أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

سلسلة

معايير الأمان

تقويم التعرُّض المهني الناجم عن المصادر الخارجية للإشعاع

رعاية مشتركة من
الوكالة الدولية للطاقة الذرية
ومكتب العمل الدولي

دليل الأمان

رقم RS-G-1.3

الوكالة الدولية للطاقة الذرية
فيينا

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

مطبوعات الوكالة الدولية للطاقة الذرية المتعلقة بالأمان

معايير أمان الوكالة الدولية للطاقة الذرية:

بناء على ما جاء في المادة III من النظام الأساسي تفوض الوكالة الدولية للطاقة الذرية في أن تضع معايير الأمان للوقاية من الإشعاع المؤين، وأن تنهض بأعباء تطبيق هذه المعايير في الأنشطة النووية السلمية.

والمطبوعات ذات الصلة بالتنظيمات، التي بواسطتها تضع الوكالة الدولية للطاقة الذرية معايير الأمان، والمقاييس، يتم إصدارها في **سلسلة معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية**. هذه السلسلة تغطي الأمان النووي، والأمان الإشعاعي، وأمان النقل، وأمان النفايات، والأمان العام أيضاً (أي؛ الوثيق الصلة بإثنين أو أكثر من هذه المجالات الأربعة)، وتصدر في مجموعات تتناول **أساسيات الأمان، ومتطلبات الأمان، وأدلة الأمان**.

أساسيات الأمان :(ذات أغلفة زرقاء): تعرض الأهداف والمفاهيم (أفكار عامة) والمبادئ الأساسية للأمان والرقابة في تطوير وتطبيق الطاقة النووية في الأغراض السلمية.

متطلبات الأمان: (ذات أغلفة حمراء): تعرض المتطلبات التي يجب أن تُستوفى لتأكيد الأمان. وهذه المتطلبات تكون مصاغة بتعبيرات "يلزم " "Shall" "وتكون محكومة بالأهداف والمبادئ المعروضة في أساسيات الأمان.

أدلة الأمان: (ذات أغلفة خضراء): توصي بالإجراءات والشروط أو الطرق الواجبة لاستيفاء متطلبات الأمان. والتوصيات في أدلة الأمان نصائح بتعبيرات "يجب " "Should" متضمنة ضرورة أخذ المقاييس الموصى بها، أو بدائل مكافئة لهذه المقاييس، لتتوافق مع المتطلبات (متطلبات الأمان).

ومعايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية غير ملزمة قانونياً للدول الأعضاء؛ ولكن يمكن لهم تبنيها، وبحرية كاملة، لتستخدم في المنظمات الرقابية الوطنية بالنسبة لنشاطهم الخاص، أو بالنسبة للعمليات التي تساعدهم بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

إنّ المعلومات عن برنامج معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية (بما في ذلك الطبعات الصادرة بلغات غير الإنجليزية) متاحة في موقع الوكالة الدولية للطاقة الذرية على الشبكة الدولية للاتصالات (إنترنت) بعنوان:

org/ns/coordinet. iaea. www

أو بالطلب من قطاع تنسيق الأمان بالوكالة الدولية للطاقة الذرية، على العنوان:

100, A-1400 Vienna, Austria. Box.O. P.The Safety Coordination Section, IAEA

مطبوعات أخرى متعلقة بالأمان:

بناء على المواد III وVIII . Cمن النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية تتيح الوكالة تبادل المعلومات المتعلقة بالأنشطة والخدمات النووية السلمية، وتقوم بدور الوسيط لهذا الغرض، بين الدول الأعضاء.

والتقارير عن الأمان والوقاية في الأنشطة النووية تصدر في سلسلة أخرى؛ على وجه الخصوص **سلسلة تقارير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية** كمطبوعات إعلامية. وتقارير الأمان ربما تصف الممارسات الجيدة، وتعطي الأمثلة العملية، والطرق المفصلة، التي يمكن أن تستخدم لاستيفاء متطلبات الأمان، - وهي لا تضع متطلبات، ولا تصدر توصيات.

والسلاسل الأخرى للوكالة الدولية للطاقة الذرية، التي تتضمن المطبوعات المعروضة للبيع والمتعلقة بالأمان هي :**سلسلة التقارير الفنية، وسلسلة تقارير تقويم الطب الاشعاعي، وسلسلة المبادئ التي أوصى بها الفريق الإستشارى الدولي للأمان النووي(INSAG)** . وتصدر الوكالة الدولية للطاقة الذرية أيضاً تقارير عن الحوادث الإشعاعية، ومطبوعات خاصة أخرى مخصصة للبيع وأمّا والمطبوعات الأخرى المتعلقة بالأمان فهي غير مسعرة وتصدر في سلسلة تقارير فنية **(TECDOC) وسلسلة معايير الأمان المؤقتة، وسلسلة مقررات التدريب، وسلسلة خدمات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وسلسلة كتيب الحاسوب، وبالإضافة إلى الكتيبات العملية المختصرة للأمان والرقابة الإشعاعية.**

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

تقويم التعرُّض المهني
الناجم عن المصادر الخارجية
للإشعـــاع

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

بيان الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

الاتحاد الروسي
إثيوبيا
الأرجنتين
الأردن
أرمينيا
أسبانيا
استراليا
استونيا
إسرائيل
أفغانستان
إكوادور
ألبانيا
ألمانيا
الإمارات العربية المتحدة
إندونيسيا
أورغواي
أوزبكستان
أوغندا
أوكرانيا
إيران (جمهورية-الإسلامية)
أيرلندا
أيسلندا
إيطاليا
باراغواي
باكستان
البرازيل
البرتغال
بلجيكا
بلغاريا
بنغلادش
بنما
بنن
بوركينا فاصو
البوسنة والهرسك
بولندا
بوليفيا
بيرو
بيلاروس
تايلند
تركيا
تونس
جامايكا
الجزائر
جزر مارشال

الجماهيرية العربية الليبية
الجمهورية التشيكية
جمهورية تنزانيا المتحدة
الجمهورية الدومينيكية
الجمهورية العربية السورية
جمهورية كوريا
جمهورية الكونغو الديمقراطية
جمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقاً
جمهورية ملدوفا
جنوب أفريقيا
جورجيا
الدانمرك
رومانيا
زامبيا
زمبابوي
سري لانكا
السلفادور
سلوفاكيا
سلوفينيا
سنغافورة
السنغال
السودان
السويد
سويسرا
سيراليون
شيلي
الصين
العراق
غابون
غانا
غواتيمالا
فرنسا
الفلبين
فنزويلا
فنلندا
فييت نام
قبرص
قطر
كازخستان
الكاميرون
الكرسي الرسولي
كرواتيا
كمبوديا

كندا
كوبا
كوت ديفوار
كوستاريكا
كولومبيا
الكويت
كينيا
لاتفيا
لبنان
لكسمبورغ
ليبيريا
ليتوانيا
ليختنشتاين
مالطا
مالي
ماليزيا
مدغشقر
مصر
المغرب
المكسيك
المملكة العربية السعودية
المملكة المتحدة
منغوليا
موريشيوس
موناكو
ميانمار
ناميبيا
النرويج
النمسا
النيجر
نيجيريا
نيكاراغوا
نيوزيلندا
هايتي
الهند
هنغاريا
هولندا
الولايات المتحدة الأمريكية
اليابان
اليمن
يوغوسلافيا
اليونان

وقد تمت الموافقة على النظام الأساسي للوكالة في 23 أكتوبر 1956م، في المؤتمر الذي عقد حول النظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية، في المركز الرئيس للأمم المتحدة، ، بمدينة نيويورك. وقد بدأ العمل به فى 29 يوليو 1957م. والمركز الرئيس للوكالة كائن بمدينة فيينا بالنمسا، وهدفه الرئيسي هو تسريع وتعظيم مساهمة الطاقة الذرية فى السلام والصحة والرخاء، فى كل مكان من العالم.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية 1999
الترخيص بالنسخ أو الترجمة للمعلومات المحتواه فى هذه المطبوعة يمكن الحصول عليها، بالكتابة إلى الوكالة الدولية للطاقة الذرية على عنوانها:
.Box 100, A-1400 Vienna, Austria.O.Wagramer Strasse 5, P

طبع (الأصل بالانجليزية) بالوكالة الدولية للطاقة الذرية بالنمسا
يوليو 1999
STI/PUB/1076

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

سلسلة معايير الأمان رقم RS-G-1.3

تقويم التعرض المهني الناجم عن المصادر الخارجية للإشعاع

دليل الأمان

رعاية مشتركة من
الوكالة الدولية للطاقة الذرية
ومكتب العمل الدولي

الوكالة الدولية للطاقة الذرية
فيينا 1999

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

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، بطلب 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 بأنشطتها. 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 التنويه، 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 وفقا 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 والمشعة، ولمحطات القدرة النووية ككل، حيثما تلاءم، إلا أنها لم تعالج بالتفصيل. وينبغي أن تنصب التزامات الدول، في هذا الصدد، على أساس الأدوات الملائمة 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 وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

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، كتلك 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.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

تقديم

يمكن أن يحدث التعرض المهني للإشعاعات المؤينة في عدد من الصناعات، وفي المنشآت الطبية والمؤسسات البحثية والتعليمية، وفي مرافق دورة الوقود النووي. والوقاية الإشعاعية الكافية للعاملين هي أمر جوهري، بالنسبة للاستخدام الآمن والمقبول للإشعاعات والمواد المشعة والطاقة النووية.

وفي عام 1996م ، نشرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية أسس الأمان حول الوقاية الإشعاعية وأمان مصادر الإشعاع (سلسلة الأمان رقم 120)، ومعايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية ضد الإشعاعات المؤينة ولأمان مصادر الإشعاع (سلسلة الأمان رقم 115)، وقد رعت كلا النشرتين كل من منظمة الزراعة والأغذية التابعة للأمم المتحدة، والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون الأوربي(OECD) ، ومنظمة الصحة عبر الأمريكتين، ومنظمة الصحة العالمية. وتستعرض هذه النشرات أهداف ومبادئ الأمان الإشعاعي، والمتطلبات التي يجب استيفاءها لتطبيق المبادئ وإنجاز الأهداف.

إن تأسيس متطلبات وإرشادات الأمان حول الوقاية الإشعاعية المهنية هو ركن هام لدعم الأمان الإشعاعي، الذي توفره الوكالة الدولية للطاقة الذرية للدول الأعضاء. والهدف من برنامج الوقاية المهنية للوكالة هو تزكية اقتراب دولي متوافق لأمثلة الوقاية الإشعاعية المهنية، من خلال تطوير وتطبيق إرشادات لتقييد التعرضات الإشعاعية، وتطبيق تقنيات حديثة للوقاية الإشعاعية في أماكن العمل.

والإرشادات حول استيفاء متطلبات معايير الأمان الأساسية للوقاية المهنية موجودة في ثلاثة أدلة مرتبطة بالأمان، أحدها يعطي الإرشادات العامة حول تطوير برامج الوقاية الإشعاعية المهنية، والآخران يعطيان إرشادات تفصيلية أكثر، حول رصد وتقويم تعرض العاملين من المصادر الخارجية للإشعاع ومن اندخال النويدات المشعة على الترتيب. وتعكس هذه الأدلة معاً المبادئ الحالية المقبولة، دولياً، والممارسات الموصي بها في الوقاية الإشعاعية المهنية. مع أخذ التغيرات الرئيسة التي وقعت خلال العقد الماضي في الحسبان.

وقد رعى الأدلة الثلاثة، حول الوقاية الإشعاعية المهنية، كل من الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومكتب العمل الدولي.

