية معلومات مرتبطة بالأمان (مثل بيانات الرصد، والمسوحات الإشعاعية). وفي حالة وقوع أحداث غير عادية، ينبغي أن تقدم الهيئة المشغلة تقريرا في الوقت المناسب، حول تلك المعطيات التي تلزم لتقويم الأمان خلال مثل هذه الأحداث.

الأمان

12-2 في جميع أطوار إنهاء التشغيل، ينبغي وقاية العاملين وعموم الجمهور والبيئة من الأخطار الناتجة عن عملية إنهاء التشغيل. وينبغي إجراء تقويم أمان شامل للأخطار المتضمنة خلال إنهاء التشغيل (بما في ذلك تحليل الحوادث، حيثما يلزم) وذلك لتعيين الإجراءات الوقائية، كجزء من نظام الدفاع في العمق، الذي يأخذ في الحسبان خصائص إنهاء التشغيل. وفي بعض الحالات، قد تختلف هذه الإجراءات عن تلك الموجودة خلال تشغيل المنشأة.

13-2 يتضمن إنهاء تشغيل المنشآت النووية، غالبا، في مرحلة مبكرة، كميات معتبرة من المواد المشعة، بما فيها الوقود ونفايات التشغيل. وحتى بعد هذه الخطوة، يكون التلوث الكلي وتنشيط المنشأة كبيرا، وينبغي أن يؤخذ في الحسبان في تقويم الأمان.

14-2 إن تطبيق أنشطة خاصة مثل إزالة التلوث، وقطع وتداول المعدات الكبيرة، والتفكيك الكامل لبعض نظم الأمان الموجودة أو إزالتها، يعتبر مهما كذلك. فهذه الأنشطة تتوفر إمكانية نشوء أخطار جديدة. ولذلك، فإن أحد الأهداف الهامة خلال إنهاء التشغيل هو أن تقوم جوانب الأمان لهذه الأنشطة الخاصة بإنهاء التشغيل، مثل إزالة نظم الأمان الموجودة، تقويما كافيا، وأن تدار بحيث تخفف أية تعرضات كامنة. ويجب أن تؤخذ في الحسبان سلامة الوقود المستهلك، عندما يبقى مخزنا في الموقع في بركة الوقود، وأن يحافظ عليه، وينبغي أن تضمن مقاومة الحريق والإطفاء للموقع بأكمله في خطة إنهاء التشغيل.

التخطيط

15-2 لقد أظهرت الخبرة أنه، طالما تم تخطيط هذه الأفعال وتطبيقها بطريقة ملائمة، فإنه يمكن إنجاز إنهاء تشغيل المفاعلات النووية وإدارة المواد المشعة الناتجة دون مخاطر غير واجبة أو تأثيرات إشعاعية على العاملين والجمهور والبيئة. ويمكن تيسير إنهاء التشغيل بالتخطيط وبالأعمال التحضيرية المتخذة خلال العمر الإجمالي للمنشأة النووية. ويقصد بهذه الأفعال تخفيض تأثيرات الأحداث المهنية والتأثيرات البيئية التي يمكن أن تحدث خلال العمليات النشطة والخاملة، المتخذة أثناء إنهاء التشغيل، للحد الأدنى.

16-2 ينبغي أن يؤخذ إنهاء التشغيل في الحسبان في طوري التصميم والتشغيل. ومع ذلك فإن العديد من محطات القدرة النووية ومفاعلات البحوث تشتغل لسنوات عديدة، وقد يكون إنهاء تشغيلها لم يؤخذ في الحسبان في مرحلة التصميم. وينبغي أن يستوعب التخطيط لإنهاء تشغيل مثل هذه المحطات هذا الأمر، وينبغي أن يبدأ التخطيط مبكرا بقدر الإمكان. ومعظم الإرشادات الواردة في دليل الأمان هذا قابل للتطبيق بالنسبة لهذه الأوضاع.

اعتبارات للوقاية الإشعاعية والبيئية

17-2 يجب أن يوجه الاعتبار للوقاية الإشعاعية لكل من العاملين وعامة الجمهور، ليس فقط خلال سياق إنهاء التشغيل، ولكن كذلك نتيجة لأي إشغال لاحق للموقع الذي تم إنهاء تشغيله. وينبغي أن تؤسس متطلبات الحماية الإشعاعية الوطنية على الالتزام الواجب بمعايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية ضد الإشعاعات المؤينة ولأمان المصادر المشعة [4] (BSS).

18-2 خلال إنهاء تشغيل محطات قدرة نووية أو مفاعلات بحوث قد تصرف إلى البيئة ملوثات مشعة وغير مشعة. وينبغي مراقبة هذه التصريفات بحيث تمتثل للتنظيمات الوطنية الملائمة. وقد تم تطوير إرشادات حول المراقبة التنظيمية لتصريفات التدفقات المشعة للبيئة في المراجع [4، 11، 12].

19-2 هناك إرشادات، حول المعايير الإشعاعية بالنسبة للإخراج من المراقبة التنظيمية للمواد والمعدات والمواقع، يتم الآن تطويرها في نشرات سلاسل معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية.

النفايات

20-2 يتضمن إنهاء تشغيل المفاعلات النووية، بطريقة ثابتة، توليد كميات كبيرة من النفايات المشعة. وفي سياق إنهاء التشغيل سوف تتولد النفايات في أشكال تختلف عن المواد والنفايات من النوع الذي يتم تداوله، ورتينيا، خلال طور تشغيل محطة القدرة النووية أو مفاعل البحوث. وتنفيذا لاعتبارات الأمان، يجب الحفاظ على توليد النفايات المشعة عند الحد الأدنى عمليا، [1] فعلى سبيل المثال، فإن إزالة التلوث الملائم، وتقنيات التفكيك المناسبة، وإعادة استخدام وتدوير المواد يمكن أن يخفض مخزون النفايات.

3- انتقاء خيار إنهاء التشغيل

عام

1-3 إن خيار إنهاء التشغيل النوعي يجب أن يعين، فضلا عن أشياء أخرى، توقيتات وتتابع أنشطة إنهاء التشغيل. ويمكن أن تتفاوت خيارات إنهاء التشغيل من التفكيك الفوري وإزالة جميع المواد المشعة من الموقع، مع السماح بالإطلاقات غير المقيدة، وحتى خيار التخلص في الموقع، بما يتضمنه من تغليف (احتواء في كبسولات) المفاعل وحظر الاقتراب اللاحق.

2-3 هناك خيار بيئي يتكون من حد أدنى من التفكيك المبكر، وتحويل المحطة إلى سياق آمن قبل التفكيك النهائي. وبالمثل، يمكن أن تتضمن الخيارات تفكيك بعض أجزاء المحطة، عادة المناطق التي يسهل الاقتراب إليها من الخارج، بينما توضع الأجزاء الأخرى، وخاصة لب المفاعل، داخل سياج حاو آمن. وتأخذ معظم الخيارات في الحسبان الإزالة الآمنة للوقود ونفايات التشغيل، بشكل مبكر في طور إنهاء التشغيل، حتى يمكن الحصول على تخفيض جوهري للأخطار الموجودة في المرفق.

أُلغِيَ هذا المنشور وحلَّ محلُّه العدد SSG-47.

3-3 إن انتقاء خيار السياج الآمن لفترة معينة من الزمن يعرف باسم التفكيك المؤجل. فإذا كان الخيار المنتقى هو التفكيك المؤجل، فإنه ينبغي الاستمرار في إجراء الدراسات حول الطرائق الملائمة والاقترابات، أثناء الإعداد للتفكيك النهائي.

4-3 ينبغي تنفيذ تقدير لخيارات إنهاء التشغيل المختلفة، وذلك بأخذ مدى عريض من القضايا في الحسبان، مع التشديد بصفة خاصة على التوازن بين متطلبات الأمان والموارد المتاحة، وقت تطبيق إنهاء التشغيل. إن تحاليل التكاليف والمنافع، أو التحاليل من النوع متعدد التوجهات، توفر وسائل منتظمة لمثل هذا التقدير. وينبغي أن تستخدم هذه التحاليل تقديرات واقعية لكل من التكاليف والجرعات الإشعاعية. وينبغي التأكد من أن الخيار المنتقى يستوفى جميع متطلبات الأمان القابلة للتطبيق. إن انتقاء خيار إنهاء التشغيل المؤجل ينبغي أن يتم بتحليل مكونات مثل:

- أ- الامتثال للقوانين والتنظيمات والمعايير، التي ينبغي تطبيقها أثناء إنهاء التشغيل.
- ب- خصائص المنشأة، بما فيها التصميم والتاريخ التشغيلي، وكذلك المخزون من المواد المشعة بعد الإغلاق النهائي وكيفية تغييره مع الزمن.
- ج- تقويم الأمان للمخاطر الإشعاعية وغير الإشعاعية.
- د- الوضع المادي الراهن للمرفق النووي وتطوره مع الزمن، متضمنا وفق ما يقبل التطبيق، تقويم سلامة المباني والبنى والنظم للفترة المتوقعة للتفكيك المؤجل.
- هـ- الترتيبات الكافية لإدارة النفايات، مثل التخزين أو التخلص.
- و- توفر وإتاحة الموارد المالية اللازمة للتطبيق الآمن لخيار إنهاء التشغيل.
- ز- توفر الخبرة البشرية، وخاصة أعضاء من هيئة التشغيل السابقة، وتوفر التقنيات التي ثبتت صلاحيتها، بما في ذلك تقنيات إزالة التلوث والقطع والتفكيك، وكذلك توفر قدرات تشغيل عن بعد.
- ح- الدروس المستفادة من السابق لمشاريع إنهاء تشغيل مشابهة.
- ط- التأثيرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية، بما فيها الاعتبارات الجماهيرية حول أنشطة إنهاء التشغيل المقترحة.
- ي- التطور المتوقع واستخدام المرفق والمناطق المجاورة للموقع.

إن هذه القائمة تشتمل على قضايا عديدة ذات أهمية كبيرة أو صغيرة تبعاً للظروف النوعية لإنهاء التشغيل في كل قطر. ولدعم تطوير الخيارات فإن عدداً من هذه المكونات سوف توسع في فقرات لاحقة.

الأمان

5-3 ينبغي تحديد هوية الأخطار الإشعاعية وغير الإشعاعية، في تقويم رسمي للأمان (بما في ذلك تحليل الحوادث حيثما يلزم)، يؤدي إلى اشتراط تدابير وقائية ملائمة لضمان أمان العاملين وعامة الجمهور ووقاية البيئة، ولضمان أن المعايير الملائمة مستوفاة.

6-3 يمكن أن يتضمن إنهاء التشغيل عمليات قد لا تكون عادية خلال تشغيل المرفق. وقد تزيد أهمية الأخطار غير الإشعاعية بعد إزالة الوقود ونفايات التشغيل. إن مشكلة انقضاء العمر لمكونات المفاعل تصبح هامة، عندما يؤخذ إنهاء التشغيل المؤجل في الاعتبار، وينبغي مواجهة هذه المشكلة في تقويم الأمان.

٧-٣ سوف يساعد تقويم الأمان في تحديد هوية الترتيبات الهندسية والإدارية، التي ينبغي وضعها لضمان أمان عملية إنهاء التشغيل، كما سيساعد التقويم في انتقاء الخيار المعين لإنهاء التشغيل. وقد تتطلب الإجراءات الوقائية أن تتغير النظم المتأسسة بالنسبة لمنشآت التشغيل، إلا أن مدى قبول هذه التغيرات ينبغي أن يبرر بوضوح في تقويم الأمان.