ويختص دليل الأمان الحالي بتقويم التعرض الإشعاعي الناجم المصادر الخارجية للإشعاع في أماكن العمل. ويمكن أن يحدث مثل هذا التعرض من خلال عدد من المصادر الموجودة داخل مكان العمل، حيثما يكون رصد العاملين ومكان العمل في مثل هذه الأوضاع جزءا لا يتجزأ من أي برنامج للوقاية الإشعاعية المهنية. ويعتمد تقويم التعرض الناجم عن المصادر الخارجية، بصورة حرجة، على معرفة نوع وطاقة وظروف التعرض، ويعكس دليل الأمان الحالي التغيرات الرئيسة خلال العقد المآضي في الممارسة الدولية في موضوع تقويم الجرعات الخارجية.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

ملاحظة للمحرر

حيثما يضمن ملحق، فإنه يشكل جزءا مكملا 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.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المحتويات

1- **مقدمة** 1

الخلفية (من 1-1 حتى 1-4) 1
الهدف (1-5)..... 1
المجال (1-6 حتى 1-7) 2
البنية (1-8 حتى 1-9) 2

2- **كميات قياس الجرعة** 3

مقدمة (2-1 حتى 2-4) 3
الكميات التشغيلية لرصد الأفراد (2-5 حتى 2-8) 5
كميات رصد أماكن العمل (2-9 حتى 2-16) 5

3- **برامج الرصد** 7

الهدف العام (3-1 حتى 3-5) 7
تقدير جرعة الأفراد (3-6 حتى 3-41) 7

4- **مواصفات قياس الجرعة** 15

مقدمة عامة (4-1 حتى 4-3) 15
المواصفات لمقاييس الجرعة الشخصية (4-23 حتى 4-32) 16

5- **اختبار النوع** 24

مقدمة عامة (5-1 حتى 5-4)..... 24
اختبار النوع لمقاييس الجرعة الشخصية (5-5 حتى 5-17) 25
إختبار النوع لمراصد أماكن العمل (5-18 حتى 5-19)..... 29

6- **اختبار ما قبل الإستخدام والاختبارات الدورية** (6-1 حتى6-4) 30

7- **اختبار الأداء** 30

مقدمة عامة (7- 1) 30
اختبار اعتماد الأداء (7- 2 حتى 7-4)..... 31

8- **حفظ سجلات الجرعة والتقرير** 32

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

عام (8-1 حتى 8-2) 32
حفظ السجلات للرصد الفردي (8-3 حتى 8-8) 33
حفظ السجلات لرصد أماكن العمل (8-9 حتى 8-10) 33
تقرير المعلومات للإدارة (8-11 حتى 8-12) 34

9- **توكيد الجودة** 34

المتطلبات (9-1) 34
التنفيذ والإدارة (9-2 حتى 9-13) 34
تقييم الأداء (9-14حتى 9-16) 36
التعاقد لخدمة الرصد (9-17) 37

تذييل رصد تلوث الجلد وتقدير جرعة الجلد 39

المراجع 41

المرفق الأول - ملخص معاملات الإشعاع الترجيحية وعلاقات Q-L الموصي بها 45

المرفق الثاني- تجهيزات للرصد الفردي 47

المرفق الثالث- تجهيزات لرصد أماكن العمل 57

المرفق الرابع- الظروف المرجعية وظروف الاختبار المعياري 65

المرفق الخامس- بيانات ذات علاقة باختبار النوع لمقاييس الجرعة الشخصية ومراصد الأماكن بدلالة الكميات التشغيلية 67

المرفق السادس- أمثلة من معايير اللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية (IEC) حول تجهيزات رصد الاشعاعات 77

المشاركون في الصياغة والمراجعة 79

الهيئات الاستشارية لدعم معايير الأمان 81

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

1- مقدمة

الخلفية

1-1 يمكن أن يحدث التعرض المهني للإشعاع نتيجة للعديد من أنشطة الإنسان التي تتضمن العمل المرتبط بالمراحل المختلفة من دورة الوقود النووي واستخدام المصادر المشعة وأجهزة الأشعة السينية في الطب والبحوث العلمية والتعليم والزراعة والصناعة والمهن التي تتضمن تداول مواد تحتوي على تركيزات معزّزة من النويدات المشعة الطبيعية. ومن أجل التحكم في هذا التعرض، فمن الضروري أن نكون قادرين على تقييم مقدار الجرعات التي نتعرض لها.

2-1 وتعرض نشرة أسس الأمان الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية (والتي سوف يشار إليها فيما بعد بالوكالة) " حول الوقاية الإشعاعية وأمان مصادر الإشعاع [1] "أهداف ومفاهيم ومبادئ الوقاية والأمان الاشعاعي. وقد صممت المتطلبات لتتفق مع الأهداف وتطبق المبادئ المحددة في أسس الأمان، بما في ذلك متطلبات وقاية العاملين المعرضين لمصادر الإشعاع، كما هو مقرر في معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة وأمان مصادر الإشعاع (ويشار إليها عادة بمعايير الأمان الأساسية أو(BSS)) تحت رعاية مشتركة من الوكالة الدولية للطاقة الذريّة وخمس هيئات دولية أخرى [2] .

3-1 تم إعداد ثلاثة أدلة مرتبطة فيما بينها للأمان وذلك بالتعاون بين الوكالة ومكتب العمل الدولي (ILO) وهي توفر إرشادات حول إستيفاء متطلبات معايير الأمان الأساسية بالنسبة للتعرض المهني. ويعطي دليل الأمان [3] نصائح عامة عن ظروف التعرض التي تتطلب وضع برامج رصد لتقييم الجرعات الإشعاعية الناتجة عن التشعيع الخارجي واندخالات النويدات المشعة إلى العاملين. ويوفر الدليل الحالي إرشادات أكثر تحديدا عن تقييم الجرعات من المصادر الخارجية للإشعاع، بينما يتعامل المرجع [4] مع اندخالات المواد المشعة.

4-1 كما طورت اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية والتي سيشار إليها لاحقاً باسم ICRP توصيات متعلقة بالوقاية الإشعاعية المهنية[5] . وقد أخذت هذه التوصيات في الحسبان بالإضافة إلى توصيات أخرى صادرة عن ICRP [6] وعن اللجنة الدولية لوحدات الإشعاع والقياسات والتي سيشار إليها لاحقاً باسم ICRU [7-10] وذلك لغرض إعداد دليل الأمان هذا.

الهدف

5-1 يهدف دليل الأمان هذا الي توفير ارشادات شاملة للسلطات التنظيمية لتلبية المتطلبات اللازمة لإجراء تقييم فعال للتعرض المهني من المصادر الخارجية للإشعاعات المؤينة، وسيكون دليل الأمان مفيدا أيضا للمهتمين بتخطيط وادارة برامج الرصد المهني، وللمسئولين عن تشغيل خدمات رصد الأفراد، وكذلك للمشتركين في تصميم مقاييس الجرعة والأجهزة لإستخدامها لقياس الجرعة الشخصية ورصد أماكن العمل.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المجال

1-6 يتضمن دليل الأمان هذا إرشادات لوضع برامج الرصد للتعرض الخارجي: مقاييس الجرعة الملائمة التي تستخدم في رصد الأفراد وأماكن العمل وفي تفسير النتائج وحفظ السجلات وتوكيد الجودة. وقد تمت مناقشة الأهداف الكلية لأنظمة قياس الجرعة الشخصية مع إعطاء اهتمام خاص للكميات التي يجب قياسها وكذلك الصحة والدقة اللازمتين لإجراء مثل هذه القياسات. وقد أعطيت إرشادات عن اختبار نوع وأداء أجهزة قياس الجرعة، بالإضافة إلى بيانات قياس الجرعة اللازمة لإجراء هذا العمل.

1-7 تمت مناقشة موضوع رصد أماكن العمل بالقدر المرتبط فقط باستخدام هذا الرصد في تقييم جرعات الأفراد. كما تمت مناقشة التعرض الخارجي من تلوث الجلد في التذييل، إلا أن رصد التلوث على الأسطح في أماكن العمل قد ورد في دليل الأمان المتعلق بالتعرض الداخلي[4] . وتعتبر الوسائل الخاصة لقياس الجرعة في حالات الحوادث التي تجاوز الجرعات فيها كثيرا الجرعة المهنية، خارج نطاق هذا المطبوع.

البنية

1-8 تمّ عرض العلاقة بين الكميات الوقائية والكميات التشغيلية للجرعة في الفصل [2] ويلخص الفصل [3] الأهداف واستخدام الرصد للتعرض الإشعاعي الخارجي. ويقدم الفصل [4]. المعالم الأساسية لبرامج الرصد وقواعد رصد الأفراد وأماكن العمل. ويشرح الفصل[5] المواصفات الخاصة بقياس الجرعة لكل من وسائل قياس الجرعة الشخصية ورصد أماكن العمل شاملة مواصفات الدقة والارتياب ومواصفات الأداء. ويستعرض الفصل [6] اختبار النوع لوسائل قياس الجرعة الشخصية ومراصد أماكن العمل. وبالنسبة للمعايرة واختبار الأداء، فقد تمت مناقشتها في الفصلين [7] و[8] على التوالي. ويغطي الفصل [9] حفظ السجلات، بينما يتعامل الفصل[10] مع توكيد الجودة.

1-9 تمّ توفير معلومات إضافية في التذييل والملاحق حيث تتعرض الملاحق إلى موضوع قياس جرعة الجلد. ويعطي المرفق [1] القيم الموصى بها للعوامل الترجيحية للإشعاع، والعلاقة بين عوامل النوعية والانتقال الخطي للطاقة. ويعطي المرفقان [2] و [3] صورة عامة عن تجهيزات رصد الأفراد ورصد أماكن العمل على الترتيب. ويعطي المرفق [4] المراجع ومعايير ظروف الاختبار المحددة بواسطة اللجنة الدولية للتقنيات الكهربية (IEC).ويوفر المرفق [5] معاملات تحويل الجرعة الموصي بها من ICRP و ICRU بالإضافة إلى تفاصيل عن مجالات الإشعاع الموصى بها من المنظمة الدولية للمعايير (ISO) لأغراض المعايرة. ويعطي المرفق [6] أمثلة لمعايير اللجنة الدولية للتقنية الكهربائية (IEC) بالنسبة لأجهزة الرصد الإشعاعي.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

2 - كميات قياس الجرعة

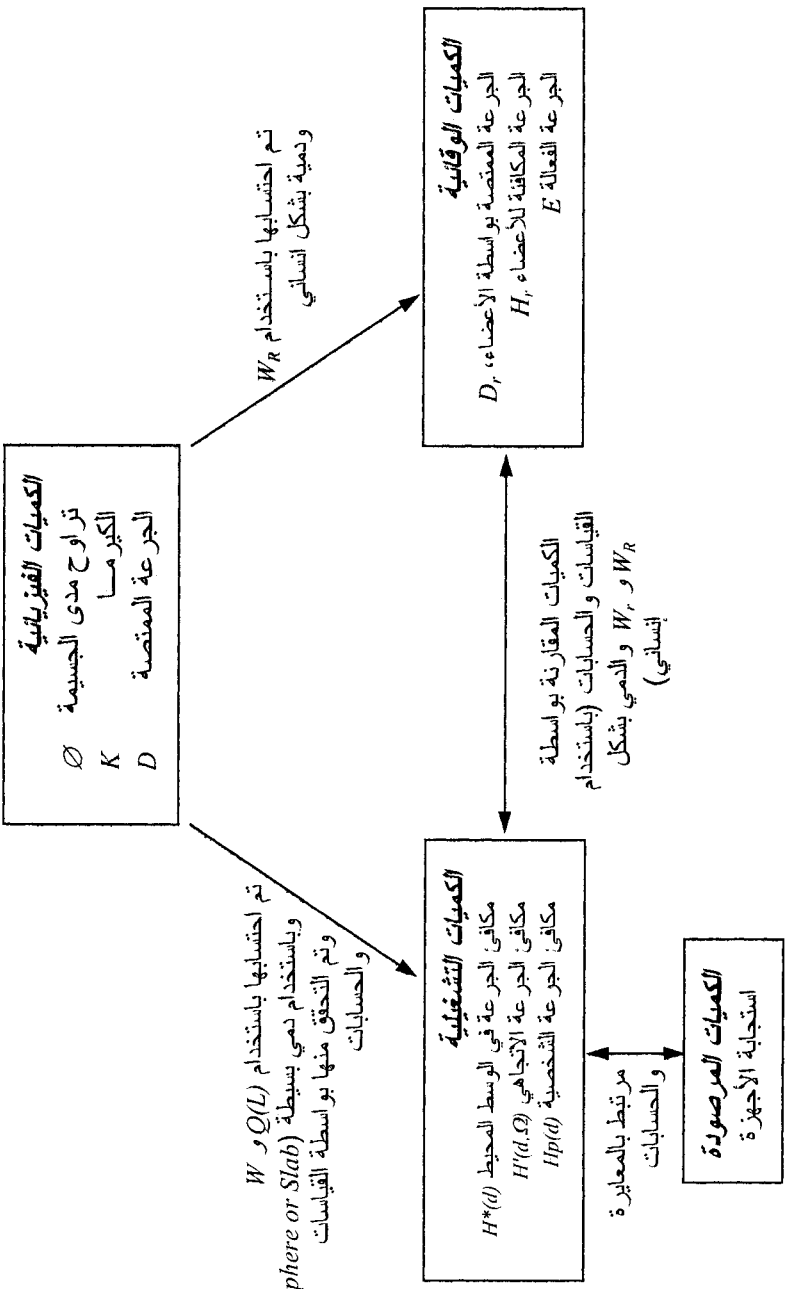
مقدمة

2-1 تعتبر كميات قياس الجرعة الموصى بها لأغراض الوقاية الإشعاعية والمرتبطة بحدود الجرعة الواردة في معايير الأمان الأساسية (BSS) هي الجرعة الفعالة E ومكافئ الجرعة H_T في النسيج أو العضو T. وتتضمن الكميات الفيزيائية الأساسية فيض الجسيمات (والكيرما K والجرعة الممتصة D .

2-2 قدمت ICRU كميات تشغيلية للاستخدام العملي للوقاية من الإشعاع بالنسبة للمعنيين بالتعرض للمصادر الخارجية[7] . هذه الكميات تم تعريفها لاحقا في تقرير ICRU رقم 51[10]. وتعتبر الكميات التشغيلية للرصد المكاني هي مكافئ الجرعة المحيطة $H^*(d)$ ومكافئ الجرعة الاتجاهي $H'(d, \Omega)$ ومكافئ الجرعة الشخصية $H_p(d)$ بالنسبة لرصد الأفراد وقد تمت مناقشة هذه الكميات باختصار في دليل الأمان المعني[3] . وتمّ تعريفها شكليا في معايير الأمان الأساسية[2]. وقد تم إجراء تقييم تفصيلي للعلاقة العددية بين الكميات الفيزيائية التشغيلية ولأغراض الوقاية بواسطة فريق عمل مشترك من ICRP وICRU [11]. ويبيّن الشكل –1 العلاقة الفرضية بين هذه الكميات.

2-3 يتضمن تعيين مكافئ الجرعة وبالتالي الجرعة الفعالة، استخدام عوامل ترجيحية للإشعاع W_R كمضاعفات للجرعة الممتصة، لتعكس الضرر الأكبر الناتج عن جرعة ممتصة معينة عند اكتسابها بواسطة إشعاع مرتفع ذي نقل خطي مرتفع للطاقة (LET) مقارنة بالإشعاع المنخفض ذي النقل الخطي المنخفض للطاقة LET. تؤسس القيم الموصى بها W_R على مراجع المعلومات البيولوجية المنشورة والمدونة بالقائمة في الجدول I-1 (بالمرفق I).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.



الشكل 1: العلاقة بين الكميات لأغراض الوقاية الإشعاعية [11]

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

4-2 تستخدم معاملات النوعية الإشعاعية Q لتعيين الكميات التشغيلية، وتعتمد على العلاقة من نوع Q-LET وتستخدم أيضا عوامل النوعية كقيم تقريبية لـ W_R لأنواع الإشعاعات غير الواردة في الجدول1– I . كما يعطي الجدول I-2 علاقة Q - LET الموصى بها.

الكميات التشغيلية لرصد الأفراد

5-2 إن كميات قياس الجرعة التشغيلية الموصي بها في معايير الأمان الأساسية لرصد الأفراد هي مكافئ الجرعة الشخصية [9-10] $H_p(d)$ ، وهي مكافئ الجرعة للأنسجة الرخوة تحت نقطة معينة في الجسم، وعلى عمق ملائم d. وقد يكون المدخل الممكن لقياس $H_p(d)$ هو استخدام كاشف يعلق على سطح الجسم ويغطي بطبقة مناسبة من بدائل الأنسجة. وهناك مداخل أخرى قد تكون مقبولة بغرض تحقيق التغير المطلوب بين الاستجابة والطاقة.

6-2 يجب أن يتضمن أي تعبير عن مكافئ الجرعة الشخصية مواصفات عن العمق المرجعي d. والأعماق الموصى بها بالنسبة للإشعاعات ضعيفة الاختراق وشديدة الاختراق هي 0.07 مم و 10 مم على الترتيب (أنظر الفقرة 2-14)، ومع ذلك قد يكون هناك أعماق أخرى مناسبة في حالات معينة، مثل 3مم لقدسة العين. ولتبسيط الأمور يفترض أن dمعطاة بوحدات المليمتر، وبذلك يرمز لمكافئ الجرعة الشخصية على العمقين الموصى بهما والمذكورين أعلاه بـ $H_p(0.07)$ و$H_p(10)$.

7-2 يستخدم مكافئ الجرعة الشخصية على عمق 10 مم $H_p(10)$ لتقدير الجرعة الفعالة لتجنب أي من التهوين أو التهويل في تقدير الجرعة. وتعتبر الخلايا الحساسة للجلد على عمق بين 0.07 و 0.10 مم تحت سطح الجلد، ولذلك يتم استخدام $H_p(0.07)$ لتقدير مكافئ الجرعة للجلد. ويجب استخدام $H_p(0.07)$ أيضا في رصد الأطراف حيث تكون جرعة الجلد هي الكمية المحددة.

8-2 تتم معايرة أجهزة قياس الجرعة تحت ظروف مبسطة متعارف عليها (ظروف الأختبار المعياري – أنظر الفصل الخامس) باستخدام دمية (phantom) مناسبة – يمكن استخدام الكمية $H_p(d)$ لتحديد مكافئ الجرعة عند نقطة في دمية ممثلة للجسم. وإذا قاس جهاز قياس الجرعة $H_p(d)$ بطريقة صحيحة عند نقطة ما في هذه الدمية، فإنه يفترض أن الجهاز يقيس $H_p(d)$ في جسم أي شخص بدقة كافية.

كميات رصد أماكن العمل

9-2 تمّ تحديد الكميات التشغيلية الموصى بها لرصد أماكن العمل باستخدام دمية تعرف باسم كرة ICRU [10] . وهي كرة من مادة مكافئة للأنسجة بقطر 30سم وكثافة 1 جم/سم^3 وتركيب عناصري بنسب قدرها 76.2% أكسجين و 11.1% كربون و 10.1% هيدروجين و2.6% نتروجين (بالكتلة).

10-2 وان الكميتين الموصى بهما بواسطة ICRU للرصد المكاني[10] هما مكافئ الجرعة في الوسط المحيط $H^*(d)$ ومكافئ الجرعة الاتجاهي $H'(d, \Omega)$. وهي تلائم رصد مجالات الإشعاعات شديدة الاختراق وضعيفة الاختراق على الترتيب (أنظر الفقرة 2-14).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

11-2 إن مكافئ الجرعة المحيطة $H^*(d)$ عند نقطة في مجال اشعاعي هو مكافئ الجرعة التي سوف تنتج بواسطة المجال المعني الممتد والمصطفة في كرة ICRU عند عمق d على نصف القطر المقابل لاتجاه المجال.

12-2 إن المجال الممتد هو المجال الذي يتميز بأن السيال والتوزيع الزاوي وتوزيع الطاقة فيه متماثل خلال كامل الحجم المتأثر كما هو الحال في المجال الفعلي عند النقطة المرجعية. وفي حالة المجال الممتد والمصطفّ يكون السيال وتوزيع الطاقة فيه متماثلا كما هو الحال في المجال الممتد فيما عدا أن السيال يكون موحد الإتجاه.

13-2 يجب ن يتضمن أي تعبير عن مكافئ الجرعة المحيطة، مواصفات للعمق المرجعي. وبالنسبة للإشعاع شديد الإختراق (أنظر الفقرة 2-14) يكون العمق الموصى به 10 مم وكما هو الحال في مكافئ الجرعة الشخصية، يجب التعبير عن d بالمليمتر لذلك يكون $H^*(10)$ هي مكافئ الجرعة المحيطة لعمق 10مم. ولقياس $H^*(d)$ فإنه من الضروري أن يكون مجال الإشعاع منظم على الحجم الحساس للجهاز وأن يكون للجهاز استجابة متساوية في جميع الإتجاهات.

14-2 تعرف الإشعاعات ضعيفة الإختراق وشديدة الإختراق كما يلي [7] عند توجيه معين للجسم في مجال إشعاعي منتظم وموحد الإتجاه، إذا كان مكافئ الجرعة المأخوذة بواسطة مساحة صغيرة من الطبقة الحساسة للجلد أكثر من عشرة أمثال الجرعة الفعالة، يقال أن الإشعاع ضعيف الإختراق. وإذا كان مكافئ الجرعة أقل من عشرة أمثال الجرعة الفعالة، يقال أن الإشعاع شديد الإختراق.

15-2 مكافئ الجرعة الإتجاهي $H'(d, \Omega)$ عند نقطة في مجال إشعاعي هو مكافئ الجرعة التي يمكن أن تنتج بواسطة المجال المتعدد المعني، في كرة ICRU عند عمق d على نصف قطر في اتجاه معين Ω. ويجب أن يتضمن أي تعبير عن مكافئ الجرعة الإتجاهي مواصفات العمق المرجعي d والإتجاه Ω للإشعاع. وبالنسبة للإشعاع ضعيف الإختراق وشديد الإختراق يكون العمق الموصى به 0.07% مم و10 مم على الترتيب. ومرة أخرى يجب التعبير عن d بالمليمتر.

16-2 إذا كان المجال أحادي الاتجاه، فان الإتجاه (يحدد الزاوية بين نصف القطر المقابل للمجال الساقط ونصف القطر المحدد. عندما يكون نصف القطر المحدد لمجال الإشعاع (بمعنى عند Ω=0°) قد تكتب الكمية $H'(d,0)$ في هذه الحالة ببساطة H (d) . علاوة على ذلك تكون $H'(d)=H^*(d)$ في المجال أحادي الإتجاه ومن الضروري عند قياس $H'(d, \Omega)$ أن يكون مجال الإشعاع منتظما على أبعاد الجهاز، وأن يكون للجهاز الاستجابة الاتجاهية المناسبة. وبالنسبة للإشعاع ضعيف الإختراق، فإن أي جهاز يقيس مكافئ الجرعة عند العمق الموصى به في شريحة مستوية من المواد المكافئة للأنسجة، سوف يعين بشكل مرضي $H'(0.07)$ بفرض أن سطح الشريحة عمودي على إتجاه مجال الإشعاع.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

3 - برامج الرصد

الهدف العام

3-1 إن الهدف العام لبرامج الرصد هو تقييم ظروف أماكن العمل وتعرضات الأفراد. ويمثل تقييم الجرعات للعاملين الذين يتعرضون للمصادر الخارجية بشكل روتيني أو إحتمالي، جزءا متكاملا لأي برنامج للوقاية الإشعاعية، ويساعد في تأكيد مستوى الأمان المقبول والظروف الإشعاعية المرضية في مكان العمل.

3-2 تمّ وصف التدابير اللازمة لاستيفاء المتطلبات العامة للوقاية الإشعاعية للعاملين في دليل الأمان ذي العلاقة[3] . وأما الجوانب المحددة للرصد والمرتبطة بالتعرض للإشعاع الخارجي فقد تمّ وصفها أدناه.

3-3 قد يساهم التلوث الإشعاعي لأسطح مكان العمل في التعرض الخارجي للعاملين. ومع ذلك، ففي كثير من حالات التلوث (وبصفة خاصة إذا كان نشاط جسيمات ألفا هاما)، تكون مسارات التعرض الداخلي هي المتحكمة. ولهذا السبب، فإن موضوع رصد تلوث الأسطح تمّ عرضه في دليل الأمان ذي العلاقة[4] .

3-4 قد يؤدي تلوث الجلد إلى تعرض خارجي، وفي بعض الأحيان حتى إلى تعرض داخلي حسب نوع النويدة (النويدات) المشعة والشكل الكيميائي (الأشكال الكيميائية) ومستوى النشاط. ويتضمن التذييل تقييم الجرعات الناتجة عن تلوث الجلد.

3-5 يتضمن المرفقان II و III معلومات إضافية عن تجهيزات رصد الأفراد ورصد مكان العمل على الترتيب.

تقدير جرعة الأفراد

3-6 في أغلب الأحيان، يمكن تقدير الجرعات من التشعيع الخارجي بسهولة بواسطة الرصد الشخصي المنتظم للعاملين. وفي حالة عدم قدرة رصد الأفراد على توفير مؤشرات كافية لجرعات العاملين، يمكن استخدام نتائج رصد مكان العمل لتقدير الجرعة الشخصية. وقد يكون من الملائم اشتقاق تقدير للتعرض من نتائج رصد مكان العمل في الحالات التالية:

(أ) عند عدم توفر طريقة فعالة لرصد الأفراد، وعندما يتبين أن الطريقة المبنية على رصد مكان العمل مقبولة.

(ب) عندما تكون الجرعات ثابتة نسبيا ويمكن تقييمها بشكل موثوق به بواسطة وسائل أخرى (على سبيل المثال، في معامل البحوث التي تستخدم مصادر صغيرة محكومة).

(ج) عندما يكون العاملون المعنيون موظفين بشكل منتظم في منطقة خاضعة للإشراف أو يدخلون المناطق المحكومة مصادفة (أنظر الفقرات 5-17؛ 5-31 من المرجع[3]).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

3-7 عادة ما يكون رصد الأفراد مطلوبا بالنسبة للأشخاص الذين يعملون بشكل منتظم في المناطق المصنفة كمناطق محكومة بسبب مخاطر التعرض الخارجي. والمقصود من برنامج رصد الأفراد للتعرض الخارجي للإشعاع هو توفير معلومات لأغراض التوصل إلى أعلى مستوى من الوقاية. وللبرهنة على أن تعرض العامل لم يتجاوز أي حد للجرعة أو المستويات السابق وضعها للأنشطة المعنية، وللتحقق من كفاية رصد مكان العمل.

3-8 بالنسبة للمناطق الخاضعة للإشراف وحيث الرصد الفردي غير مطلوب، قد يكون من الأبسط إستخدام عدد محدود من مقاييس الجرعة الفردية أكثر من الاعتماد على برنامج شامل لرصد مكان العمل. وعلى كل حال، فإن رصد الأفراد لأغراض تسجيل الجرعة يمكن اعتباره ممارسة جيدة لكل العاملين في المناطق الخاضعة للإشراف.

تصميم برنامج للرصد

3-9 يجب تزويد كل شخص بمقياس جرعة متكامل عندما يكون الرصد الفردي للعاملين مستخدماً. وعندما تتغير معدلات مكافئ الجرعة في مكان العمل بأكثر من عشرة أضعاف، فيجب استخدام مقياس جرعة إضافي ذي قراءة، أو جهاز إنذار وذلك لأغراض التحكم في الجرعة. (أنظر الفقرة 3-24).