إدارة النفايات

٨-٣ إن تضمين إدارة النفايات ينبغي أن يؤخذ في الحسبان في خيارات إنهاء التشغيل. ويمكن أن تعتمد أحجام ونشاطية وأنواع النفايات المتولدة على التوقيت والتقنيات المنتقاة. وينبغي أن تكون ترتيبات الإدارة الآمنة للنفايات متاحة، بما في ذلك مسالك التخلص والتخزين.

اعتبارات التكاليف

٩-٣ عند أخذ خيارات إنهاء التشغيل في الحسبان، ينبغي تضمين جميع الأنشطة الموصوفة في خطة إنهاء التشغيل في تقدير التكاليف بالنسبة لإنهاء التشغيل. وتتضمن هذه الأنشطة التخطيط والجوانب الهندسية خلال أطوار ما بعد التشغيل، وتطوير التقنية النوعية، وإزالة التلوث والتفكيك، وإجراء المسح النهائي، وإدارة النفايات المشعة بما فيها التخلص. وينبغي أن تؤخذ في الحسبان، كذلك، تكاليف الصيانة، والمراقبة، والحماية المادية للمنشأة النووية، خاصة إذا تأجل أحد أطوار إنهاء التشغيل لفترة ممتدة.

إتاحة الخبرة الموجودة

١٠-٣ عند انتقاء خيار إنهاء التشغيل ينبغي أن تؤخذ في الحسبان إتاحة واستخدام الخبرة النوعية في المحطة، منها على سبيل المثال استبقاء واستغلال الموظفين الملمين بالظروف النوعية للموقع. إن هذه الخبرة يمكن أن تخفض احتمال الأحداث مثل الحوادث الصناعية أو التعرضات الزائدة، وقد تساعد في اختزال المشاكل المرتبطة بفقد المعلومات المشاركة، وبتدريب أو تأهيل أفراد جدد. والنظام الجيد لحفظ السجلات، لهذا الغرض، أمر مهم.

اعتبارات مرتبطة بعموم الجمهور

١١-٣ عند إجراء الانتقاء بين استراتيجيات إنهاء التشغيل المختلفة، ينبغي أن تعطى أهمية خاصة إلى:

- أ- العوامل المحلية بما في ذلك التطور والاستخدام المتوقع للأرض.
- ب- اعتبارات المستخدمين المحليين.
- ج- التأثيرات المرئية وتوجهات الجمهور.

4 - تيسير إنهاء التشغيل

عام

1-4 ينبغي أن تؤخذ المتطلبات، بالنسبة لإنهاء التشغيل، في الحسبان في مرحلة التصميم لمنشأة جديدة لمفاعل، أو بقدر الإمكان، لمنشآت موجودة. وكلما تأخر إدخال اعتبارات عمر المفاعل في تيسير إنهاء التشغيل فإنه قد يصبح إنهاء التشغيل أكثر صعوبة وتكلفة. وقد يعود ذلك إلى النقص في السجلات والمعلومات الكافية، والحاجة لتركيب أو تعديل معدة، والتعقيد المتزايد لأنشطة إنهاء التشغيل، وتكد جرات إشعاعية غير ضرورية، نتيجة جوانب التصميم المتداخلة مع إنهاء التشغيل.

اعتبارات لطور التصميم والإنشاء

2-4 ينبغي أن يتم التوصيف الإشعاعي للخلفية الأساسية لموقع المرفق المقترح وللمرفق ذاته (وفق ما يتطلب الأمر، عادة، بالنسبة للتشغيل). وينبغي أن يتضمن ذلك رصد إشعاعيا ملائما لموقع المرفق المقترح، ولما يحيط به، لتأسيس مستويات قاعدية للإشعاع، لتقويم أية تأثيرات مستقبلية للمفاعل على الموقع. وقد يكون ذلك حرجا بالنسبة للقرارات المستقبلية حول قبول مقترحات إنهاء التشغيل [8]. إن تحديد كميات النشاط الإشعاعي الطبيعي في المواد المستخدمة للبناء قد تتضح فائدته في تعيين مستويات الإزالة والتنظيف المستقبلية في المنشأة، خلال إنهاء التشغيل.

3-4 ينبغي أن تنفذ مراجعة شاملة لملامح التصميم، من وجهة النظر التي تيسر إنهاء التشغيل، وذلك خلال مرحلة تصميم منشأة المفاعل. وعموما، فإن ملامح التصميم التي تدعم الصيانة والتفتيش خلال عمر تشغيل المفاعل سوف تدعم، كذلك، إنهاء التشغيل. وينبغي أن تتضمن العوامل النوعية ما يلي:

أ. انتقاء المواد بعناية لتحقيق الآتي:

- خفض التنشيط الإشعاعي.
- تقليل انتشار نواتج التآكل المنشطة للحد الأدنى.
- ضمان أن الأسطح يسهل إزالة تلوثها.
- خفض استخدام المواد ذات المخاطر الكامنة للحد الأدنى (مثل الزيوت، والمواد الملتهبة، والمواد الخطرة كيميائيا والعوازل المصنوعة من الألياف).

ب) اختيار أفضل الظروف لتصميم المحطة، والمواقع المتبادلة، ولطرق الاقتراب بحيث تيسر:

- تحريك المكونات كبيرة الحجم.
- سهولة فصل وإزالة المكونات المنشطة تنشيطا إشعاعيا كبيرا عن بعد.
- التركيبات المستقبلية لمعدات إزالة التلوث وتداول النفايات.

أُلغِي هذا المنشور وحلَّ محلُّه العدد SSG-47.

- إزالة تلوث أو تحريك المكونات المظمورة مثل الأنابيب ومصببات الصرف.
- مراقبة المواد المشعة داخل المنشأة.

إن تضمين ملامح التصميم لدعم إنهاء التشغيل سوف يدعم باستخدام نماذج معيارية مناسبة أو نماذج حاسوبية.

4-4 ينبغي الاحتفاظ بالتفاصيل الكاملة لمواصفات التصميم وبالمعلومات الملزمة للموقع، وبالتصميم النهائي والبيانات الإنشائية لمنشأة المفاعل، وذلك كجزء من المعلومات اللازمة للمساعدة في إنهاء التشغيل. وينبغي أن تحدد هوية المعلومات الجوهرية اللازمة لأغراض إنهاء التشغيل عند نهاية العمر التشغيلي للمفاعل. وينبغي أن تجمع هذه المعلومات وأن تحفظ وتراجع خلال العمر التشغيلي للمفاعل. وينبغي أن تبين الآلية لعمل ذلك بوضوح، كأحد مهام الهيئة المشغلة والكيان الرقابي. ويمكن أن تتضمن مثل هذه المعلومات الرسوم الهندسية وفقاً للتتفيذ، والنماذج والصور الفوتوغرافية، وتتابع الإنشاء، وتوصيلات الأنابيب، وتفاصيل البناء، ومسالك الكوابل، والإصلاحات والانحرافات التي سمح بها للمكونات والبنى، وأوضاع قضبان التقوية.

اعتبارات خلال تشغيل المفاعل

5-4 ينبغي الاحتفاظ بسجلات مناسبة ودقيقة لطور تشغيل المنشأة، لتيسير إنهاء التشغيل الناجح. فإذا لم تكن هذه السجلات قد نفذت وحفظت أو لا تتفد ولا تحفظ، فإنه ينبغي البدء في فتحها وحفظها بأسرع ما يمكن. وينبغي أن تهيأ هذه السجلات بحيث تكون السجلات الملزمة لإنهاء التشغيل محددة الهوية (مثلاً تقديرات مخزون النشاط الإشعاعي ينبغي أن يتم تسجيلها وتجديدها بسهولة). وفضلاً عن الرسوم الهندسية والمخططات، ينبغي حفظ سجلات الصور الفوتوغرافية لأطوار البناء والتشغيل طوال عمر المفاعل. وينبغي أن تتضمن هذه السجلات الآتي:

(أ) تفاصيل التاريخ التشغيلي للمفاعل بما في ذلك سجلات حول:

- أعطال الوقود، ومحاسبة الوقود.
- الأحداث التي أدت إلى انسكاب أو انطلاق غير متعمد للمواد المشعة.
- بيانات المسح الإشعاعي ومسح التلوث، خاصة بالنسبة لمناطق المحطة التي نادراً ما يتم الوصول إليها أو التي يصعب الوصول إليها.
- الإطلاقات التي يمكن أن تؤثر على المياه الجوفية.
- مخزون النشاط الإشعاعي.
- النفايات ومواقعها.

ب- تفاصيل التعديلات على المحطة وخبرة الصيانة بما في ذلك سجلات حول:

- الرسوم الهندسية المحددة وفقاً للتتفيذ، والصور الفوتوغرافية، متضمنة تفاصيل المواد المستخدمة.
- أنشطة الإصلاح أو الصيانة الخاصة والتقنيات المستخدمة (مثل ترتيبات التدريع المؤقت الفعال، أو تقنيات تحريك المكونات الكبيرة).
- تفاصيل التصميم، وتركيب المواد، وتاريخ وموقع جميع التجارب المؤقتة والأجهزة.

4-6 خلال التشغيل، ينبغي أن يوجه الاعتبار لخفض امتداد تلوث البنى والأسطح، وفصل الفئات المختلفة للنفايات، ولتلافي وقوع الانسكاب أو التسرب وتنظيفه فوراً [4، 9، 13، 19]. وينبغي أن يتضمن ذلك صيانة الأغشية الواقية واحتواء المواد الملوثة.

4-7 قد يساعد التشجيع التجريبي لعينات من مواد منتقاة مستخدمة في بناء المنشأة في مقارنة مستويات التنشيط المقيسة مع المحسوبة لتقدير المخزون النهائي من المواد المشعة.

5 - تخطيط وتقويم الأمان لإنهاء التشغيل

عام

5-1 يعتمد إنهاء التشغيل الناجح على التخطيط الدقيق والمنظم. وينبغي إعداد خطة إنهاء التشغيل لكل مفاعل. وقد يختلف مدى مثل هذه الخطط ومحتوياتها ودرجة التفاصيل المطلوبة، تبعاً لتعقيدات المنشأة النووية ولأخطارها الكامنة، وينبغي أن ينسجم هذا المدى مع التنظيمات الوطنية.

5-2 ينبغي أن تخطط الهيئة المشغلة للموارد المالية الكافية لضمان إنهاء تشغيل المفاعل النووي. وعلى الأخص، فإنه في حالة إنهاء التشغيل المؤجل، التي قد تطول فيها فترات الاحتواء الأمان، ينبغي مراجعة المتطلبات المالية دورياً، وتكييفها وفقاً لما يلزم بما يسمح لتعويض التضخم والعوامل الأخرى، مثل التقدم التقني وتكاليف النفايات والتغيرات القانونية. وقد تقع المسؤولية، بالنسبة لهذه المراجعة، على الهيئة المشغلة والكيان الرقابي والأطراف الأخرى، تبعاً للإطار القانوني الوطني.

5-3 ينبغي أن يشكل تقويم الأمان جزءاً مكملًا لخطة إنهاء التشغيل. والهيئة المشغلة مسؤولة عن إعداد تقويم الأمان، وتقديمه للمراجعة بواسطة الكيان الرقابي. وينبغي أن يتناسب تقويم الأمان مع تعقيدات المنشأة وأخطارها الكامنة، وفي حالة إنهاء التشغيل المؤجل ينبغي أن يأخذ تقويم الأمان في الحسبان أمان المنشأة، خلال الفترة الممتدة حتى التفكيك النهائي.

5-4 يوجد ثلاث مراحل متصورة للتخطيط هي، الابتدائي والجاري والنهائي. وبالنسبة لمفاعل معين فإن درجة التفاصيل سوف تتزايد بالانتقال من التخطيط الابتدائي إلى التخطيط النهائي لإنهاء التشغيل. وسوف تنتج عملية التخطيط هذه وضع خطة إنهاء التشغيل وفق الموصوف أدناه.

5-5 إن سجلات الموقع، والتصميم، والإنشاء، والتشغيل، والإغلاق جوهرية بالنسبة لتخطيط إنهاء التشغيل. وعلى الرغم من أن مثل هذه السجلات قد لا يلزم تضمينها في خطة إنهاء التشغيل ذاتها، إلا أن عملية التخطيط الابتدائي والجاري والنهائي ينبغي أن تستغل السجلات وثيقة الصلة بالموضوع، لتحقيق الأمان والكفاءة الفضلى في إنهاء التشغيل.

التخطيط الابتدائي

5-6 ينبغي أن تعد الخطة الابتدائية لإنهاء التشغيل وأن تقدم بواسطة الهيئة المشغلة لدعم طلب الترخيص لإنشاء مفاعل جديد. وعلى الرغم من أن مستوى التفصيل في الخطة الابتدائية سوف

يكون، بالضرورة، منخفضاً بالمقارنة بالخطة النهائية لإنهاء التشغيل، فإن كثيراً من الجوانب الواردة في الفقرة (5 - 11) ينبغي أن تؤخذ في الحسبان، بأسلوب أساسي. وقد تكفي دراسة عامة تستعرض جدوى ومقولة إنهاء التشغيل بالنسبة لهذه الخطة، خاصة في المنشآت المعيارية. وتبعا للتعليمات المطبقة، ينبغي أن تواجه الخطة التكاليف ووسائل تمويل إنهاء التشغيل.

العمل

7-5 في الحالات حيثما لا يوجد لدى المحطة المشغلة خطة أولية لإنهاء التشغيل ينبغي إعداد خطة إنهاء تشغيل، تعكس الموقف التشغيلي للمنشأة دون أي تأخير.

التخطيط الجاري

8-5 خلال تشغيل مفاعل، ينبغي مراجعة خطة إنهاء التشغيل، وتحديثها، وجعلها أكثر شمولية بالنسبة للتطورات التقنية لإنهاء التشغيل، وبالنسبة للأحداث التي تكون قد وقعت بالفعل، بما في ذلك الأحداث غير العادية، وبالنسبة للتعديلات في التنظيمات وفي سياسة الحكومة، وحيثما يقبل التطبيق، بالنسبة لتقديرات التكاليف ومتطلبات التمويل. وينبغي أن تقوم خطة إنهاء التشغيل من واقع اعتبارات الأمان، القائمة على خبرة التشغيل وعلى معلومات تعكس التقنية المطورة، وينبغي أن تتعكس جميع النظم الهامة والتغييرات البنيوية خلال تشغيل المحطة في عملية التخطيط الجاري لإنهاء التشغيل.

التخطيط النهائي

9-5 عندما يكون وقت الإغلاق النهائي للمفاعل النووي معروفاً، ينبغي أن تبدأ الهيئة المشغلة دراسات مفصلة وأن تنهي مشروعاً لإنهاء التشغيل. ولا يتبع ذلك، ينبغي على الهيئة المشغلة أن تقدم طلباً، يحتوي على خطة إنهاء التشغيل النهائية، للمراجعة واعتمادها من الكيان الرقابي. وقد تتطلب خطة إنهاء التشغيل تعديلات أو تدقيقات إضافية عندما يبدأ إنهاء التشغيل، وقد يتطلب ذلك اعتماد إضافي من الكيان الرقابي.

10-5 إذا أدى خيار إنهاء التشغيل المنتقى إلى إنهاء التشغيل المتطور، مع وجود فترات زمنية طويلة بين الأطوار، فإنه قد يلزم مستوى أعلى من التفاصيل للبنود المحددة في الفقرة (5-11) بالنسبة لتنفيذ الطور التالي. ونتيجة لتنفيذ طور معين من أطوار إنهاء التشغيل فإنه قد يلزم بعض التعديل، بالنسبة للتخطيط للأطوار اللاحقة. وفي مثل هذه الحالات، فإنه قد تتطلب الأجزاء اللاحقة من خطة إنهاء التشغيل تحديثاً ومراجعة.

11-5 ينبغي أن تؤخذ الخبرة السابقة لإنهاء التشغيل في الحسبان، بطريقة مناسبة، كمبدأ عام. وينبغي أن تجدد البنود الواردة في القائمة التالية التي يجب أن تؤخذ في الحسبان في الخطة النهائية لإنهاء التشغيل، حيثما تسمح خبرات إنهاء التشغيل السابقة:

- أ. وصف المفاعل النووي وموقعه والمناطق المجاورة له التي يمكن أن تؤثر أو تتأثر بإنهاء التشغيل.
- ب. تاريخ حياة المفاعل النووي، وأسباب إخراجه من الخدمة، والاستخدام المخطط للمرفق النووي والموقع خلال إنهاء التشغيل وبعده.

أُلغِيَ هذا المنشور وحلَّ محله العدد SSG-47.

- ج- وصف للإطار القانوني والتنظيمي الذي سيتم في إطاره تنفيذ إنهاء التشغيل.
- د- المتطلبات الصريحة للمعايير الإشعاعية المناسبة لإرشاد إنهاء التشغيل.
- هـ- وصف أنشطة إنهاء التشغيل المقترحة متضمنة الجدول الزمني.
- و- عرض أسباب خيار إنهاء التشغيل المؤجل، إذا وقع عليه الاختيار.
- ز- تقويمات الأمان، وتقويمات التأثيرات البيئية، متضمنة الأخطار الإشعاعية وغير الإشعاعية للعاملين وللجمهور والبيئة. وسوف يتضمن ذلك وصف نهج وطرائق الوقاية الإشعاعية المقترحة التي سيتم استخدامها خلال إنهاء التشغيل.
- ح- وصف برنامج الرصد البيئي المقترح الذي سيتم تطبيقه خلال إنهاء التشغيل.
- ط- وصف الخبرات، ومصادر التمويل، والمسؤوليات وبنية الهيئة القائمة بإنهاء التشغيل، متضمنة التأهيل الفني وخبرات ومهارات الأعضاء.
- ى- تقويم إتاحة الخدمات الخاصة، كالهندسية وتقنيات إنهاء التشغيل المطلوبة، متضمنة أية تقنيات لإزالة التلوث والتفكيك والقطع، وكذلك المعدات التي يتم تشغيلها عن بعد، اللازمة لإنهاء التشغيل بأمان.
- ك- وصف برنامج تأكيد الجودة.
- ل- تقويم كميات ونوع وموقع النفايات المنكوثة والمواد الخطرة غير المشعة، في منشأة المفاعل النووي، بما في ذلك طرائق الحساب والقياسات المستخدمة لتحديد مخزون كل منها.
- م- وصف ممارسات إدارة النفايات بما في ذلك بنود مثل:

- تحديد هوية وتوصيف المصادر، وأنواع وأحجام النفايات.
 - معايير فصل المواد.
 - المعالجة المقترحة، وتهيئة النقل، وطرائق التخزين والتخلص.
 - إمكانية إعادة استخدام وتدوير المواد والمعايير المرتبطة بها.
 - التصريفات المتوقعة للمواد المشعة والمواد غير المشعة الخطرة للبيئة.
- ن- وصف الاعتبارات الفنية والإدارية الأخرى الهامة واجبة التطبيق مثل الضمانات وترتيبات التأمين المادي، وتفاصيل الجاهزية للطوارئ.
- س- وصف برنامج الرصد والمعدات والطرائق التي ستستخدم للتحقق من أن الموقع سوف يستوفي معايير الإطلاق.
- ع- تفاصيل التكاليف المقدرة لإنهاء التشغيل بما في ذلك إدارة النفايات، وموارد التمويل اللازم لتنفيذ العمل.
- ص- متطلبات تنفيذ مسح إشعاعي تأكيد نهائي في نهاية إنهاء التشغيل.

12-5 يمكن أن ينفذ إنهاء التشغيل ضمن سلسلة عمليات منفصلة عن بعضها بفترة زمنية واحدة أو أكثر (أي إنهاء التشغيل المتطور). وقد يشمل بعض من هذه الفترات الزمنية (أي أطوار إنهاء التشغيل) على الاحتواء الآمن والخامل. وفي هذه الحالات من الأطوار المتعددة لإنهاء التشغيل، ينبغي أن تقدم الهيئة المشغلة للكيان الرقابي وصفا لكل من:

- أ- برنامج المراقبة والصيانة المقترح للمباني والبنى ولنظم التشغيل المرتبطة بالأمان.
- ب- النظم الموجودة أو الجديدة أو البرامج الضرورية لصيانة المنشأة تحت مراقبة ملائمة كالحواجز الهندسية، والتهوية، والصرف والرصد البيئي ورصد الأمان.
- ج- النظم التي ستركب أو ستستبدل لتنفيذ إنهاء التشغيل المؤجل.

د- التردد المقترح الذي سيتم بموجبه مراجعة البنود المذكورة عاليه.
هـ عدد الأعضاء اللازمين وتأهيلهم، خلال كل مرحلة من المراحل.

13-5 في حالة إغلاق المنشأة دون خطة لإنهاء التشغيل، فإنه ينبغي على الفور إعداد مثل هذه الخطة.

تقويم الأمان لإنهاء تشغيل مفاعل نووي

14-5 في جميع أطوار إنهاء التشغيل، ينبغي وقاية العاملين والجمهور والبيئة من الأخطار المتضمنة في عمليات إنهاء التشغيل. وينبغي تحديد هوية الأخطار الإشعاعية وغير الإشعاعية المتضمنة في أنشطة إنهاء التشغيل المقترحة في تقويم أمان رسمي، يؤدي إلى تعيين الإجراءات الوقائية لضمان أمان العاملين والجمهور والبيئة، أي لاستيفاء المعايير المعنية. وقد تتطلب الإجراءات الوقائية تغيير نظم الأمان المؤسسة لمنشآت التشغيل، إلا أن قبولية مثل هذا التغيير يجب أن تكون مبررة بوضوح في تقويم الأمان.

مخزون المواد المشعة

15-5 إن إزالة الوقود والمعالجة المبكرة لنفايات التشغيل تؤخذ، عادة، في الحسبان خلال نهاية طور التشغيل، أو عند مرحلة مبكرة في عملية إنهاء التشغيل. ويخفض ذلك مخزون المواد المشعة تخفيضاً كبيراً. فالنشاط الإشعاعي المتبقي يرتبط، عادة، وعلى سبيل المثال، بنواتج التنشيط من تشغيل المفاعل، ومعدات التشعيع أو التلوث الناتج عن دارات التبريد الابتدائي و/أو الثانوي، ومسالك الوقود وبركة التبريد. وتتطلب معدات التشعيع عناية خاصة خلال عملية التخطيط بسبب الصعوبة في إزالتها والتخلص منها.