3-10 يجب استخدام خدمة الرصد الفردي المعتمدة من السلطة التنظيمية. وعلى السلطة التنظيمية إلزام هذه الخدمة بتوفير مقاييس جرعة قادرة على قياس H_p (10) و$H'(0.07)$ بدقة كافية لكل أنواع الإشعاعات ذات العلاقة. ويجب على جهة التنظيم أيضا أن تشترط توافر الكوادر ذات المؤهلات الكافية والأفراد المدربين في المصلحة، وأن تكون لديها تجهيزات مناسبة للعمليات وللتسهيلات الأخرى المرتبطة بالنشاط. ويجب على السلطة التنظيمية القيام بالتفتيش في المصلحة وأن تشترط تنفيذ العمليات وكتابة تقارير الجرعات طبقا لجدول زمني موضوع مسبقا، وأن يكون هناك نظام كاف لتوكيد الجودة (QA) في حالة التشغيل.

3-11 قياس H_p (10) يكون في الغالب كافيا لتقييم تعرض العامل. ومع ذلك، إذا كان المجال الإشعاعي يتضمن كميات ذات أهمية من الإشعاعات ضعيفة الإختراق (مثل جسيمات بيتا أو فوتونات بطاقة أقل من 15 كيلو الكترون فولط)، قد تكون $H'(0.07)$ مساوية أو تفوق بكثير قيمة H_p (10). يجب أن يكون مقياس الجرعة في هذه المجالات قادرا على قياس مكافئ الجرعة على عمق 0.07 ملليمتر.

3-12 إذا كان المطلوب تحديد مكافئ الجرعة لعدسة العين، يمكن تقدير مكافئ الجرعة الشخصية H_p (3) عادة بدقة كافية من قياسات H_p (10) و H_p(0.07). وإذا كانت H_p (10) و H_p(0.07) أقل من حدود الجرعة الخاصة بذلك، يمكن تبيان أنه في أغلب الحالات تكون قيمة H_p (3) أيضا دون حدود الجرعة لعدسة العين (150 ملي سيفرت).

3-13 في أغلب الحالات يكون استخدام مقياس واحد للجرعة معلقا على البدن كافيا. وفي حالة الإشعاع شديد الاختراق يجب وضع مقياس الجرعة في الوضع الذي يتوقع عنده أعلى تعرض على سطح البدن. وعندما تسقط الأشعة بشكل أساسي من الأمام أو عندما يتوقع سقوط الأشعة بشكل دائري متماثل، فيجب وضع مقياس الجرعة على واجهة الجسم، بين الكتفين والخصر. وفي حالة

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

تقييم جرعات عدسة العين يجب وضع مقياس الجرعة بالقرب من العينين (على الجبهة أو غطاء الرأس).

3-14 للحصول على تقدير أفضل للجرعة الفعالة المأخوذة في مجال إشعاعي غير متجانس، فإنه من المفيد للعاملين ارتداء مقاييس إضافية للجرعة على الأجزاء الأخرى من الجسم. وفي بعض الحالات الخاصة مثل التطبيقات الطبية للإشعاع حيث تستخدم ملابس واقية مثل الوزرة الرصاصية، فيوصى بإستخدام مقياس واحد للجرعة تحت الوزرة الواقية ومقياس أخر على جزء غير مدرع من الجسم. والغرض من المقياسين هو تعيين الجرعة الفعالة المأخوذة بواسطة الأجزاء المدرعة وغير المدرعة من الجسم. ويمكن استخدام القراءتين لتعيين الجرعة الفعالة الكلية بواسطة طرق حسابية مناسبة، وقد أعيد النظر بالطرق المتاحة وتم وضع توصيات في هذا الخصوص بواسطة المجلس الوطني الأمريكي للوقاية الإشعاعية NCRP [12].

3-15 في الحالات التي يتوقع فيها أن يكون الحد الأقصى للجرعة على الأطراف قد يزيد عن الجرعة على سطح الجسم الكامل بعشرة أضعاف (قارن المعامل عشرة بين حدود الجرعة الفعالة لسنة واحدة 50 ملي سيفرت للجسم الكامل وحدود مكافئ الجرعة 500 ملي سيفرت للأطراف) يجب ارتداء مقياس أو أثنين على الأطراف لقياس الجرعة في المواضع المتوقع فيها أعلى جرعة.

3-16 في العمليات الروتينية، يجب عادة أن يزوّد كل عامل قيد الرصد بإثنين من مقاييس الجرعة، بحيث يرتدي العامل أحدهما بينما الآخر (الذي سبق ارتداءه)، يتم إعداده وتقديره. ويجب تحديد معدل تغيير مقاييس الجرعة بواسطة مصلحة قياس الجرعة اعتمادا على طبيعة العمل المؤدى (أنظر الفقرة 3-17 إلى 3-29) والتعرض المتوقع المرتبط بهذا العمل وخواص المقاييس والحد الكلي للكشف في نظام قياس الجرعة. وعلى سبيل المثال، فان خاصية الاضمحلال (البهتان) لأفلام التصوير تتطلب عادة فترات اقصر لتغيير مقياس الأفلام عنه في حالة مقياس الوميض الحراري. وقد تتراوح تكرارية التغيير بين يوم في عمليات خاصة إلى كل 6 شهور إذا كان التعرض المتوقع منخفضا جدا، ولكن فترات التغيير الشائعة هي بين شهر وثلاثة أشهر. وفي حالة التشغيل الروتيني باستخدام المقاييس ذات القراءة المباشرة يتم تطبيق أنظمة أخرى فمن الممكن تخصيص مقياس لكل فرد على أساس يومي (ليس بالضرورة نفس المقياس كل يوم)، أو تخصيص مقياس لفرد ما لمدة قد تصل إلى سنة مع أخذ القراءات بشكل دوري. كلا هذين الخيارين (وقد يكون هناك خيارات أخرى) يقلل عدد المقاييس المطلوبة إلى أكثر قليلا من مقياس واحد لكل شخص (يجب توفير أجهزة احتياطية، بالطبع لتغطية أي تلف في المقاييس أو لإجراء الصيانة).

اختيار مقياس الجرعة الشخصي

الرصد الروتيني

3-17 لا يعتمد اختيار المقياس الشخصي للجرعة على نوع الإشعاع فقط ولكن أيضا على المعلومات المطلوبة بالإضافة إلى $H_p(d)$. وعمليا يمكن استخدام الأنواع التالية لمقاييس الجرعة:

(أ) مقاييس الفوتونات، لا تعطي فقط معلومات إلاّ عن مكافئ الجرعة الشخصية $H_p(10)$.

(ب) مقاييس جسيمات بيتا والفوتونات، تعطي معلومات عن مكافئ الجرعة الشخصية $H_p(0.07)$ و $H_p(10)$.

(ج) مقاييس الفوتونات ذات القدرة على التمييز، وتعطي بالإضافة إلى $H_p(10)$ بعض المؤشرات عن نوع الإشعاع والطاقة الفعالة بالإضافة إلى الكشف عن الإلكترونات ذات الطاقة العالية.

(د) مقاييس الأطراف، وتعطي معلومات عن $H_p(0.07)$ لجسيمات بيتا والفوتونات (وبالنسبة للنترونات في حالة تداول مصادر نترونية).

(هـ) مقاييس النترونات وتعطي معلومات عن $H_p(10)$.

18-3 في المجالات الإشعاعية حيث تكون أشعة الفوتونات هي السائدة، يكون $H_p(10)$ فقط كافيا. وعليه يكون المقياس البسيط (المذكور في (أ) أعلاه) كافيا في معظم الحالات العملية. وفي حالة المدى العريض لطاقة الفوتونات يمكن استخدام مقاييس الوميض الحراري TLD أو الوميض الإشعاعي RPL أو أفلام التصوير، بفرض أن استجابة هذه المقاييس تعتمد على الطاقة بطريقة ملائمة. بالإضافة إلى ذلك، هناك كثير من المقاييس الإلكترونية المتاحة والتي تقيس $H_p(10)$ مباشرة فوق حد عتبي من 20-80 كيلو إلكترون فولط (على حسب النوع). وعلاوة على ذلك، فإن الوميض المستحدث ضوئيا (OSL) قد وصل مرحلة متقدمة من التطور وهو يستخدم الآن بواسطة شركة كبيرة لخدمة قياس الجرعة، على الأقل.

19-3 عندما يكون من المرجح تواجد أشعة بيتا بشكل ملحوظ في المجال الإشعاعي، يجب استخدام المقاييس الواردة في الفقرة (ب) أعلاه. وهذه المقاييس تكون من نوع TLD أو أفلام التصوير مع وجود اثنين أو أكثر من عناصر الوميض الحراري أو الأفلام تحت مرشحات مختلفة وذات سماكة مختلفة، أو المقاييس الإلكترونية. ومع ذلك، إذا كان الجزء الغالب من جرعة بيتا ومن الأرجح أن يكون من جسيمات بيتا ذات الطاقة المنخفضة، فان التصميمات الحالية للمقاييس الإلكترونية قد لا تكون ملائمة.

20-3 بالنسبة لمقاييس الأطراف، خاصة اليد فإن مقياس TLD من النوع البسيط بعنصر واحد من TL قد يكون كافيا إذا وضع على الإصبع المعرض لأكبر جرعة، وأن يكون مواجهاً للمصدر. وللوصول إلى الدقة الأحسن لقياس أشعة بيتا ذات الطاقة المنخفضة، يجب أن يكون الكاشف رقيقا ومغطى بمرشح من بدائل الأنسجة بحيث يمكن تقويم الجرعة عند عمق اعتباري قدره 7مجم/سم^2 (0.07 مم) [1] (على سبيل المثال فإن القياس داخل كاشف مكافئ للأنسجة بسماكة 5مجم/سم^2 يقابل سماكة مكافئة قدرها 3مجم/سم^3 تحت مرشح مكافئ للأنسجة بسماكة 4 مجم/سم^2 تقريبا قد يكون كافيا).

21-3 إنّ الأنواع البسيطة من مقاييس النترونات لا يمكنها توفير معلومات عن مكافئات الجرعة للنترونات على كل مدى الطاقة ذي الأهمية، ولذلك فإن بذل مجهودات أكثر سيكون مطلوبا إذا كان الرصد النتروني للأفراد ضروريا، ومع ذلك، فإن مكافئات الجرعة للنترونات غالبا ما تكون صغيرة بالمقارنة بحد الجرعة وبإسهامات أشعة جاما. ونظرا لأن أشعة جاما متواجدة بصفة دائمة في مجالات النترونات، فيجب ارتداء مقياس للفوتونات دائما مع مقياس النترونات. في بعض مجالات النترونات وجد أن نسبة مكافئ الجرعة للنترونات إلى أشعة جاما تتغير بأضعاف القيمة. ولا يمكن اشتقاق مكافئ الجرعة النترونية بدقة كافية من قياسات مكافئ جرعة أشعة جاما بافتراض نسبة ثابتة لمكان عمل معين.

---

[1] غالبا يعبر عن سماكة المادة بوحدات مجم/سم^2 عند مناقشة قياسات وتأثير إشعاعات بيتا، لتسهيل المقارنة المباشرة بين مواد ذات كثافة مختلفة. وبالنسبة للمواد المكافئة للأنسجة حيث الكثافة 1جم/سم^3، فإن 7مجم/سم^2 تقابل عمق قدره 0.07 مم.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

3-22 يمكن تقييم الجرعات من النترونات الحرارية والمتوسطة وذات الطاقة العالية بواسطة نظام مثل مقياس الجرعة المعتمد على الالبيدو (Albedo) (أنظر مرفق II-). وبالنسبة للنترونات عالية الطاقة، تتغير استجابة مكافئ الجرعة لمقاييس الالبيدو كثيرا بتغير الطاقة، وهناك طرق أخرى مثل الكواشف الصلبة للأثر وهي أكثر ملائمة (أنظر المرفق II-). وتعتبر كواشف البوليمرات الفقاعية - وهي طراز لمقياس يعطي قراءة مباشرة للجرعة الحساسة جدا للنترونات مع قدرة للكشف تصل إلى بضع ميكروسيفرت، وهي غير حساسة بتاتاً للفوتونات. ومع ذلك، فإن كل من الأنواع الثلاث المذكورة للمقاييس له مدى محدود لطاقة النترونات.

3-23 تم توصيف أنظمة خاصة للرصد الفردي للنترونات في مرفق II – وتعطي أمثلة على تطبيقاتها لرصد الأفراد في منشآت إعادة معالجة الوقود النووي والمستشفيات ومناطق المفاعلات وذلك في المرجع [13] .

3-24 للتحكم في تعرض الأفراد يوميا، قد يكون من الضروري استخدام مقاييس إضافية من الطراز ذي القراءة المباشرة (الإلكتروني)، والذي يمكن أن يوفر تقديرات لجرعات الأفراد بتكرارية أكثر من المقاييس النمطية الروتينية. ويجب استخدام هذه المقاييس لأغراض الرقابة، وليس كبدائل للمقياس المعتمد من السلطة التنظيمية لأغراض حفظ السجلات (مقياس التسجيل). ومع ذلك فإذا أمكن اعتماد مقياس إلكتروني بواسطة السلطة التنظيمية بتصميم مناسب لكي يستخدم على أساس مقياس التسجيل (يتميز بمدى كاف للطاقة والحساسية والاستجابة الخطية والدقة.. الخ) فقد يخدم بشكل فعال كلا الغرضين.