16-5 في حالة عدم إزالة الوقود كجزء من التشغيل، أو في توقيت مبكر بالنسبة لعملية إنهاء التشغيل، ينبغي أن يأخذ تقويم الأمان في الحسبان تضمين هذا المخزون الكبير من المواد المشعة بالنسبة لأمان أنشطة إنهاء التشغيل. وعندما تتم إزالة الوقود المستهلك، وكذلك نفايات التشغيل فإنه من الأهمية، كذلك، تحديد وتقدير كميات النويدات المشعة الناتجة والموجودة وأشكالها الفيزيائية والكيميائية. ويجب أن توجه عناية خاصة لاحتمال التلوث نتيجة لتكون وانطلاق الغبار ورذاذ السوائل المشعة، ولتولد كميات كبيرة من النفايات خلال أعمال إنهاء التشغيل.

الوقاية الإشعاعية

17-5 ينبغي أن ينفذ إنهاء التشغيل مع الامتثال للمتطلبات الوطنية المعنية بالوقاية الإشعاعية وللمتطلبات الأخرى للأمان والوقاية البيئية.

التفكيك المؤجل

18-5 ينبغي أن يؤخذ في الحسبان الأعمار النصفية للنويدات المشعة الموجودة بكميات ملحوظة، عند تعيين طول المدة الزمنية التي يمكن تأجيل الأنشطة المختلفة لإنهاء التشغيل بالنسبة لها، بحيث يتم تنفيذ المعايير الإشعاعية الملائمة. وقد تكون هناك منافع تكتسب من التفكيك المؤجل للمفاعلات النووية بوجود فترة للاحتواء الأمان. فتأجيل التفكيك والهدم قد يخفض كميات النفايات

المشعة المنتجة ويخفض التعرض الإشعاعي للأفراد في الموقع. وفضلا عن ذلك، فإن هذا التأخير في التفكيك قد يسمح بتطويرات تقنية في المستقبل يمكن تضمينها في العملية عند استئناف أنشطة إنهاء التشغيل. إلا أن هذا الخيار يمكن أن يؤدي إلى فقد العاملين المدربين ذوي المعرفة.

19-5 قد تكون هناك عيوب إضافية في تأخير التفكيك والهدم، إذا كان التفكيك المؤجل قد أجل لفترة زمنية طويلة، وينبغي توجيه العناية الواجبة إلى التدهور والتلف التدريجي في البنى والنظم والمكونات المصممة للعمل كحواجز بين النويدات المشعة المخزونة والبيئة. إن هذا التدهور التدريجي قد يحدث، كذلك، في نظم قد تكون ضرورية خلال تفكيك المحطة. وينبغي أن يأخذ تقويم الأمان في الحسبان متطلبات الصيانة والاختبارات وإعادة التأهيل والإحلال بالنسبة لهذه النظم (نظم التداول الميكانيكي، ونظم التهوية، ونظم التغذية بالجهد الكهربائي، ونظم تداول النفايات)، وينبغي تقويم تضمين التدهور التدريجي بالنسبة للأمان. ولتطبيق احتواء آمن قد يلزم تركيب نظم وبنى جديد أو تعديل النظم والبنى الموجودة. وينبغي تقويم متانة هذه النظم والبنى الجديدة طوال الفترة الممتدة الطويلة للاحتواء الآمن (التفكيك المؤجل). وقد يؤدي التأخير في إنهاء التشغيل، كذلك، إلى زيادة المسؤوليات تجاه الغير نتيجة للتعرضات المحتملة أو لانطلاق وهجرة النويدات المشعة المتبقية.

20-5 عند اعتماد التفكيك المؤجل ينبغي مراجعة وثائق الأمان وخطط إنهاء التشغيل لضمان أنها تمثل الظروف الجارية للمنشأة.

الأمان غير الإشعاعي

21-5 قد يحدد تقويم الأمان هوية عدد من الأخطار غير الإشعاعية الهامة، خلال طور إنهاء التشغيل، التي لا تؤخذ في الحسبان خلال طور تشغيل المفاعل. ويتضمن هذا، على سبيل المثال، المواد الخطرة التي يمكن أن تستخدم خلال أنشطة إزالة التلوث والتفكيك والهدم، ورفع وتداول الأحمال الثقيلة. ومعظم هذه الأخطار غير الإشعاعية سوف تغطي بواسطة التنظيمات، إلا أن ثقافة الأمان الجيدة سوف تساعد على ضمان أن مثل هذه المهام تنفذ بأمان.

النتائج العامة لتقويم الأمان

22-5 ينبغي أن يحدد تقويم الأمان هوية الأنشطة اللازمة لضمان أمان متواصل خلال جميع أطوار إنهاء التشغيل. وقد تكون مثل هذه الأفعال هي إجراءات وقائية هندسية أو ترتيبات إدارية توفر الدفاع اللازم في العمق، وفقا لما ورد في [20]. وهذا الدفاع في العمق أمر جوهري، على سبيل المثال، عندما تتخذ الأعمال لاقتحام الاحتواء أو خلال التفكيك المؤجل (الاحتواء الآمن). وسوف تختلف عناصر الدفاع في العمق وتتغير مع التقدم في إنهاء تشغيل المنشأة.

توكيد التمويل لإنهاء التشغيل

23-5 ينبغي أن تعكس تكاليف إنهاء التشغيل جميع الأنشطة الموصوفة في خطة إنهاء التشغيل، على سبيل المثال، التخطيط والهندسة خلال أطوار ما بعد التشغيل، وتطوير تقنية معينة، وإزالة التلوث والتفكيك، وإجراء مسح نهائي، وإدارة النفايات المشعة. وينبغي أن تؤخذ في الحسبان تكاليف الصيانة وتأهيل الأفراد والمراقبة والتأمين المادي لمنشأة المفاعل، خاصة إذا كان أي من أطوار إنهاء التشغيل مؤجل لفترة ممتدة من الزمن.

24-5 لتوفير الثقة اللازمة في أن الموارد ستكون متاحة للحفاظ على الوقاية الإشعاعية والبيئية خلال إنهاء التشغيل، فإنه ينبغي تأسيس متطلبات تعيين الموارد مبكراً عند التخطيط لتصميم محطة القدرة النووية. ووفقاً للإطار القانوني، ينبغي أن تؤسس مثل هذه الآلية قبل التشغيل لتأمين التمويل اللازم لإنهاء التشغيل. وينبغي أن تكون الآلية متينة بشكل كافٍ لتحقيق احتياجات إنهاء التشغيل في حالة الإغلاق المبتر (أي قبل الأوان) لمنشأة المفاعل. وبغض النظر عن نوع آليات التمويل المستخدمة، ينبغي أن تكون متطلبات إنهاء التشغيل المبتر موجودة عند الحاجة إليها.

25-5 بالنسبة لمنشآت المفاعلات الموجودة التي لا يوجد لها آلية توكيد تمويلي لإنهاء التشغيل، فإنه ينبغي تأسيس هذه الآلية دون تأخير.

6 - مهام حرجة لإنهاء التشغيل

التوصيف الابتدائي للمرفق

1-6 إن مسح الأخطار الإشعاعية وغير الإشعاعية هو مدخل هام لتقويم الأمان ولتطبيق اقتراب آمن خلال العمل، وينبغي أن يجري لتحديد هوية مخزون وأوضاع المواد المشعة والمواد الخطرة الأخرى. وعند التخطيط للمسوحات وتطبيقها، ينبغي استخدام السجلات الموجودة وخبرة التشغيل. وينبغي أن يعد تقرير توصيف، يوثق المعلومات والبيانات المتحصل عليها خلال عملية التوصيف. وينبغي أن يحتفظ بالتقرير كجزء من السجلات الرسمية للمنشأة.

2-6 ينبغي إجراء عدد كافٍ من المسوحات الإشعاعية ومسوحات التلوث لتعيين النويدات المشعة، والقيم القصوى والمتوسطة لمعدلات الجرعة ومستويات التلوث للأسطح الداخلية والخارجية للبنى والمكونات خلال منشأة المفاعل، ولغرض الاستكمال، فإن التلوث في المكونات المدرعة وذاتية التدريع، مثل التلوث داخل الأنابيب، ينبغي أن يوصف. وسوف تعين نتائج مثل هذه المسوحات في إعداد الخرائط الإشعاعية وخرائط التلوث. وبالإضافة لذلك، قد يتطلب الأمر مسوحات خاصة لتعيين عمق الاختراق وامتداد التلوث، للمعونة فيا انتقاء النهج والأساليب الملائمة لإزالة التلوث والتفكيك. وبالنسبة للمكونات المنشطة، ينبغي استخدام الحسابات مع أخذ العينات المنتقاة للتحقق.

3-6 ينبغي إجراء جرد للمخزون من جميع الكيماويات الخطرة الموجودة في المرفق. وتتطلب المواد الخطرة، كالأسيستوس، اعتبارات خاصة لمنع الضرر على صحة البشر. وقد تمثل المواد مثل الزيوت الموجودة في المفاعلات النووية، عموماً، أو بقايا الصوديوم الموجودة في المفاعلات الولودة السريعة مخاطر جوهريّة كالحريق أو الانفجار، ويجب التعامل معها بالأسلوب الملائم.

إزالة الوقود

4-6 إن إزالة الوقود المستهلك من منشأة المفاعل عند نهاية عمره التشغيلي ينبغي، تفضيلاً، أن تنفذ كجزء من التشغيل أو كأحد الأنشطة الابتدائية لإنهاء التشغيل. إن إزالة هذا الوقود في الوقت المناسب من المنشأة منافع، وسوف تيسر الإزالة متطلبات الرصد والمراقبة. ويختلف زمن

إزالة الوقود اختلافاً بيناً، ويعتمد على نوع حجم المفاعل، وظروف الوقود، وكذلك على القيود الخاصة بنقله وإدارته خارج الموقع. ويمكن إجراء الأنشطة الأخرى المرتبطة بإنهاء التشغيل بالترامن مع إزالة الوقود، إلا أنه ينبغي تقدير التداخلات المحتملة.

5-6 يفضل أن تكون النهج والأساليب المستخدمة لإزالة وتخزين وشحن الوقود هي نفس تلك الأساليب المستخدمة خلال التشغيل العادي. وفي حالة المفاعلات حيثما لا يتم إزالة كل الوقود، روتينياً، من اللب خلال الصيانة أو إعادة تحميله بالوقود، فإنه ينبغي استخدام التشكيلات المقومة لللب المحمل بالوقود جزئياً دون غيرها، وذلك لتلافي حرج الأوضاع الهندسية غير العادية، ولضمان التبريد الكافي لعناصر الوقود. وحيثما يبقى الوقود في منشأة المفاعل، فإنه يجب أن يخزن بطريقة تحقق التحكم في أية مخاطر على الجمهور وعلى أفراد الموقع.

6-6 حيثما تستخدم مرافق التخزين المؤقت في الموقع لتخزين الوقود المستهلك، ينبغي توجيه العناية للتدخل المحتمل مع أنشطة إنهاء التشغيل المستقبلية في منشأة المفاعل.

7-6 في بعض المفاعلات قد يوجد مخزون من الوقود الجديد عند وقت الإغلاق النهائي. وعادة، ينبغي شحن الوقود الجديد للاستخدام في مفاعلات شغالة مماثلة. فإذا لم يكن مثل هذا الخيار متاحاً فإنه ينبغي عمل ترتيبات أخرى لإدارته إدارة آمنة.

8-6 ينبغي أن تتخذ ترتيبات ملائمة لتوكيد الجودة أو للاختبارات، لضمان أن كل الوقود قد أزيل من المفاعل. وبالنسبة للمفاعلات التي لا يمكن ضمان الإزالة الكاملة للوقود بالنسبة لها، فإنه يجب تبيان تواصل الأمان لأي فترة تخزين مؤقتة وأنشطة إنهاء التشغيل اللاحقة.

صيانة الاحتواء وتعديله

9-6 الاحتواء هو عنصر هام من عناصر الدفاع في العمق لمنع انتقال النويدات المشعة المتبقية.

10-6 ينبغي أن توجه العناية للحفاظ على نظم الاحتواء للمدة اللازمة والمتوقعة. ومع ذلك قد يتطلب الاحتواء تغييرات خلال إنهاء التشغيل عند إزالة المواد المشعة (الوقود المستهلك ونفايات التشغيل) من المنشأة، أو عند تعديل المنشأة، على سبيل المثال، لزيادة سهولة الوصول. وعند إزالة الحواجز والأجزاء المرتبطة بالاحتواء أو عند تغييرها في سياق التفكيك، فإنه ينبغي تخطيط وتأكيد حصر مقبول للمواد المشعة المتبقية بواسطة الهيئة المشغلة. وبالمثل ينبغي تخطيط وتأكيد حصر كاف للمواد المشعة عند تنفيذ عمليات القطع والتفكيك التي قد تؤدي إلى تلوث الهواء.

11-6 في حالة التفكيك المؤجل، فإنه قد تستمر النظم والبنى في الأداء لفترة زمنية أطول من عمر التصميم المقبول. وهذا أمر هام بالنسبة لعناصر الحصر النشط. وينبغي أن توجه العناية لضمان تنفيذ صيانة ملائمة ولتقويم سلامة وكفاءة هذه العناصر بانتظام. وقد تطبق اعتبارات مماثلة على الأخطار غير الإشعاعية التي قد تظهر في المنشأة، بما فيها تلك الناتجة عن المواد السامة، والسوائل أو الأبخرة الملتصبة، والغازات الثقيلة أو الأسبستوس.

إزالة التلوث

12-6 يغطي مصطلح إزالة التلوث المدى العريض من الأنشطة الموجهة لإزالة أو خفض التلوث المشع في أو على المواد والبنى والمعدات في المرفق النووي. وقد يكون إنهاء تشغيل المفاعل مدعوماً، عند مراحل معينة، بإزالة التلوث الجزئي أو الكلي. وقد تطبق إزالة التلوث على الأسطح الداخلية أو الخارجية للمكونات والنظم والأسطح البنيوية والأدوات المستخدمة في إنهاء التشغيل. ويمكن إجراء عملية إزالة التلوث المشاركة مع إنهاء التشغيل قبل أو خلال أو بعد التفكيك.

13-6 تتضمن أهداف إزالة التلوث الآتي:

- أ- خفض التعرضات خلال أنشطة إزالة التلوث.
- ب- خفض حجم فئات المواد التي تصنف كمواضع مشعة أو تخضع لأساليب التخلص من النفايات المشعة إلى الحد الأدنى.
- ج- زيادة إمكانية إعادة الاستخدام والتدوير للمعدات والمواد.

14-6 تم تطوير عدد من تقنيات إزالة التلوث، مما يمكن تطبيقه على إنهاء التشغيل. وينبغي تشجيع التبادل الدولي للمعلومات. وعند الضرورة، ينبغي استعراض التقنيات المبتكرة في محاولات مقلدة وباستخدام محاكاة أخرى. وينبغي أن تخضع صلاحية هذه التقنيات لمشروع إنهاء تشغيل معين، لتقويم شامل، وذلك قبل اختيارها.

15-6 قبل اتخاذ أية استراتيجية لإزالة التلوث أو قبل اختيار تقنية للإزالة، ينبغي تنفيذ تقدير لفعاليتها، لضمان أن التعرضات بقيت عند أقل حد يعقل إنجازها. وينبغي أن يتضمن هذا التقدير الآتي:

- أ- المستوى المنشود (الهدف) لإزالة التلوث.
- ب- الجرعات المقدرة للعاملين.
- ج- الاعتبارات المحتملة لتولد الرذاذ.
- د- اعتبارات حول احتمالات أن تتجزئ التقنيات المتاحة المستوى المنشود على مكونات معينة.
- هـ- إمكانية تبيان أن الهدف المنشود قد تحقق بالقياس.
- و- إتاحة المرافق اللازمة لإزالة التلوث وإنهاء تشغيلها.
- ز- تكاليف التطبيق بالمقارنة بالمنافع المتوقعة (أي تكاليف إزالة التلوث بالمقارنة بتكاليف إزالة المادة أو المكون الأصلي).
- ط- اعتبارات توافق هذه النفايات مع نظم المعالجة والتهينة والتخزين والتخلص الموجودة.
- ى- أية تأثيرات محتملة لإزالة التلوث، ضارة بالصحة أو بسلامة المعدات والنظم.
- ك- أية عواقب محتملة داخل الموقع أو خارجة ناتجة عن أنشطة إزالة التلوث.
- ل- الأخطار غير الإشعاعية (أي سمية المذيبات المستخدمة).

التفكيك

16-6 توجد تقنيات متعددة متاحة للتفكيك تطبق على إنهاء تشغيل المفاعل. وكل تقنية منها تتضمن بعض المزايا وكذلك بعض العيوب بالنسبة للتقنيات الأخرى. على سبيل المثال، عندما يكون التفكيك عن بعد ضرورياً، بسبب المجالات الإشعاعية العالية، فإن طرائق القطع الحراري تسمح باستخدام آليات بسيطة نسبياً. ومع ذلك فإن هذه الطريقة تولد كميات كبيرة من الرذاذ المشع الذي يتطلب توفر نظم تهوية محلية وترشيح، ويؤدي ذلك إلى تولد نفايات ثانوية.

17-6 على العكس، فإن طرائق القطع الميكانيكي تحتاج آليات متينة ومتطورة، إلا أن هذه الطرائق تؤدي، عادة، إلى إنتاج كميات أقل من النفايات الثانوية. وتتميز طرائق القطع تحت الماء بمزية الوقاية الإشعاعية المعززة، بسبب انخفاض تولد الرذاذ والتأثير التدريجي للماء. ومع ذلك، فإن هذه الطرائق تتطلب أدوات خاصة وآليات تحكم يمكنها أن تعمل بأمان تحت الماء، إلا أنها تولد، عادة، نفايات ثانوية في صورة ملاط سائل.

18-6 تم تطوير واستخدام قدرات رئيسة للقطع والتفكيك والتشغيل عن بعد. وينبغي تشجيع التبادل الدولي للمعلومات لتحسين المعرفة والممارسة. وقد تلزم أدوات وأجهزة خاصة خلال التفكيك. في هذه الحالات. عندئذ ينبغي أن تختبر هذه الأدوات والأجهزة في محاولات استكشافية قبل استخدامها. وينبغي توفير إمكانية تطبيق هذه التقنيات لمشروع إنهاء تشغيل معين تقوياً شاملاً قبل اختيارها. وحيثما يلزم، ينبغي توفير الصيانة والاختبارات الدورية لهذه الأدوات والأجهزة ضمن سياسة استخدامها.

19-6 إن اختيار الطرائق والتقنيات التي تستخدم في التفكيك الآمن ينبغي أن تأخذ في الحسبان جوانب كالتالية:

- أ- أنواع وخصائص (أي الحجم والشكل وسهولة المنال) المواد والمعدات والنظم التي سيتم تفكيكها.
- ب- إتاحة المعدات التي تثبت صلاحيتها.
- ج- الأخطار الإشعاعية للعاملين وعموم الجمهور، مثل مستوى التنشيط والتلوث السطحي وتكون الرذاذ ومعدلات الجرعة.
- د- الظروف البيئية لمكان العمل، مثل درجة الحرارة والرطوبة والظروف الجوية.
- هـ- النفايات المشعة الناتجة.
- و- النفايات غير المشعة الناتجة.
- ز- متطلبات تطوير العمل.

20-6 ينبغي تحليل كل مهمة تفكيك لتعيين الطريقة الأكثر فعالية وأماناً لأدائها. وبعض الاعتبارات الهامة في هذا الصدد هي:

- أ- ينبغي أن تكون المعدات بسيطة، من حيث التشغيل وإزالة التلوث والصيانة.
- ب- ينبغي تطبيق طرائق فعالة لمراقبة النويدات المشعة التي تعلق بالهواء.
- ج- ينبغي وجود مراقبة فعالة للتصريفات للبيئة.
- د- عند استخدام التفكيك والقطع تحت الماء، ينبغي توفير متطلبات معالجة الماء لضمان الرؤية الجيدة، وللمعاونة في معالجة التدفقات.

أُلغِيَ هذا المنشور وحلَّ محلُّه العدد SSG-47.

- هـ- ينبغي أن يَوقَّع تأثير كل مهمة على النظم والبنى المجاورة وعلى الأعمال الأخرى الجارية.
- و- ينبغي تعيين حاويات النفايات، ونظم ومسالك التداول قبل بدء أعمال التفكيك.

الصيانة

21-6 قد تكون الصيانة مهمة خلال إنهاء التشغيل المؤجل، حيث يمكن أن يستند جزء من أمان المنشأة على النظم التي تحافظ على مقدرتها على الأداء، خلال فترات ممتدة من الزمن. وينبغي تضمين الرصد الدوري لجميع مكونات المنشأة المرتبطة بالأمان، في خطة إنهاء التشغيل.

المسح الإشعاعي النهائي

22-6 عند إكمال إزالة التلوث أو أنشطة التفكيك، ينبغي تنفيذ مسح للنويدات المشعة المتبقية في موقع المفاعل، لتبيان أن النويدات المتبقية تمتثل للمعايير التي وضعها الكيان الرقابي الوطني، وأن أهداف إنهاء التشغيل قد تم تحقيقها. ويمكن أن ينفذ هذا المسح مع الأطوار بمجرد إتمام أعمال إنهاء التشغيل، وذلك لتمكين عملية تحرير بعض أجزاء الموقع من المراقبة التنظيمية.

23-6 ينبغي أن توثق بيانات المسح في تقرير مسح نهائي، وأن يقدَّم التقرير إلى الكيان الرقابي. وينبغي أن يشكل هذا التقرير أحد الأسس، بالنسبة لإعادة استخدام الموقع أو لتحريره من المراقبة التنظيمية. وينبغي أن يتضمن التقرير:

- أ- المعايير المستخدمة.
- ب- الطرائق والنهج التي تضمن استيفاء المعايير.
- ج- بيانات القياس بما فيها التحليل الإحصائي الملائم والاقترابات المنتظمة المستخدمة.

24-6 ينبغي تضمين نتائج المسح في التقرير النهائي لإنهاء التشغيل. وأحد أمثلة جدول المحتويات لمثل هذا المسح الإشعاعي النهائي لمنشأة نووية وارد في الملحق 1.