الرصد المرتبط بعمل شاق

3-25 لأغراض الرقابة على الجرعة في المجالات التي يمكن أن يزداد فيها المجال الإشعاعي الذي يعمل فيه أفراد بشكل ملحوظ وغير متوقع (الفقرة 3-9) فإنه من الواجب ارتداء مقاييس إضافية يمكنها إعطاء معلومات مبكرة عند التغيرات السريعة للمجال الإشعاعي في محيط العمل. وتتضمن أمثلة المقاييس من هذا النوع مقياس القلم ذي القراءة المباشرة والذي يمكن قراءته أثناء التشغيل وبعد يوم العمل، والمقاييس الإلكترونية ذات الإنذار النشط والتي تطلق إشارات إنذارات سمعية أو مرئية إذا تجاوزت الجرعة أو معدل الجرعة مستوى معين. معظم أجهزة الإنذار هذه تستخدم عدادات جيجر – مولر أو كواشف ثنائي السليكون(Silicon diode) وهي مناسبة لقياس جرعة الفوتونات بطاقة تزيد عن عتبة من 20-80 كيلو فولط حسب النوع. وقد تكون هذه الأجهزة غير واقعية في حالات تواجد إشعاعات ضعيفة الاختراق أو تولد الإشعاع بشكل نبضي في المجالات، والتي يكون معدل الجرعة فيها مرتفعا لدرجة عالية. وفي بعض الأحوال تسبب المجالات الكهرومغناطيسية المحيطة قراءات زائفة في بعض تصميمات المقاييس الإلكترونية.

3-26 لأغراض التشغيل لفترة قصيرة في مجالات الإشعاع المرتفعة، يجب تصميم برامج خاصة للرصد تتضمن استخدام أجهزة الإنذار. وفي المجالات العالية غير المنتظمة يجب استخدام مقاييس إضافية للجسم والأطراف (على سبيل المثال: الأصابع، المرفق، الركبة أو الرأس).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

الرصد الخاص

27-3 في الحالات التي قد تتعدى فيها جرعات الأفراد بكثير القيم المتوقعة في ظروف العمل العادية، يجب إعطاء اهتمام خاص لإمكانيات مقاييس الجرعة ولتطبيق القياسات وطرق الحساب المطلوبة لتقييم الجرعة الفعالة أو جرعات أعضاء الجسم.

28-3 ولكي نتجنب استخدام مقياس حوادث إضافي، يجب أن يكون المقياس الروتيني قادرا على توفير معلومات عن الجرعات الممتصة للفوتونات حتى 10 جراى على الأقل[14] . إلا أنه من المعروف أن مقاييس معينة للجرعة مثل مقياس الأفلام قد لا تكون قادر على تحقيق ذلك عند كل الطاقات. وأن ارتداء مقياس الإنذار سوف يمنع عادة تعرضات كبيرة وقد يساعد في تقليل الجرعة بشكل كبير في حالة الحوادث، وليس مطلوبا أن تكون مقاييس الإنذار دقيقة جدا، ولكن يجب أن يكون موثوقاً جدا بها خاصة في المجالات ذات معدل الجرعة المرتفع.

29-3 وفي حالة حوادث الحرجية التي تتضمن مواد إنشطارية، يكون موضوع قياس الجرعة متخصصا جدا ويتعدى مجال هذا المطبوع ويعالج هذا الموضوع في المرجع[14] .

تفسير النتائج

رصد الأفراد

30-3 لأغراض الوقاية الإشعاعية، تفسر الكميات التشغيلية المقاسة $H_p(10)$ و$H_p(0.07)$ بدلالة الكميات الوقائية وهي الجرعة الفعالة E ومكافئ الجرعة للجلد والأطراف H_T، ولإتمام ذلك، يجب إجراء افتراضات واقعية بالنسبة لنوع انتظام المجال الإشعاعي ولاتجاه العامل ضمن هذا المجال[15] . تحت هذه الظروف، تعطي قراءة المقياس تقديرا جيدا لتعرض العامل بدون التهوين أو التهويل الحاد للكمية الوقائية الملائمة.

31-3 في حالة تحرك العاملين داخل مكان العمل، يجب الأخذ في الاعتبار ثلاثة أنواع من المجال متعدد الاتجاه عامة: أ)- الإشعاعات التي تسقط غالبا من النصف الأمامي للفراغ (الأمامي – خلفي، أو هندسة أخ،(Anterior-posterior, AP geometry ، ب)- من النصف الخلفي للفراغ (Anterior-posterior, PA geometry)، ج)- الإشعاع الساقط من كل الاتجاهات بشكل متماثل وعمودي على الجسم (الدوراني، Rotational, or ROT). ويوجد نوع رابع حيث تسقط الإشعاعات بشكل منتظم من كل الاتجاهات، بما في ذلك من أعلى وأسفل (ISO) وهو نادر الحدوث في حالات التعرض المهني). إذا كانت الإشعاعات تسقط من الخلف (مثل سائق السيارة التي تنقل موادا مشعة)، يجب ارتداء المقياس على الظهر. وبالنسبة للإشعاعات شديدة الاختراق، يمكن افتراض أن $H_p(10)$ المقاسة بواسطة مقياس شخصي تم ارتداؤه على الصدر، يقرّب الجرعة الفعالة إلى القيمة الصحيحة بدقة كافية، على الأقل بالنسبة للإشعاعات الساقطة من الأمام أو الإشعاعات اسطوانية التماثل(ROT) . لذلك فان ارتداء مقياس واحد موضوع على الجذع من الأمام (أو من الخلف) يعطي بشكل عام تقييما مرضيا للجرعة الفعالة. ومع ذلك، إذا اقتربت الجرعة من الحد المعني يجب تطبيق عامل تصحيح ملائم بالنسبة إلى الأوضاع AP ، PA و ROT معتمدا على معرفة بالإشعاع وظروف التعرض. وتوجد إرشادات تفصيلية أكثر عن تفسير نتائج مقياس الجرعة المأخوذة في أوضاع هندسية مختلفة لظروف التعرض، المرجع [16].

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

3-32 وفي حالات أخرى، عندما تستدعي الضرورة إجراء تفسيرات إضافية لمكافئات الجرعة الشخصية، يوصي بالإجراءات التالية:

(أ) عندما يكون الاجراء الذي نوقش في الفقرة 3-31 غير قابل للتطبيق بسبب عدم إمكانية تحليل المعلومات حول تماثل مجال الإشعاع أو حركة الأفراد وذلك بالدقة الكافية، فإن إجراء بحث باستخدام مقاييس عديدة على دمية قد يبين ما إذا كان تطبيق عامل تصحيح مناسب للنتائج من مقياس واحد يكون كافيا، أو إذا كان استخدام مقاييس عديدة ضروريا لاستيفاء أهداف الرصد الروتيني للأفراد. يمكن إتخاذ اجراء مشابه لإعادة سيناريو التعرض بعد حادثة ما.

(ب) إذا كان المجال الإشعاعي غير متجانس بشكل واضح والجرعات أو معدل الجرعات المتوقعة مرتفعة نسبيا، لذلك يجب ارتداء مقاييس عديدة.

(ج) عند استخدام مقاييس متعددة يمكن تعيين مكافئ الجرعة بإستخدام طرق الحساب المنشورة في المرجع[12] . وهناك إرشادات إضافية عن استخدام المقاييس المتعددة قد نشرت بواسطة المعهد الوطني الأمريكي للمعايير[17] (ANSI) . وقد يستدعي الأمر في حالة هندسيات التعرض المركبة إجراء سلسلة من الحسابات بواسطة نماذج رياضية وذلك لتحديد العلاقة بين قراءات المقاييس ومكافئ الجرعة أو الجرعة الفعالة.

3-33 إن الشك في تقدير الجرعة الفعالة من قراءة مقياس واحد تعتمد على عدد من العوامل، مثل الشك في قياس $H_p(10)$ كما هو وارد في الفصل الخامس، والعلاقة بين $H_p(10)$ و E التي روجعت بواسطة مجموعة عمل مشتركة من ICRP و ICRU [11].

رصد مكان العمل

3-34 عند تقدير الجرعات على أساس نتائج الرصد الروتيني لمكان العمل، يجب أن يكون هذا الرصد مستمرا وممثلا لكل مناطق العمل بالمكان .ويجب أن يكون الأساس لبرنامج الرصد الروتيني للإشعاعات الخارجية في أماكن العمل هو المسح الشامل، والذي يجب إجراؤه عند تشغيل أي منشأة جديدة، أو عند إجراء تغييرات جذرية في الإنشاءات القائمة. وتعتمد تكرارية الرصد الروتيني لمكان العمل على التغيرات المتوقعة في البيئة الإشعاعية:

(أ) عندما لا يتوقع حدوث تبديل جوهري للدروع الواقية أو للعمليات الجارية في مكان العمل، فيجب تطبيق رصد روتيني بين الحين الآخر لأغراض التحقق.

(ب) عند توقع تغيير في المجال الإشعاعي في مكان العمل بحيث لا يكون التغيير سريعا أو حادا، فإن الرصد الدوري أو العارض لأغراض التحقق، وبالأخص عند النقاط السابق إنشائها، سوف يعطي عادة إنذارا كافيا وفي الوقت المناسب عند حدوث أي تدهور في الظروف، وكبديل لذلك يمكن استخدام نتائج الرصد الفردي.

(ج) عند توقع زيادة المجالات الإشعاعية بشكل سريع وغير متوقع بحيث يبلغ مستويات خطيرة، يجب استخدام نظام من أجهزة الإنذار توضع إمّا في مكان العمل و/أو تُرتدى بواسطة الأفراد، بالإضافة إلى المقاييس الشخصية. في هذه الأحوال يمكن فقط بواسطة

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

أجهزة الإنذار هذه تجنب تراكم مكافئات جرعة كبيرة في دورة عمل قصيرة بشكل موثوق به.

3-35 في المجالات المختلطة لأشعة جاما وجسيمات بيتا والتي يتغير فيها الإسهام النسبي لكل منهما في معدل مكافئ الجرعة بشكل ملحوظ نتيجة لتغيرات بسيطة في التشغيل، قد يكون من الضروري استخدام نوعين من الأجهزة. والبديل لذلك استخدام جهاز واحد بفرض أنه قادر على قياس كل من مكافئ الجرعة المحيطة $H^*(10)$ ومكافئ الجرعة الاتجاهية $H'(0.07, \Omega)$.

3-36 إذا تم استخدام أجهزة مصممة على نحو ملائم ومعيّرة بشكل دقيق، مع توافر بيانات إشغال ملائمة، يفترض أن توفر الكمية المقاسة في مكان العمل الأساس لتقدير مرضي للجرعة الفعالة لعامل ما، أو مكافئ الجرعة في الأعضاء والأنسجة لعامل ما. وتوفر الكميات التشغيلية للجرعة $H^*(10)$ و $H'(0.07, \Omega)$ والمحددة للرصد المكاني تقديراً كافيا للجرعة الفعالة وجرعة الجلد. إن أجهزة الرصد المكاني المصممة لقياس الكميات المحددة في الهواء الحر (مثل الكيرما) ليس لديها عامة الاستجابة الصحيحة للطاقة لأجل قياس $H^*(10)$.

3-37 ومن الجدير الذكر أن الكمية $H^*(10)$ قد تغالي في تقدير $H_p(10)$ بشكل ملحوظ إذا قيست بمقياس مستخدم بواسطة فرد (وبالتالي الجرعة الفعالة) خاصة إذا كان المجال منتظما. وذلك لأن أجهزة قياس $H^*(10)$ لها استجابة منتظمة في جميع الإتجاهات، بينما الكميات $H_p(10)$ و E تعتمد على زاوية السقوط.

3-38 في الحالات التي تتعرض فيها الأطراف وأجزاء الجلد غير المغطاة من الجسم أو العيون لأشعة ضعيفة الاختراق بشكل موضعي، فإن مكافئ الجرعة الاتجاهي $H'(0.07, \Omega)$ يوفر تقييما كافيا لمكافئ الجرعة للعامل. وللمجالات متعددة الاتجاهات، يجب أن تدور الأجهزة في المجال الإشعاعي وتؤخذ أكبر قيمة للجرعة المعطاة بواسطة الجهاز لتجنب الاستهانة في تقدير جرعة الجلد أو العين. وعلى المشغل أن يدرك احتمال تواجد مصادر نقطية أو حزم رفيعة للأشعة قد يعطي قراءات مضللة.

3-39 تعيّر أجهزة المسح في مجالات إشعاعية بحيث يتم تشعيع حجم الكاشف بشكل منتظم، مع اعتبار مركز الكاشف كنقطة مرجعية. ومع ذلك فإن الكثير من مجالات إشعاعية تشعع الكاشف بطريقة غير منتظمة (مثلا، قريبا من المصادر النقطية أو الحزم الرفيعة للأشعة). هذه الحالات تتطلب عناية خاصة، وقد يكون من الضروري إيجاد عامل تصحيح يمكن تطبيقه على القراءات للحصول على معدل صحيح للجرعة. هذه العوامل قد تزيد عن 100[18] . إن إحدى الطرق هي إستخدام شبكة من المصادر النقطية لمحاكاة الشكل الهندسي المطلوب للمصدر.