7 - الإدارة خلال إنهاء التشغيل

عام

1-7 هناك عدد من مجالات الإدارة التي ينبغي أن تحظى بالاهتمام خلال إنهاء التشغيل. وعلى وجه الخصوص، ينبغي أن تهتم هذه المجالات بالجدول الزمني الممتدة التي يمكن أن تطبق على أنشطة إزالة التلوث.

الكوادر والتدريب

2-7 ينبغي أن يكون لدى الهيئة المشغلة، أو يمكنها الحصول على أعضاء متخصصين لتغطية المجالات التالية تغطية كافية:

- أ- متطلبات الأمان للترخيص الصادر.
- ب- الوقاية الإشعاعية.
- ج- معرفة بنظم المفاعلات.
- د- دعم هندسي (مثل الفيزياء، والأجهزة، والكيمياء، والهندسية الكهربائية والميكانيكية والمدنية).
- هـ- تأكيد ومراقبة الجودة.
- و- إدارة النفايات.
- ز- الحماية المادية.
- ح- إدارة المشروع.

3-7 قد تلزم خبرات متخصصة في مجالات أخرى مثل:

- أ- التفكيك والهدم.
- ب- إزالة التلوث.
- ج- الإنسان الآلي والتشغيل عن بعد.
- د- تداول الوقود.

4-7 ينبغي أن يأخذ نقويم الأمان في الحسبان عواقب وجود نقص في الأفراد مع الخبرة النوعية المتوفرة في المحطة. وقد يكون من المفيد استخدام الأفراد ذوي الخبرة في كل من التشغيل وإنهاء التشغيل.

5-7 في بعض الحالات قد يستخدم المقاولون لتنفيذ كل أو بعض جوانب إنهاء التشغيل. ويحدث ذلك كثيراً عندما يوجب إنهاء التشغيل أو عندما لا تتوفر لدى أفراد المحطة الخبرة المطلوبة. وقد تتطلب اعتبارات التمويل كذلك استخدام المقاولين على مجال أوسع. وتتضمن أمثلة مثل هذه الأنشطة استخدام عمليات إنهاء تشغيل وأنشطة تفكيك وهدم معينة. وينبغي أن تتوفر مستويات مراقبة ملائمة، وإشراف وتدريب كافيين. لضمان الأمان.

7-6 ينبغي أن يعد جميع الأفراد المتضمنين في أنشطة إنهاء التشغيل ليكونوا ملمين بموقع المفاعل وبنهج الأمان، لتنفيذ واجباتهم بفعالية وأمان. وقد يلزم إجراء تدريب تخصصي في مجالات معينة من العمل. وبالنسبة لبعض الأنشطة، فإن استخدام النماذج والهيكل في التدريب قد يحسن من الكفاءة والأمان.

7-7 ينبغي وصف المتطلبات الأساسية لبرنامج التدريب والتدريب المتجدد، بالنسبة لأنشطة إنهاء التشغيل في خطة إنهاء التشغيل [21].

التنظيم والمراقبة الإدارية

8-7 ينبغي أن توصف البنى التنظيمية التي تستخدم خلال إنهاء التشغيل، وذلك في خطة إنهاء التشغيل. وعند وصف البنى التنظيمية ينبغي أن يتم تحديد السلطات والمسؤوليات بوضوح لجميع الوحدات المختلفة. وهذا الأمر ضروري، بصفة خاصة، عندما تستخدم الهيئة المشغلة مقاولين من الخارج. وينبغي أن تكفل البنية التنظيمية أن مهمة مراجعة تأكيد الجودة مستقلة تماما عن الوحدة المسؤولة مسؤولية مباشرة عن إنجاز أنشطة إنهاء التشغيل.

9-7 قد تكون المعايير الإدارية التي نشأت في طور تشغيل المنشأة ملائمة خلال إنهاء التشغيل. وينبغي مراجعة هذه المعايير وتعديلها لضمان أنها تلائم إنهاء التشغيل. وينبغي أن توجه العناية لمدى الحاجة لمعايير إضافية. وقد يلزم التصديق على معايير المراقبة الإدارية من الكيان الرقابي.

10-7 ينبغي أن يتشكل فريق مكون من أخصائيي إنهاء التشغيل ومن أعضاء ملائمين من الموقع لإدارة مشروع إنهاء التشغيل. وعلى الرغم من أنه قد يتطلب الأمر خبرات جديدة لطور إنهاء التشغيل فإنه ينبغي توجيه العناية لاستبقاء الأعضاء الأساسيين الملمين بالمنشأة خلال طور التشغيل. وحيث أن إنهاء التشغيل المؤجل قد يستمر لعقود متعددة، فإنه من الأمور الجوهرية توثيق المعرفة التاريخية الممثلة بالأشخاص في منشأة المفاعل قبل الإغلاق النهائي. وينبغي أن تكون هذه المعلومات متاحة للعاملين في إنهاء التشغيل للاستخدام خلال الأطوار النشطة لإنهاء التشغيل.

11-7 لمراقبة جميع أنشطة إنهاء التشغيل ينبغي أن توثق الهيئة المشغلة وأن تطبق نظام إدارة ملائم. ويوجد مثال على مثل هذا التوثيق في الملحق 2.

الوقاية الإشعاعية

12-7 ينبغي أن يكفل برنامج الوقاية الإشعاعية أن هذه الوقاية قد خضعت للأمتلة وأن الجرععات تبقى ضمن حدود ملائمة. وعلى الرغم من أن مبادئ وأهداف الوقاية الإشعاعية خلال التشغيل وإنهاء التشغيل تبقى هي نفسها أساسا، إلا أن طرائق ونهج التطبيق للوقاية الإشعاعية قد تكون مختلفة. وخلال إنهاء التشغيل قد يلزم اعتبار بعض الأوضاع الخاصة التي قد تتطلب استخدام معدات تخصصية ونهج معينة غير روتينية.

13-7 بالنسبة لحاجة الوقاية الإشعاعية خلال إنهاء التشغيل، ينبغي أن تؤخذ نقاط معينة في الحسبان مثل:

- أ- استخدام المعدات الوقائية للتدريع، للحد من التعرض الداخلي والخارجي، ولخفض الجرعات للحد الأدنى مثل المرايل والأغطية المرصصة، والخيام ونظم التهوية المحلية وتجديد الهواء.
- ب- توفر عدد مناسب من الأفراد ذوي الخبرة في الوقاية الإشعاعية لدعم ضمان الإجراء الآمن لمهام إنهاء التشغيل.
- ج- ضمان أن الأفراد القائمين بإنهاء التشغيل لديهم الخبرات الملائمة والتأهيل والتدريب بالنسبة لتقنيات الوقاية الإشعاعية ومتطلباتها.
- د- ممارسات جيدة في الحفاظ على المباني لخفض الجرعات ومنع انتشار الملوثات.

- هـ. عمل مناطق لمنشأة المفاعل كدالة من المستويات الإشعاعية ومن التلوث، وكذلك مناطق ملائمة مع تقدم أعمال إنهاء التشغيل، ووفقاً للأخطار الإشعاعية المتضمنة.
- و. ضمان نظام كاف يتم بموجبه الإبقاء على جرعات العاملين وعامة الجمهور عند أقل حد يعقل إنجازهم.
- ز. توثيق جميع معايير الوقاية الإشعاعية ونتائج المسح.

14-7 ينبغي أن يعرض برنامج الوقاية الإشعاعية بوضوح في خطة إنهاء التشغيل. وينبغي تدريب الأشخاص المشاركين في تنفيذه تدريباً ملائماً، وأن يسمح لهم بالوصول إلى المعدات الملائمة لتنفيذ المسوحات الإشعاعية، بما في ذلك معدات قياس معدلات الجرعة الخارجية ومستويات التلوث السطحي، وكذلك معدات أخذ العينات لتحديد تركيزات الهواء.

15-7 ينبغي أن تخطط جميع أعمال إنهاء التشغيل وأن تنفذ باستخدام نهج أوامر العمل وأذن العمل الإشعاعي، مع التضمين الملائم لخبراء الوقاية الإشعاعية لتعيين المعايير اللازمة للوقاية الإشعاعية. فضلاً عن ذلك، فإن تنمية الوعي بقضايا الأمان ينبغي أن يمنح الاهتمام الكبير في التخطيط والتطبيق. وتلك المسؤوليات الخاصة بالوقاية الإشعاعية التي تسند بين يوم وآخر ينبغي أن تتوفر لها الموارد، وسبل الوصول لإدارة إنهاء التشغيل، والاستقلال اللازم لبرنامج الوقاية الإشعاعية الكافي والفعال.

الرصد الإشعاعي داخل وخارج الموقع

16-7 ينبغي أن تعين خطة إنهاء التشغيل متطلبات الرصد داخل الموقع وخارجه خلال إنهاء التشغيل. وينبغي أن يوفر الرصد داخل الموقع المعلومات اللازمة لتحديد الأخطار الإشعاعية وللمساعدة في تخفيف عواقبها، وينبغي، كذلك أن يستخدم الرصد في تخطيط أنشطة إنهاء التشغيل النوعية. وينبغي أن يكفل الرصد أن نقاط الانطلاق المحتملة يجري رصدها. ولا ينبغي أن يشتمل الرصد داخل الموقع على الرصد الشخصي، فحسب، وإنما كذلك على الرصد المكاني ورصد تلوث الهواء مثل ذلك الذي يتوفر له:

- أ. معدات رصد ملائمة بالنسبة لمعدل الجرعة ومسوحات التلوث لأماكن العمل والمكونات والمواد، خلال إزالة التلوث والتفكيك والتداول.
- ب. بروتوكولات رصد ملائمة ومعدات لتغليف وتداول النفايات المشعة داخل الموقع، وكذلك لنقل النفايات خارج الموقع.
- ج. معدات رصد ملائمة لرصد تلوث الهواء.
- د. معدات رصد ملائمة لعزل الكميات الكبيرة من المواد المشعة منخفضة المستوى في الوقت المناسب، لأغراض التخلص.
- هـ. معدات وبروتوكولات ملائمة لرصد توزع النويدات المشعة في المنشأة.

17-7 سوف يتطلب برنامج الرصد خارج الموقع الموروث عن فترة التشغيل تعديلات تتلاءم مع الظروف السائدة خلال إنهاء التشغيل. فينبغي مراقبة تصريف النويدات المشعة خلال مسالك الهواء والسوائل، ورصد هذه النويدات وتسجيلها وفق ما يتطلبه الكيان الرقابي أو أية سلطة أخرى ملائمة. وتوجد توصيات ملائمة في هذا الصدد في المراجع [11، 12، 22].

أُلغِيَ هذا المنشور وحلَّ محلُّه العدد SSG-47.

18-7 ينبغي أن يستخدم الرصد داخل وخارج الموقع، والمسوحات الإشعاعية ومسوحات التلوث، وكذلك تحاليل وتقويمات الأمان لقياس واختبار درجة الأمان المرتبط بأنشطة إنهاء التشغيل.

إدارة النفايات

19-7 خطة إدارة النفايات جزء من خطة إنهاء التشغيل، وينبغي أن تأخذ هذه الخطة في الحسبان الفئات المختلفة من النفايات المتكونة خلال إنهاء التشغيل، وأن تهدف إلى الإدارة الآمنة لمثل هذه النفايات.