3-40 يستخدم رصد مكان العمل، في حالات كثيرة، لوضع حد أعلى لمكافئ الجرعة المأخوذ بواسطة العاملين، بحيث لا يتطلب الأمر وضع قيود إضافية على الحركة داخل مكان العمل. وفي هذه الحالات، يفترض أن يتواجد الشخص طوال فترة العمل في المكان الذي يكون فيه معدل مكافئ الجرعة الأعلى قيمة. ومع ذلك، ولأغراض تقييم الجرعة والتسجيل، يجب الحصول على تقديرات شَغْل واقعية وإستخدامها. وفي حالات تغير معدل الجرعة بشكل كبير مع الوقت، يجب تسجيل مدى الشَغْل في مكان العمل، بحيث يمكن استخدام فترات الشَغْل ومعدل الجرعة المعني وذلك لتقييم التعرض. ويمكن الحصول على معلومات إضافية عن رصد أماكن العمل في دليل الأمان المصاحب [4] وتقرير ICRP ذي العلاقة[5] .

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

تقدير التعرض العارض

41-3 كما هو مذكور في الفقرة 3-29، فإن الإرشادات الخاصة بالطرق المتخصصة لتقييم التعرضات الطارئة، والتي تتجاوز بكثير حدود الجرعة التشغيلية فإنها تقع خارج نطاق دليل الأمان هذا. ومن الأمثلة الهامة لحالات التعرض الحاد لمستوى عال، حوادث الحروجية أو الحوادث في منشآت التشعيع الصناعي. إن تقييم هذه التعرضات قد يبدأ باستخدام بيانات رصد الأفراد وأماكن العمل، وهناك طرق إسترجاعية (retrospective) لقياس الجرعة قد تكون ضرورية، وهي معقدة وعالية التخصص مثل تحليل شذوذ الكروموزومات، والرنين الإلكتروني المغزلي(ESR) . ومحاكاة الحادثة والنمذجة الحاسوبية.

4 - مواصفات قياس الجرعة

مقدمة عامة

1-4 تعتمد مواصفات الأداء الأساسي لمقاييس الجرعة الشخصية على أهداف الرصد الفردي [3](أنظر أيضا الفصل 3). وقد وردت إرشادات عامة عن المواصفات الشخصية في دليل الأمان المصاحب) [3] ويتضمن على سبيل المثال، المواصفات ذات العلاقة بكميات الجرعة التي يجب قياسها، والدقة الكلية التي يجب الحصول عليها، ومستوى الرصد الواجب ممارسته). وهناك معلومات إضافية وضعت بواسطة ICRP [6,5] وICRU [7-9] وفريق العمل المشترك بينICRP و ICRU[11]. وقد طورت كل من وكالة الطاقة النووية التابعة لـ OECD/NEA (OECD (والمجموعة الأوروبية لقياس الجرعة الإشعاعية (EURADOS CENDOS) إرشادات عن مشاكل محددة تم تحديدها في الرصد الفردي والتي وجد أنها تحتاج إلى توضيح أكثر[19-22] .

2-4 إن هدفا رئيسيا لقياس الجرعة الشخصية هو توفير قياس موثوق به للكميات التشغيلية H_p *(0.07)* و H_p *(10)* لأغلب الحالات العملية، بحيث لا يعتمد ذلك على نوع للإشعاع أو طاقته أو اتجاه سقوطه، وإن يتم بدرجة دقة كلية محددة سلفا. إن الخواص الأخرى لمقياس الجرعة التي تعتبر هامة من الناحية العملية تتضمن الحجم والشكل والوزن والهوية. ويعتبر اعتماد استجابة المقياس على الطاقة واتجاه الإشعاع ذو أهمية خاصة في قياس H_p *(0.07)* و H_p *(10)* [23].

3-4 ويجب أن تخضع المراصد المكانية المستخدمة في تقدير الجرعة لاختبار النوع وللمعايرة بدلالة الوحدات التشغيلية *H*(d)* و *H'(d)*، ويجب أن يتم التشغيل في إطار معايير موضوعة سلفا للدقة الكلية مع الأخذ في الاعتبار الاعتماد على طاقة الإشعاع، واتجاه السقوط، ودرجة الحرارة وتداخل ترددات الراديو والكميات الأخرى المؤثرة. وكما هو الحال بالنسبة لمقاييس الجرعة الشخصية، فإن اعتماد الاستجابة على الطاقة وعلى الاتجاه لها أهمية خاصة.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المواصفات لمقاييس الجرعة الشخصية

الدقـة

4-4 يمكن استيفاء متطلبات الدقة الكلية عمليا بواسطة وضع معايير لعدد من البارامترات ذات التأثير على أداء المقياس، مثل الاستجابة لنوع الإشعاع، والتوزيـع الطيفي والاتجاهي، والتأثيرات البيئية. ويقدم هذا الفصل إرشادات عن معايير الأداء للمقاييس الشخصية لرصد الأفراد تحت الظروف العملية للإشعاع المتضمنة التعرض لجسيمات بيتا وأشعة جاما والنترونات.

5-4 إن المعلومات المتعلقة بعدم اليقين (Uncertainties) التي يمكن توقعها عند إجراء قياسات بالمقاييس الشخصية للجرعة في أماكن العمل معطاة في الفقرة 251 من نشرة ICRP رقم 75[5] ، والتي تنص على مايلي:

" لاحظت اللجنة أنه من الممارسة العملية يمكن في العادة تحقيق دقة حوالي 10% عند مستوى الثقة 95% لقياس مجالات الإشعاع تحت ظروف معملية جيدة (الفقرة 271، النشرة رقم 60). وفي مكان العمل حيث يكون طيف الطاقة واتجاه المجال الإشعاعي غير معروف عموما بشكل جيد، فإن عدم اليقين في القياس بواسطة مقياس الأفراد سيكون أكبر بكثير. وسوف يترتب على عدم التماثل والإتجاه غير المؤكد لمجال الإشعاع أخطاء عند استخدام نماذج عيارية. وإن عدم اليقين الكلي عند مستوى الثقة 95% لتقدير الجرعة الفعالة حول حدود الجرعة المعني، قد يصل إلى معامل (1.5) في كلا الإتجاهين بالنسبة للفوتونات وقد يكون أكبر بكثير بالنسبة للنترونات ذات الطاقة غير المؤكدة وبالنسبة للالكترونات. إن عدم اليقين يزداد بصورة لا يمكن تفاديها عند المستويات المنخفضة للجرعة الفعالة لكل أنواع الإشعاع."

6-4 بالرغم من أن تعليمات ICRP لم تنص على ذلك بوضوح، فإن البيان السابق يمكن تفسيره عموما على أنه يعني، بالنسبة لعدد كبير من العاملين الذين يستخدمون نظاما معينا لقياس الجرعة، فإن 95% من الجرعات السنوية المسجلة يجب أن تقع في إطار حدود عدم اليقين المقبول. ويجب أخذ بيان ICRP بمعنى أنه في حالة الجرعات التي هي في مستوى حدود الجرعة السنوية، فإن الجرعات السنوية الظاهرة لفرد معين $H_p(0.07)$ - و$H_p(10)$، كما هي مبينة بواسطة عدد من مقاييس الجرعة الأساسية والتي تصدر بشكل منتظم خلال السنة، والتي تم ارتداءها على سطح الجسم، يجب أن لا تختلف بأكثر من 33% أو + 50%(عند مستوى الثقة 95%) عن مكافئات الجرعة المبينة بواسطة مقياس جرعة مثالي تم ارتداءه عند نفس النقطة وفي نفس الأوقات.

7-4 وقد اقترحت ICRP قيمة لمستوى التسجيل، أي الجرعة التي فوقها يتطلب الأمر تسجيل الجرعات. وقد أقرت أن:

"تعتبر اللجنة الآن أن مستوى التسجيل لرصد الأفراد يجب أن يشتق من طول دورة الرصد وجرعة سنوية فعالة لا تقل عن 1 ملي سيفرت أو مكافئ جرعة سنوي حوالي

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

10% من حد الجرعة المعني" (المرجع - [5] الفقرة 232)[1]. إن جرعة أقل من مستوى التسجيل هذا لن تؤخذ في الاعتبار عند تقييم جرعة الفرد، وعليه فإن الشكل المطلق R (بدلالة الجرعة) الذي يمكن استنتاجه باستخدام:

$$R = L \times \frac{\text{دورة الرصد بالشهور}(1)}{12} \qquad (1)$$

وهذا سيكون مقبولا حيث L تساوي 1 ملي سيفرت أو 10% من حد مكافئ الجرعة السنوي المعني كيفما يكون ملائما. ويضع هذا معيارا واقعيا للدقة لأغراض قياس الجرعات في مدى الجرعات المنخفضة.

8-4 وعليه فان توصيات ICRP [5] تحدد المستويات المقبولة لعدم اليقين عند مستويين للجرعة:

(أ) في المدى القريب من حد الجرعة المعني، فان معامل مقداره (factor of 1,5) في كلا الاتجاهين يعتبر مقبولا.

(ب) في مدى مستوى التسجيل فإن عدم اليقين المقبول هو المطبق± 100 .%وتؤدي هذه الصورة لعدم اليقين التي يمكن قبولها إلى اعتماد معادلة ثانوية(Step function) ، ويصبح من المستحب تطبيق إجراء تبسيطي. وللمساعدة في تنفيذ هذه الإجراء فإن توصية عدم اليقين المقبول في مدى الجرعة المتوسطة يمكن أخذها من نشرة سابقة لـ ICRP [24]. هذه النشرة توصي بأن معامل اثنين في كلا الإتجاهين هو عدم يقين مقبول للجرعات التي تعادل حوالي خُمس (1/5) حد الجرعة المعني. وعلى هذا الأساس يمكن تبسيط فواصل الدقة المسموح بها، وذلك كدالة في مستوى الجرعة [25] . ويعطي الحد الأعلى R_{UL} من:

$$P_{UL} = 1.5 \times \left(1 + \frac{H_0}{2H_0 + H_1} \right) \qquad (2)$$

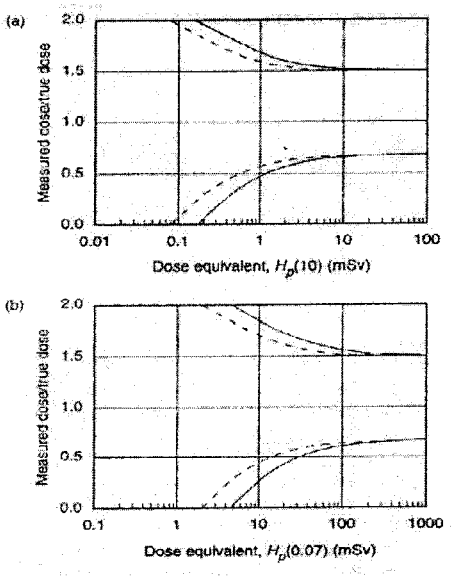
حيث H_1 الجرعة الحقيقية المتعارف عليها و H_o أقل جرعة مطلوب قياسها، أي [24]. مستوى التسجيل (والذي يساوي R في المعادلة –1). ويعطي الحد الأدنى R_{UL} من:

$$R_{LL} = \begin{cases} 0 & \text{for } H_1 < H_0 \\ \frac{1}{1.5}\left(1 + \frac{2H_0}{H_0 + H_1} \right) & \text{for } H_1 \geq H_0 \end{cases} \qquad (3)$$

---

[1] بالرغم من أن هذا التعريف لمستوى التسجيل مفيد لتحديد الدقة الضرورية، أوضحت الـ ICRP أنه عمليا يستخدم مستوى التسجيل لرصد الأفراد للتعرض الخارجي، في نطاق ضيق لأن الجرعة المقاسة تتخذ مباشرة كمعيار للجرعة الفعالة. وعليه يجب استخدام الحد الأدنى للكشف كمستوى للتسجيل، وأي نتائج أقل من هذا المستوى تعتبر صفرا" (مرجع [5] الفقرة 233) .

بالنسبة لـ $H_p(10)$ في دورات رصد كل شهر أو شهرين، فإن H_0 تساوي *0.08* أو *0.17* ملي سيفرت على الترتيب (باستخدام *1* ملي سيفرت من المعادلة 1). وبالنسبة لـ $H_p(0.07)$ و H_0 تكون 4.2 ملي سيفرت و 3, 8 ملي سيفرت بالنسبة لدورة رصد شهر وشهرين على الترتيب (اعتمادا 10% من الحدود السنوية 500 ملي سيفرت للأطراف أو الجلد). ويبيّن الشكل –2 فواصل الدقة بطريقة بيانية. وجدير بالذكر أن أي تغيير في قيمة مستوى التسجيل سوف يؤثر على شكل المنحنى في مدى الجرعات المنخفضة. بالإضافة إلى ذلك، فإن انخفاضا في الشك بدرجة كبيرة عند الجرعات المنخفضة يمكن الحصول عليه باستخدام المقاييس النشطة (ذات القراءة المباشرة) لهذا النوع من مقاييس الجرعة ويمكن تطبيق المضاعف 1,5 لكل مستويات الجرعة ذات العلاقة.