20-7 ينبغي أن يوجه الاعتبار لأمنثلة إدارة النفايات، ولخفض التلوث المنتشر وتولد النفايات الثانوية للحد الأدنى. وينبغي إدارة فئات النفايات المختلفة من خلال مسالك تثبتت صلاحيتها للتطبيق بالنسبة لخصائصها وسميتها (الإشعاعية وغير الإشعاعية). والإرشادات حول جوانب الإدارة، فيما قبل التخلص من النفايات المشعة، واردة في نشرة أخرى صادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية [2].

21-7 يمكن تحقيق خفض جوهري لأحجام النفايات المشعة من خلال برامج إزالة التلوث وتقنيات التفكيك المراقبة، ومراقبة التلوث، وتصنيف مواد النفايات والمعالجة الفعالة، وفي بعض الحالات من خلال المراقبات الإدارية والتدقيق الداخلي. إن لاستراتيجيات إعادة الاستخدام والتدوير القدرة على خفض كميات النفايات الخاضعة للإدارة. وبالمثل، فإن تحرير المواد منخفضة النشاط الإشعاعي من المراقبة التنظيمية، كنفايات عادية، أو لإعادة استخدامها وتدويرها يمكن أن يخفض كثيرا كمية المواد التي تعتبر من النفايات.

22-7 يمكن أن يتفاوت التعرض الإشعاعي للعاملين والجمهور تبعاً لاستراتيجية خفض النفايات للحد الأدنى. وينبغي استخدام اقتراب متكامل لموازنة أهداف خفض النفايات للحد الأدنى مع هدف الإبقاء على التعرضات الإشعاعية عند أقل حد يعقل إنجازها.

23-7 ينبغي أن تواجه خطة إدارة النفايات السؤال المعني بما إذا كانت النظم الموجودة لإدارة النفايات قادرة على التعامل مع نفايات إنهاء التشغيل المتوقعة، التي تنتج خلال إزالة التلوث والتفكيك والهدم. فإذا لم تكن قادرة، فإنه قد يلزم توفير مرافق جديدة.

24-7 حيثما يكون التخلص موضوعاً في الحسبان، إلا أن مواقع التخلص المناسب من النفايات غير متاحة، فإنه ينبغي تقدير خيارات إنهاء التشغيل التالية عند الإعداد لخطة إنهاء التشغيل:

- أ- تجهيز المنشأة في سياق أمن والمحافظة عليه.
- ب- تفكيك المنشأة وتخزين النفايات المتولدة في مرفق تخزين نفايات مؤقت وملاتم.
- ج- تحويل المنشأة ككل أو جزء منها إلى مخزن أو مرفق التخلص.

25-7 عند إدارة النفايات المتولدة من إنهاء التشغيل، ينبغي أن تؤخذ عوامل متعددة في الحسبان. وتتضمن هذه العوامل الآتي:

- أ- كمية وفئة وطبيعة النفايات التي ستتولد خلال إنهاء التشغيل (قد تتولد كميات كبيرة نسبياً من النفايات المشعة خلال فترة قصيرة).
- ب- إمكانيات إخراج النفايات من نظام المراقبة التنظيمي.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلُّه العدد SSG-47.

- ج- إمكانات إعادة استخدام وتدوير المواد والمعدات وغيرها.
- د- تولد نفايات ثانوية في عملية إنهاء التشغيل وخفضها للحد الأدنى العملي.
- هـ- وجود مواد ذات أخطار غير إشعاعية مثل الأسبستوس.
- و- إتاحة محطات إعادة تدوير أو معالجة النفايات ومرافق التخزين ومواقع التخلص.
- ز- أية متطلبات خاصة بتغليف ونقل النفايات المشعة مثل المواد المنشطة.
- ح- متابعة أصل وطبيعة النفايات الناتجة عن عملية إنهاء التشغيل.
- ط- التأثيرات المحتملة للنفايات على العاملين والجمهور والبيئة.

26-7 قد يكون جزء كبير من النفايات والمواد الأخرى الناتجة خلال عملية إنهاء التشغيل منخفضا انخفاضا كافيا من حيث تركيز النشاط الإشعاعي بالنسبة للمراقبة التنظيمية، بحيث يستثنى كليا أو جزئيا. وقد يكون من المناسب أن يتم التخلص من بعض النفايات في مواقع أرضية عادية، بينما يناسب بعض المواد الأخرى كالفولاذ والخرسانة إعادة الاستخدام أو التدوير خارج الصناعة النووية. إن الإخراج من المراقبات التنظيمية يجب أن يتم بالامتثال للمعايير المؤسسة بواسطة السلطة الرقابية الوطنية. ويتم الآن تطوير إرشادات حول المعايير الخاصة بالإخراج من المراقبات التنظيمية، وحول إدارة العملية التنظيمية في معايير أمان أخرى للوكالة الدولية للطاقة الذرية.

27-7 ينبغي أن يخضع نقل النفايات المشعة خارج الموقع للتنظيمات الوطنية للنقل. وتوجد توصيات دولية حول نقل المواد المشعة في المرجع [23].

28-7 ينبغي جعل الإدارة والأعضاء المتضمنين في مشروع إنهاء التشغيل واعين ومدرّبين، عند اللزوم، على طرائق خفض النفايات المتولدة في المهام المقررة للحد الأدنى. وتتضمن هذه الطرائق إنشاء خيام مراقبة التلوث، واحتواء الانطلاقات، وفصل النفايات الملوثة بالنشاط الإشعاعي عن تلك النفايات الملوثة بملوثات غير مشعة.

التخطيط للطوارئ

29-7 خلال فترة إنهاء التشغيل قد يكون من الضروري، تطوير وتطبيق نهج تعامل مع الأحداث غير العادية والمحافظة على هذه النهج. وينبغي أن يدرّب أفراد الموقع على نهج المواجهة. وعلى وجه الخصوص، فإنه في الحالات التي لا يكون فيها الوقود قد أزيل من المرفق، فإنه ينبغي تضمين احتمالات الحوادث في التخطيط للطوارئ، حتى يمكن التعامل من الحوادث والأحداث التي تتضمن الوقود، مثل فقد المحتمل للمبرد إذا كان في بركة التبريد.

الحماية المادية والضمانات

30-7 ينبغي المحافظة على حماية مادية ملائمة وعلى مراقبة لموقع المفاعل خلال إنهاء التشغيل [24]. وينبغي أن يعطى لهذا الأمر الاعتبار الخاص، إذا كان أي طور من أطوار إنهاء التشغيل مؤجلا لفترة زمنية ممتدة. فإذا احتوى موقع المفاعل على مواد من التي تخضع للضمانات، ينبغي أن تتمسك الهيئة المشغلة بالاتفاقيات الدولية الملائمة وأن تمثل لمبادئ الضمانات التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية [25، 26].

توكيد الجودة والتوثيق

7-31 ينبغي أن يخطط برنامج ملائم لتوكيد الجودة، وأن يبدأ تنفيذه بواسطة الهيئة المشكلة قبل أن يبدأ إنهاء تشغيل المفاعل. وينبغي تضمين وصف برنامج توكيد الجودة، بما في ذلك تعيين مجاله ومداه، كجزء من خطة إنهاء التشغيل، وأن ينفذ البرنامج قبل البدء في إنهاء التشغيل. وينبغي أن توثق جميع التغييرات الجوهرية المؤثرة على النظم والبنى والمكونات الهامة بالنسبة للأمان خلال التشغيل، وذلك لاستخدامها في التخطيط لإنهاء التشغيل. والإرشادات حول برنامج توكيد الجودة لإنهاء التشغيل موجودة في [7].

7-32 ينبغي التشديد على امتلاك واستبقاء السجلات والمعلومات الملزمة لموقع المفاعل عند تطوير برنامج توكيد الجودة لإنهاء التشغيل. وينبغي الاحتفاظ بالسجلات وفق ما يتلاءم لاستيفاء حاجات إنهاء التشغيل المستقبلي، وحسبما تمليه المتطلبات الوطنية. وحيثما تتوقع فترات طويلة للتخزين ينبغي اختبار السجلات دورياً.

7-33 في حالة الفترات الممتدة للاحتواء الأمان فإن المعلومات الدقيقة الكاملة المرتبطة بالمواقع والتشكيلات، وكميات وأنواع المواد المشعة المتبقية في مرفق المفاعل، جوهرية، وينبغي الاحتفاظ بها. وبالنسبة للتفكيك المؤجل، ينبغي أن تعين التقارير أنشطة المراقبة والصيانة المستقبلية، وكذلك الحاجة لتوثيق نتائج هذه الأنشطة.

7-34 كما ورد، سابقاً، ينبغي أن يوثق تقدم إنهاء التشغيل بواسطة الهيئة القائمة بإنهاء التشغيل (أي يمكن الرجوع إليه). وينبغي أن تحدد وتحتسب بدقة جميع المواد المشعة التي كانت موجودة عند بداية إنهاء التشغيل، كما ينبغي أن تحدد هوية الأماكن أو الجهات التي أحييت إليها. وبعد مثل هذا الطور من إنهاء التشغيل، ينبغي أن تقدم الهيئة المشكلة تقريراً إلى السلطة الرقابية تفصل فيه كيفية التخلص من النفايات المتولدة خلال الفترة. وينبغي أن يوفر التقرير كذلك الموقف الحالي للمنشأة أو الموقع، وأن يحدد هوية أي شذوذ يلاحظ خلال الطور. وفضلاً عن ذلك، ينبغي تقديم تقرير عن بعض المعلومات، كبيانات المسح الإشعاعي والرصد الشخصي إلى الكيان التنظيمي، وفق المطلوب. وعند إتمام إنهاء التشغيل ينبغي إعداد تقرير نهائي لإنهاء التشغيل، يتضمن جميع العناصر واجبة المتابعة.

8 - إتمام إنهاء التشغيل

8-1 عند اكتمال إنهاء التشغيل ينبغي الاحتفاظ بسجلات ملزمة. ووفقاً للإطار القانوني الوطني، فإن هذه السجلات تحفظ لأغراض مثل تأكيد إتمام أنشطة إنهاء التشغيل وفقاً للخطة المعتمدة، وتسجيل التخلص من النفايات والمواد وغيرها، وللاستجابة لأية شكاوى ممكنة للغير. والسجلات التي يجب أن تجمع ينبغي أن تتناسب مع تعقيدات المنشأة التي خضعت لإنهاء التشغيل ولاحتمالات الأخطار المشاركة.

8-2 ينبغي إعداد تقرير نهائي لإنهاء التشغيل مدعم بالسجلات ويشتمل على المعلومات التالية:

أُلغي هذا المنشور وحلّ محلّه العدد SSG-47.

- أ- وصف المنشأة.
- ب- أهداف إنهاء التشغيل.
- ج- المعايير الإشعاعية المستخدمة كأساس للإخراج من المراقبة التنظيمية من المعدات والمباني أو الموقع أو من أي نظام مراقبة آخر اعتمده الكيان الرقابي.
- د- وصف أنشطة إنهاء التشغيل.
- هـ- وصف أية مباني أو معدات متبقية دون إنهاء تشغيل، أو أنهى تشغيلها جزئياً.
- و- تقرير مسح إشعاعي نهائي.
- ز- مخزون المواد المشعة، متضمناً كميات وأنواع النفايات المتولدة خلال إنهاء التشغيل ومواقعها المخزنة فيها أو التي تم التخلص منها فيها.
- ح- مخزون المواد والمعدات ومرفقاتها.
- ط- البنى والمناطق والمعدات التي خصصت للاستخدام المقيد أو التي تخضع لقيود محددة.
- ى- ملخص لأي من الأحداث والحوادث غير العادية التي وقعت خلال إنهاء التشغيل.
- ك- ملخص للجرعات الإشعاعية المهنية وجرعات الجمهور المتكبدة خلال إنهاء التشغيل.
- ل- الدروس المستفادة.