شكل رقم 2- الحدود العليا والدنيا المسموح فيها لمعدل الجرعة المقاسة/ الجرعة الحقيقية المتعارف عليها كوظيفة الجرعة (a) بالنسبة لـ $H_p(10)$ و(b) $H_p(0.07)$. الخطوط المتقطعة تمثل فترات الرصد الشهرية، والخطوط المستمرة تمثل فترات الرصد كل شهرين.

تحليل بيانات عدم اليقين (Uncertainties)

9-4 يتحدد عدم اليقين الكلي لنظام قياس الجرعة من التأثيرات المشتركة لنوعين من عدم اليقين(الطراز –أ عدم اليقين العشوائي والطراز –ب عدم اليقين المنهجي – أنظر المرجع[26].

10-4 يعرف عدم اليقين المعياري للطراز –أ، U_A بأنه الانحراف المعياري $\sigma(\overline{X})$ لسلسلة من القياسات بقيم مشاهدة x (والتي تكون توزيعا عشوائيا بمتوسط $\overline{X}$). وبيانات عدم اليقين من الطراز – أ هي التي يمكن – مبدئيا- تخفيضها بشكل ملحوظ بواسطة زيادة عدد مرات القياس. ومن المصادر النمطية بعدم اليقين من الطراز – أ:

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

11-4 إن بيانات عدم اليقين من الطراز – ب U_B هي تلك التي لا يمكن تخفيضها بقياسات مكررة، وتعتبر المصادر التالية عادة مسببة لعدم اليقين من الطراز – ب:

(أ) الاعتماد على الطاقة.
(ب) الاعتماد على الاتجاه.
(ج) اللاخطية في الاستجابة.
(د) الاضمحلال(Fading) ، ويعتمد على درجات الحرارة والرطوبة المحيطة.
(هـ) التأثيرات الناتجة عن التعرض للضوء,
(و) التأثيرات الناتجة عن أنواع من الإشعاعات المؤينة غير مخطط قياسها بواسطة المقياس.
(ز) التأثيرات الناتجة عن الهزات الميكانيكية.
(ط) التغير في الخلفية·الطبيعية المحلية.

12-4 وغالبا ما تظهر تأثيرات عدم اليقين من الطراز – ب بتوزيع احتمالي معين وتتصرف مثل الطراز – أ، على سبيل المثال، عند التشعيع بزاوية معينة، يتعرض المقياس الشخصي لخطأ منهجي نتيجة لتغير الاستجابة مع الزاوية. وإلا أنه عندما يتم ارتداء نفس المقياس بواسطة شخص يعمل في حدود بيئته الإشعاعية، حيث يكون التشعيع من زوايا مختلفة فإن عدم اليقين الناتج يسلك مسارا مشابها للطراز – أ. وقد أوصت ISO [26] ضرورة توصيف عدم اليقين من الطراز – ب بواسطة الانحرافات العيارية والتباينات وأن كل من عدم اليقين من الطراز – أ والطراز – ب يجب أن يضما بطريقة الجذر التربيعي لمجموع مربع الطرازين للحصول على عدم اليقين المجمع. ولما كان عدم اليقين الكلي يتضمن كلا من عدم اليقين العشوائي (الطراز أ) (Type A) وعدم اليقين (الطراز ب) المنهجي(Type B) ، فإنه من الضروري لاتخاذ الخطوة السابقة عدم وجود مجموعة من العاملين، حتى إذا تشكلت من نسبة صغيرة من مجموعة كبيرة، والتي تكون ظروف مكان العمل لها تقتضي أن يتجاوز عدم اليقين المنهجي قيمة عدم اليقين العشوائي المذكورة أعلاه.

13-4 ويمكن التعبير عن عدم اليقين المجمع U_C كما يلي:

$$U_C = \sqrt{u^2_A + u^2_B} \qquad (4)$$

وللحصول على قيمة عددية لـ U_B ، يجب تقييم عدم اليقين المنفصل $U_{B,i}$ لكل عدم يقين منفرد i. ويمكن الحصول على U_B باستخدام:

$$U_B = \sqrt{\sum_i u^2_{B,i}} \qquad (5)$$

14-4 ومن المتعارف عليه أن عدم اليقين من الطراز – ب يمكن التعبير عنها بواسطة التوزيع المتعامد الإحتمالي للكثافة (rectangular probability density distribution) حيث يمكن الحصول على عدم اليقين المعياري بواسطة

14-4 ومن المتعارف عليه أن عدم اليقين من الطراز – ب يمكن التعبير عنها بواسطة التوزيع المتعامد الإحتمالي للكثافة (rectangular probability density distribution) حيث يمكن الحصول على عدم اليقين المعياري بواسطة

$$U_{B,i} = \frac{a_i}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

حيث a_i هي نصف مدى القيم التي يفترض أخذها بواسطة البارامتر i.

15-4 وعليه تعطي المُعادلات (4) و(5) و(6) مايلي:

$$U_c = \sqrt{\left(U_A^2 + \frac{1}{3}\sum_i a_{2i} \right)} \quad (7)$$

16-4 وعليه فإن عدم اليقين المعياري المجمع مازال له خاصية الانحراف المعياري. بالإضافة إلى ذلك، وإذا كان – إضافة لذلك – من المعتقد وجود توزيع جاوسي (عياري) Gaussian لكثافة الاحتمال فإن انحراف معياري واحد على كل جانب من المتوسط يقابل حدود ثقة بحوالي 66%. لذلك فإنه من الضروري غالبا ضرب عدم اليقين المعياري المجمع بمعامل مناسب يسمى معامل التغطية K(coverage factor)، للحصول على عدم اليقين ممتد (ويعرف أيضا عدم اليقين الكلي overall uncertainty). أمّا القيم النمطية لمعامل التغطية هي 2 أو 3، والتي تقابل تقريبا حدود الثقة 95% و99% على الترتيب. ويجب أن يشار بوضوح إلى القيمة العددية المأخوذة لمعامل التغطية.

معايير الأداء

17-4 يجب أن تستخدم معايير الأداء الواردة في الفقرات 4-18، 4-20 للبرهنة على المواءمة مع توصيات ICRP عن الدقة الكلية. وهي متوافقة بالكامل مع توصيات اللجنة الأوروبية [22]. ومع ذلك، فقد تبين أن المتطلبات الوطنية قد ترى أنه من الضروري تطبيق معايير أخرى، والتي قد تكون أكثر تشددا، أو ذات أساس رياضي أصلب، وذلك لأغراض التصديق وأختبار الأداء.

18-4 يمكن استخدام المعادلة (4) لتعيين قيمة واحدة لعدم اليقين الكلي لنظام قياس الجرعة والتي يمكن استخدامها لإثبات المواءمة مع توصيات ICRP عن الدقة الكلية (على سبيل المثال مدى عدم اليقين من – 33% إلى + 50% للجرعات القريبة من حد الجرعة). وقد تستخدم المعادلة أيضا لتعريف معايير الأداء الضرورية لإستيفاء معايير الدقة للـ ICRP. إن عدم اليقين المسموح به للمدى – 33% إلى + 50% من الجرعة المقاسة يمكن تحقيقه عند مستوى الثقة 95% (وهي تقابل معامل تغطية 1،96) إذا كان:

$$1 \cdot 96 U_C \leq 0.5 \times (0.33 + 0.50) \quad (8)$$

وعليه من المعادلة (4):

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} \leq 0.21 \quad (9)$$

حيث يجب التعبير عن U_A و U_B بدلالة خارج قسمة الأداء H_t / $(H_t H_m - H_t)$ / حيث تعبّر H_m و H_t عن الجرعة المقاسة والجرعة الحقيقية المتعارف عليهما على الترتيب. وعليه فان قبول نظام لقياس الجرعة، لا يتضمن الالتزام بمعايير معينة لكل بارا متر مشكوك فيه بشكل منفصل، ولكنه يتطلب أن تكون التأثيرات المجمعة من عدم اليقين تقع في إطار حد معين.

19-4 عمليا، فإن عدم اليقين المترتب عن إعتماد استجابة مقياس الجرعة على الطاقة والاتجاه حظي بإهتمام أكبر من أي مصدر آخر للخطأ، لأن التأثيرات من كل مكونات عدم اليقين الأخرى يفترض أن تكون أصغر بكثير. وعليه فإنه من الملائم التفرقة بين عدم اليقين من طراز – ب نتيجة للإعتماد على الطاقة والاتجاه، والموصّفة بواسطة الانحراف المعياري المحصل $U_{B(E,\alpha)}$ ، وعدم اليقين نتيجة لكل أنواع طراز – ب الأخرى، والموصّفة بالانحراف المعياري المحصل $U_{B(0)}$. وتعطي المعادلة (5).

$$U_B = \sqrt{U_{B(E,\alpha)}^2 + U_{B(0)}^2} \quad (10)$$

وعليه، فبإستخدام المعادلة (9):

$$\sqrt{U_A^2 + U_{B(E\alpha)}^2 + U_{B(0)}^2} \leq 0.21 \quad (11)$$

20-4 من المعادلة (11)، فإن Δ أعلى قيمة مسموح بها لـ $UB_{(E,\alpha)}$ ، يمكن حسابها إذا كانت U_A و $U_{B(0)}$ معروفة. لذلك عند الجرعات القريبة من حد الجرعة.

$$\Delta = \sqrt{0.21^2 - U_A^2 - U_{B(0)}^2} \quad (12)$$

على سبيل المثال، يفترض أن $U_A = U_{B,(0)} = 0.10$ وعليه فإن أعلى عدم يقين مسموح به للاستجابة المجمعة على الطاقة والإتجاه عند 95% مستوى ثقة يساوي Δ 1. 96 $\pm$ والمدى (Δ 1.96 $\pm$) يساوي $\pm$0.30.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

معايير أخرى

4-21 بالإضافة إلى المعايير العددية لاداء مقاييس الجرعة الشخصية، يجب الأخذ في الاعتبار معايير أخرى مثل إمكانية الاستخدام العملي والعوامل الإقتصادية. والمعايير من هذا النوع تتضمن ولكنها لا تقتصر على مايلي:

(أ) التكلفة المنخفضة.
(ب) الوزن الخفيف والحجم والشكل المناسب ووسائل التعليق الملائمة.
(ج) المقاومة الميكانيكية بدرجة كافية والإحكام ضد الغبار.
(د) التوصيفات غير المبهمة.
(هـ) السهولة في التداول.
(و) نظم القراءة الموثوق بها.
(ز) توافر مصدر موثوق به لتوريد المقاييس باستمرار لمدة طويلة.
(ح) التكيف لتطبيقات عديدة مثل قياس جرعة الجسم وجرعة الأطراف.
(ط) إمكانية المعالجة الآلية.

4-22 بالنسبة لقياس الجرعة للأطراف، يجب الاهتمام بشكل خاص بالمقاومة الميكانيكية للمقاييس وبمقاومتها الظروف البيئية الشديدة مثل درجة الحرارة والرطوبة، حيث أن هذه المقاييس غالبا ما تستخدم تحت ظروف عمل شاقة. وعندما تصل الأطراف إلى مسافة قريبة من المصدر، مثل أطراف الأصابع، فإن تغيرات كبيرة في معدل الجرعة يمكن أن تحدث على سطح اليد، ومن المهم تثبيت المقياس على السطح الأمامي للإصبع. ولهذه الأغراض يجب استخدام كواشف صغيرة يمكن أن تثبت بالإصبع بواسطة شريط لاصق أو غطاء للإصبع أو محبس للإصبع.

مواصفات لرصد أماكن العمل

4-23 بصفة عامة، يجب إجراء تقدير للجرعات الفردية من التعرض للإشعاعات الخارجية بواسطة مقاييس الجرعة الشخصية. وهو الطريق المعتاد للالتزام بالمتطلبات الرقابية الوطنية.

4-24 وكما تمت مناقشته في الفقرة 3-6، قد تكون هناك حالات يتطلب الأمر فيها تقدير الجرعات من تاريخ رصد أماكن العمل. في هذه الحالات قد يكون من الضروري توضيح الترابط بين قيم معدل الجرعة وبيانات الإشغال للأفراد أو المجموعات. وفي الحالات التي يتغير فيها معدل الجرعة بشكل كبير، فيتطلب الأمر توفير بيانات تفصيلية للإشغال.

4-25 تعتمد الشكوك المقبولة في رصد أماكن العمل وحفظ البيانات على المدى والغرض من برنامج الرصد. وفي الفصول التالية، تعطي بعض المعلومات عن الشكوك المقبولة وحفظ السجلات لأغراض تقدير الجرعة.

معايير الدقة والآداء

4-26 لاستيفاء المعايير المحددة في الفصل 3– لتفسير نتائج رصد أماكن العمل بدلالة $H^*(d)$ و$H'(d)$، يجب وضع معايير لعدد من العوامل التي تؤثر على أداء المرصد (مثل اعتماد الاستجابة على نوع الإشعاع، والتوزيع الطيفي والإتجاهي والتأثيرات البيئية) . أنظر الفقرات 4-7 إلى 4-20 للاستدلال بمعايير الأداء للمقاييس الفردية. ويفترض بشكل عام أن الشك في المقاييس المكانية يجب

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

أن يظل في حدود ±30% وتطبق هذه القيمة على الأداء تحت ظروف الاختبار المعملية (ظروف اختبار عيارية)، وقد لا يمكن تحقيقها تحت ظروف التشغيل العادي. ومع ذلك يجب الأخذ في الاعتبار عوامل معينة بشكل مختلف عند تحليل الشكوك على سبيل المثال يجب أن تكون الاستجابة متماثلة بالنسبة لجهاز مصمم لقياس مكافئ الجرعة المحيطة، في حين أن الجهاز المصمم لقياس مكافئ الجرعة الاتجاهية يجب أن يكون له نفس الاستجابة الاتجاهية مثل H'.