3-8 يوفر هذا التقرير تأكيداً حول إتمام إنهاء التشغيل. وينبغي أن تسجل أية قيود متبقية على الموقع وفق متطلبات التنظيمات الوطنية.

المراجع

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, IAEA, Vienna (1995).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste Including Decommissioning, Safety Standards Series No. Ws-R-2, IAEA, Vienna (1999).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, Safety Standards Series No. Gs-R-1, IAEA, Vienna (1999).
- [4] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants; Design, Safety Standards Series No. Ns-R-2, IAEA, Vienna (1999).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants; Operation, Safety Standards Series No. Ns-R-1, IAEA, Vienna (1999).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and Other Nuclear Installations, Safety Series No. 50C/SG-Q, IAEA, Vienna (1996).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code on the Safety of Nuclear Research Reactors; Design, Safety Series No. 35-S1, IAEA, Vienna (1992).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code on the Safety of Nuclear Research Reactors Operation, Safety Series No. 35-S2, IAEA, Vienna (1992).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities, Safety Standards Series No. Ws-G-2.2, IAEA, Vienna (1999).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Principles for Limiting Releases of Radioactive Effluents into the Environment, Safety Series No. 77, IAEA, Vienna (1986).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. RS-G-1.5, IAEA, Vienna (1999).

- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decontamination of Nuclear Facilities to Permit Operation, Inspection, Maintenance, Modification or Plant Decommissioning, Technical Reports Series No. 249, IAEA, Vienna (1985).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Methods for Reducing Occupational Exposures During the Decommissioning of Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 278, IAEA, Vienna (1987).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Facilities: Decontamination, Disassembly and Waste Management, Technical Reports Series No. 230, IAEA, Vienna (1983).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Remotely Operated Handling Equipment in the Decommissioning of Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 348, IAEA, Vienna (1993).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Monitoring Programmes for Unrestricted Release Related to Decommissioning of Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 334, IAEA, Vienna (1992).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Periodic Safety Review of Operational Nuclear Power Plants, Safety Series: A Safety Guide, No. 50-SG-012, IAEA, Vienna (1994).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety of Nuclear Power, Safety Series No. 75- INSAG-5, IAEA Vienna (1992).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Defense in Depth in Nuclear Safety, INSAG Series No. 10, IAEA, Vienna (1996).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Staffing of Nuclear Power Plants and the Recruitment, Training and Authorization of Operating Personnel: A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-01 (Rev.1), IAEA, Vienna (1991).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Operational Management for Radioactive Effluents and Wastes Arising in Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-SG-011, IAEA, Vienna (1986).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials, Safety Standards Series No. St-1, IAEA, Vienna (1996).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/225/Rev. 2, IAEA, Vienna (1989).
- [25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Agency's Safeguards System (1954, as provisionally extended in 1966 and 1968), INFCIRC/66/Rev. 2, IAEA, Vienna (1968).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Structure and Contents of Agreements Between the Agency and States Required in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, INFCIRC/153 (corrected), IAEA, Vienna (1972).

ملحق 1

مثال لمحتوى تقرير المسح الإشعاعي النهائي

اسم المنشأة

وصف المنشأة

نوع وموضع المنشأة

وصف الموقع

ملكية الموقع

خصائص وضعية للمنشأة

الخلفية

سبب إنهاء التشغيل

اقتراب الإدارة

تاريخ التشغيل

الترخيص والنشغيل

العمليات المؤداة

ممارسات التخلص من النفايات

أنشطة إنهاء التشغيل

الأهداف

نتائج المسوحات السابقة

نهج وأساليب إزالة التلوث والتفكيك

نهج المسح النهائي

معالم (بارامترات) أخذ العينات

المستويات القاعدية للخلفية التي تحددت هويتها

مستويات التلوث الرئيسية التي تحددت هويتها

إرشادات الإطلاق المؤسسية

المعدات والنهج المنتقاة

الأدوات والمعدات

تقنيات استخدام الأدوات

النهج المتبعة

نتائج المسح الإشعاعي

ملخص النتائج
تقنيات خفض/تقدير البيانات
التقدير الإحصائي
مقارنة النتائج مع القيم والظروف الاسترشادية
تقويم القبول

ملخص

ملحقات

بيانات المسح التفصيلية مع الرسوم الهندسية

ملحق 2

مثال للخطط الموثقة ونظم الإدارة لتطبيق إنهاء التشغيل

- 1- الخطة النهائية لإنهاء التشغيل
- 2- برنامج تأكيد جودة المشروع. ويتضمن أجزاء حول:
 - أ- نظم الإدارة البنية والنوعية للموقع
 - ب- وصف البنية التنظيمية للموقع
 - ج- النهج الخاصة بإدارة الوثائق (متضمنة السجلات)
 - د- النهج الخاصة بإدارة إنهاء التشغيل وأنشطة الدعم
 - هـ- النهج الخاصة بإدارة الأمان
- 3- الوثائق الداعم لبرنامج تأكيد جودة المشروع. ويمكن أن يتضمن هذا الأمر تفاصيل حول كيفية مواجهة جميع المتطلبات التنظيمية والقانونية (مثل الامتثال لترخيص الموقع) ومن هو المسؤول عن ضمان الامتثال؟.
- 4- تقويم الأمان. ويجدد هذا الأمر وفق ما يلزم بإتباع النهج الموصوفة في برنامج تأكيد الجودة.
- 5- الوثائق الداعم لتقويم الأمان. وقد يتضمن هذا الأمر التالي:
 - أ- قائمة بالأخطار الإشعاعية والتقليدية التي تبين كيفية إدارة كل خطر.
 - ب- مخطط صيانة جوهريّة، يفصل صيانة المحطة اللازمة للامتثال لتقويم الأمان.
 - ج- مخطط الحالة الراهنة لنظم المحطة، بحيث يغطي:
 - (1) الموقف التشغيلي.
 - (2) موقف العزل.
 - (3) التفكيك (موقف إنهاء التشغيل).
 - (4) موقف الإخلاء (الإزالة والنقل والتخلص، الخ).
- 6- نهج خاصة بالتعامل مع الأحداث والحوادث غير العادية والطوارئ وتقديم التقارير عنها.
- 7- بنية تعطل العمل وبرنامج تطبيق المشروع التي تجدد وفق ما يلزم بإتباع النهج الموصوفة في برنامج تأكيد الجودة.
- 8- نهج المراقبة الإدارية للمهام الفردية متضمنة:
 - أ- نهج لاعتماد:
 - (1) المشاريع الفنية المقترحة.
 - (2) المتطلبات الإشعاعية.
 - (3) الأمان الصناعي.
 - (4) الوقاية من الحريق.
 - (5) التأمين

ب- نهج لاعتماد إنهاء المهام الفردية.

9- نهج جمع وصيانة السجلات الملائمة بأسلوب آمن وبحيث تكون سهلة المنال سواء خلال إنهاء التشغيل أو بعد إتمامه.

إن تجميع هذه النهج في كتاب تشغيل إنهاء التشغيل أمر مستحب.

المساهمون في الصياغة والمراجعة

Bell, L.G.	US Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Brigand, O.	Direction de la surete de installations nucleaires, France
Brown, G.A.	Private consultant, United Kingdom
Burklov, J.J.	Nuclear Regulatory Authority, Slovakia
Burrows, P.	HM Nuclear Installations Inspectorate, United Kingdom
Fujiki, K.	Japanese Atomic Energy Research Institute, Japan
Gascoyne, C.	British Nuclear Fuels Limited, United Kingdom
Gnugnoli, G.	.US Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Gordelier, S.	Magnox electric plc, United Kingdom
Hladky, E.	DECOM Slovakia, Slovakia
Junker, W.	Federal ministry of education, Science, Research and Technology (BMBF), Germany
Klonk, H.	Bundesamt fur Strahlenschutz, Germany
Lund, I.	Swedish Radiation Protection Institute, Sweden
Nokhamzon, J.G.	Commissariat a l energie atomique, France
Ortenzi, V.	National agency for environmental protection, Italy
Reiseweaver, D.	International Atomic Energy Agency
Sankar, S.	Bhabha atomic research center, India
Skrauben, M.	National organization for Radioactive Wastes and fissile Materials, Belgium
Watson, P.	Nuclear Safety Directorate, United Kingdom
Zgola, B.	Atomic Energy control Board, Canada

الكيانات الاستشارية لدعم معايير الأمان

اللجنة الاستشارية لمعايير أمان النفايات

Argentina: Siraky, G.; *Canada:* Ferch, R.; *China:* Luo, S.; *France:* Brigaud, O.; *Germany:* von Dobschutz, P.; *Japan:* Kuwabara, Y.; *Mexico:* Oriz Magana, R.; *Republic of Korea:* Park, S.; *Russian Federation:* Poliakov,.; *South Africa:* Metcalf, P. (chair); *Spain:* Gil Lopez, E.; *Sweden:* Norby, S.; *United Kingdom:* Brown, S.; *United States of America:* Huizenga, D; *IAEA:* Dellatre, D. (Co-ordinator); *Nuclear Energy Agency of OECD:* Reotte, H.

اللجنة الاستشارية لمعايير الأمان النووي

Belgium: Govaerts, P. (chair); *Brazil:* da Silva, A.J.C.; *Canada:* Wigfull, P.; *China:* Lei, Y., Zhao, Y.; *Czech Republic:* Stuller, J.; *Finland:* Salminen, P.; *France:* Raimond, P.S.; *Germany:* Wendling, R.D., Sengewein, H., Kruger, W.; *India:* Venkat Raj, V.; *Japan:* Tobioka, T.; *Republic of Korea:* Moon, P.S.H.; *Netherlands:* de Munk, P., Versteeg, J.; *Russian Federation:* Baklushin, R.P.; *Sweden:* Victorsson, C., Jende, J.; *United Kingdom:* Willby, C., Pape, E.P.; *United States of America:* Morris, B.M.; *IAEA:* Lacey, D.J. (Co-ordinator); *Nuclear Energy Agency of the OECD:* Frescura, G., Royen, J.

اللجنة الاستشارية لمعايير الأمان

Argentina: Beninson, D.; *Australia:* Lokan, K, Burns, P; *Canada:* Bishop, A. (Chair) Duncan, R. M.; *China:* Huang, Q., Zhao, C.; *France:* Lacoste, A-C., Asty, M.; *Germany:* Hennenhofer, G., Wendling, R. D.; *Japan:* Sumita, K., Sato, K.; *Republic of Korea:* Lim, Y.K. *Slovakia:* Lipar, M., Misak, J.; *Spain:* Alonso, A., Trueba, P.; *Sweden:* Holm, L-E.; *Switzerland:* Pretre, S.; *United Kingdom:* Williams, L.G., Harbison, S.A.; *United States of America:* Travers, W.D., Callan, L.J., Taylor, J.M.; *IAEA:* Karbassioun, A. (Co-ordinator) *International Commission on Radiological Protection:* Valentin, J.; *Nuclear Energy Agency of the OECD:* Frescura, G.

ISBN : 9973-854-05-5