معايير أخرى

4-27 توجد عوامل عديدة يمكن أن تؤثر على الدقة الموثوقية في القياسات، بالإضافة إلى اعتماد الإستجابة على الطاقة وزاوية السقوط. ويجب تقدير العوامل التالية على أساس أنها جزء من اختبار النوع (وقد لا تكون هذه القائمة شاملة).

(أ) إمكانية الصمود أمام الصدمات والاهتزاز.
(ب) عدم اعتماد الاستجابة على الضغط الجوي.
(ج) الإحكام ضد الغبار.
(د) مقاومة الماء.
(هـ) عدم اعتماد الاستجابة على معدل الجرعة.
(و) صحة الاستجابة في المجالات النبضية (كما يتطلب)،
(ز) عدم الحساسية للمجالات الكهربية والمغناطيسية،
(ح) الاستقرار تحت ظروف مشددة لدرجة الحرارة والرطوبة،
(ط) عدم الحساسية لأنواع الإشعاعات غير المطلوب قياسها،
(ي) زمن الاستجابة،
(ك) استقرار الاستجابة مع الوقت (الحد الأدنى للإنزياح)،
(ل) الحساسية ومعامل التغيير،

ويجب الأخذ في الاعتبار عوامل أخرى من ضمنها الوزن، والتكلفة، وسهولة التداول والقراءة، والحاجة إلى الصيانة والدعم المستمر الموثوق فيهما.

الاستخدام التشغيلي لمراصد أماكن العمل

4-28 يجب أن تكون مراصد أماكن العمل ملائمة للاستخدام المطلوب. كما يجب التحقق من أن الجهاز ملائم لقياس نوع الإشعاع المطلوب قياسه، وأن نتائجه لا تتأثر بشكل كبير بالأنواع الأخرى من الإشعاع والتي قد تتواجد معه. ويجب عمل ترتيبات للرصد المستمر لمستويات الضرر الإشعاعي في الأماكن التي تحدث فيها زيادات غير متوقعة قد يترتب عليها جرعة كبيرة للفرد. وسوف تتضمن هذه الترتيبات تجهيزات رصد مثبته بشكل دائم. ويجب أن تؤخذ في الاعتبار المواصفات التالية لمراصد أماكن العمل:

(أ) أن تبيّن المراصد معدل مكافئ الجرعة بطريقة طبيعية (رغم أداء مهام إضافية أحيانا مثل حساب الجرعة المتراكمة والوقت المتبقي للإشغال الآمن)،
(ب) يجب أن يكون مدى معدل الجرعة في الجهاز كافيا لتغطية مدى معدلات الجرعة التي قد تحدث عمليا،

(ج) عندما يتعرض الجهاز لجرعة تتجاوز المدى الخاص بـه، يجـب أن يبقـى المؤشـر عاليـا وخارج التقسيم.

4-29 يجـب إجـراء اختبـارات البطاريـة، وإعـادة القـراءة للصفـر، والاختبـارات التـي تبيـن أن استجابة كافية سيتم أداءها وذلك بشكل متكرر كجزء من برنـامج توكيد الجودة، وللتـأكد مـن أن الجهاز ما زال يعمل بشكل مرضي ولم يعاني من أي تلف ملحوظ.

4-30 يجب أن تزود المراصد الثابتة بوسائل إنذار سمعية و/أو مرئية مناسبة لإعطاء إنذار عند الظروف غير المقبولة.

4-31 يمكن إجراء رصد أماكن العمل بواسطة مقاييس جرعة سـلبية مثلTLD ، والـذي يتميز بمدى ديناميكي واسع. إلا أنها لا تعطي أية معلومات عن الاعتماد الزمني للمجال الإشعاعي، وعليه فهي غير مناسبة لتطبيقات تقييم الجرعة، خاصة إذا كانت معدلات الجرعة قد تتغير بشكـل ملحـوظ مع الوقت. وتمثل أجهزة القياس الطيفي إضافة مفيدة لقيـاس الجرعـة، وهـي مطلوبـة عندمـا يـؤدي القصور في المعلومات عن طيف الإشعاع إلى التشكيك في أداء المراصد المكانية.

تحديد مواقع مراصد أماكن العمل

4-32 يجب الإهتمام بعناية باختيار مواقع رصد مكـان العمـل وعـدد الأجـهزة المسـتخدمة. وإذا كان المجال الإشعاعي موصّفا بشكل جيد، ومنتظما في المكان، ولا يتغـير بشكـل كبـير مـع الوقـت، فإنه من الممكن تبرير وضع عدد قليل من الأجهزة أو ربما جهاز واحد لرصد مكـان العمـل. وعلـى النقيض، يجب استخدام أجهزة أكثر إذا كان معدل الجرعة يتغير بشكل سـريع مـع الوقـت والمكـان. وقد يكون من المفيد إستخدام أجهزة متنقلة على شرط توافر المستندات الداعمة لتحديد مكـان ووقـت القياس. ويجب أن تكون المواقع المختارة لرصد مكان العمل ممثلة لشَغْل العـاملين كمـا هـي محـددة على أساس التشغيل المتوقعة.

5 - اختبار النوع

مقدمة عامة

5-1 يتضمن اختبار النوع لنظام قياس الجرعة إختيار خواص الأداء للنظام ككل تحت ظروف تشعيع وتخزين مختلفة. وبصفة خاصة، يجب تقييم مصادر الشك التي نوقشت في الفصل الرابـع. ويتضمن هذا التقييم، بصفة أساسية دراسة تغير استجابة المقياس بالنسبة للطاقة وإتجاه سقوط حزمة الإشعـاع. ويتضمن أيضـا خـواص أخـرى لقيـاس الجرعـة مثل، خطيـة اسـتجابة المقيـاس، مـدى الجرعات التي يمكن قياسها، وقابلية المقياس للعمل بشكل مرضي على مدى الجرعـات التـي يمكـن قياسـها، وقابليـة المقيـاس للعمـل بشكـل مرضـي علـى مـدى معقـول مـن ظـروف درجـة الحـرارة والرطوبة، وقابليته للإستجابة الصحيحة عند معدلات الجرعـة العاليـة وفـي المجـالات الإشعاعيـة النابضة. ويتضمن اختبار النوع أيضا اختبارات ذات طبيعة عامة، مثل قابلية المقياس للعمـل بشكـل مرضي في مدى معقول مـن المجـالات الكهربيـة والمغناطيسـية، وقابليتـه للصمـود أمـام الصدمـات الميكانيكية والاهتزازات. ويجب تحليـل اختبـار النـوع بدلالـة معـايير الأداء (أنظـر الفقـرات 4-17

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

حتى 4-20)، ويجب أن تهدف إلى تبيان ما إذا كانت هذه المعايير مستوفاة عمليا مع الأخذ في الاعتبار مدى قيم العوامل المتنوعة في المنشأة حيث سيجري استخدام المقاييس والأجهزة.

2-5 إن إختبار النوع لأجهزة رصد مكان العمل ضروري لتبيان ملاءمة جهاز ما لعمل قياسات كافية في بيئة مكان العمل.

3-5 ويمكن تنفيذ اختبار النوع بواسطة مختبرات عيارية ثانوية (Secondary Standar Laboratories) يمكن مقارنة قياساتها بمعايير أولية.

4-5 وتحدد اللجنة الدولية للتقنيات الكهربية (IEC) في كل معاييرها الظروف التي يجب توافرها في إختبار النوع أنظر على سبيل المثال المرجع[27] . ويجب أن تأخذ البارامترات الأخرى، غير تلك الخاصة بالكمية المؤثرة قيد البحث، كالقيم الثابتة المحددة في الظروف المرجعية. ويتضمن المرفق IV – قائمة بظروف الاختبارات المرجعية والمعيارية للـ IEC . ويتضمن المرجع رقم [28] توصيات مفصلة عن إجراءات المعايرة (Calibration) لمقاييس الأفراد وأماكن العمل.

إختبار النوع لمقاييس الجرعة الشخصية

إختبار النوع لاستجابة الطاقة والاستجابة الزاوية

5-5 تعتبر الإستجابة بالنسبة لطاقة الإشعاع وزاوية السقوط من الخواص الحاسمة لأي مقياس للجرعة (أنظر الفصل –4). ويجب إختبار مقاييس الجرعة لتحديد مدى استيفاء خواص الاستجابة للطاقة والاستجابة الزاوية لتلك المطلوبة بواسطة الكمية أو الكميات التي يجب قياسها.

6-5 وحيث أن تعريف الكميات التشغيلية لرصد الأفراد $H_p(d)$ يحدد قياس مكافئ الجرعة داخل الجسم، فيجب اختبار نوع المقياس على دمية (Phantom) ملائمة لمضاهاة البعثرة المرتدة وتخفيفها بواسطة جسم الشخص. وهذا يفترض أنه، إذا كان أداء المقياس مرضيا على سطح الدمية، فإنه سوف يعمل بنفس المستوى على جسم الفرد.

7-5 وتنصّ الإرشادات الحالية ICRU ، أنه لأغراض اختبار النوع، يجب تشعيع مقياس الجرعة للأفراد على دمية على هيئة شريحة 30سم x 30 سم وسماكة 15سم مصنوعة من بدائل الأنسجة. وتعين الإستجابة للطاقة والإستجابة الزاوية بواسطة حساب $H_p(d)$ لطاقات وزوايا سقوط متنوعة. وتستخدم النتائج لربط الاستجابة المطلوبة لـ$H_p(10)$ ، $H_p(0.07)$ وتلك المطلوبة لواحدة من الكميات الفيزيائية، مثل الجرعة الممتصة في الهواء أو الكيرما، بواسطة مجموعة من معاملات التحويل. ويبين جدول (V-1) و (V-2) من المرفق V معاملات التحويل للفوتونات وحيدة الطاقة للدمية الشريحة 1530 × 30× سم الخاصة بـICRU و المصنوعة من بدائل الأنسجة [11]. وقد حددت المنظمة الدولية للمعايير (ISO) ظروف وخواص مجالات الاشعة السينية العيارية لإستخدامها في أغراض المعايرة وكذلك الدمى التي يجب إستخدامها لهذه الأنواع من الأشعة[29-31] . ويلخص جدول 3-V معاملات التحويل التي يجب استخدامها للإشعاعات الفوتونية المرجعية [31] ISO كما يبيّن جدول 5-V معلومات خاصة باختبار النوع لمقاييس الجرعة للنترونات[11] .

8-5 يتضمن جدول V-6 معاملات التحويل للإلكترونات. ويعتبر استخدام معاملات التحويل المحسوبة لإختبار نوع المقياس أقل ملائمة لأشعة بيتا، لأن معدل الجرعة في حزم المعايرة إما أن تكون معروفة للمصادر العيارية الثانوية، أو مقاسة بغرفة تقدير استقرائي(Extrapolation Chamber) (بدلالة معدل مكافئ الجرعة على عمق 0.07 مم و10.0 مم بالنسبة لمشعات بيتا ذات الطاقة الأعلى – في وسط مكافئ للأنسجة، والذي يعطي نفس التبعثر المرتد والتوهين مثل الأنسجة الرخوة). وتعتبر النتائج مماثلة لشريحة الأنسجة الخاصة بـ ICRU لأن مدى الإلكترونات من مشعات بيتا الشائعة قصيرة نسبيا. لذلك يمكن أخذ النتائج على أنها قياسات لـ $H_p(0.07)$ و$H_p(10)$. وقد تستخدم غرف التقدير الاستقرائي حينئذ على أنها جهاز عياري أولي أو ثانوي لقياس هذه الكميات لأشعة بيتا.

9-5 وقد ظهرت مشكلة عملية لأن بديل الأنسجة للـ ICRU لا يمكن إنتاجه بشكل مطابق كما هو محدد. وعليه يجب إستخدام دمية التبعثر المرتد الملائمة والموصّفة بواسطة ISO أثناء تشعيع المقاييس لكل الجسم (الشريحة[3]). والأذرع والأرجل (الدعامة[4]) والأصابع (القضيب[5]) [31]. وتعتبر خواص التبعثر المرتد لهذه الدمى (Phantoms) مقبولة ومتقاربة مع أنسجة ICRU لكل من إشعاعات الفوتونات والنترونات. ويتضمن المرجع [28] ، إرشادات أكثر تفصيلا عن إستخدام هذه الدمى لأغراض المعايرة.

10-5 إن تعريف $H_p(10)$ و$H_p(0.07)$ يعني تغير الاستجابة حسب زاوية السقوط إذا كانت الأشعة موصّفة بدلالة سيال الجسيمات. وذلك نتيجة لزيادة التوهين مع الزاوية في المادة المحيطة بالنقطة حيث تعرف الكمية (لأنه عند سقوط الأشعة بزاوية، فإنها سوف تخترق مسافة أكبر في المادة للوصول إلى عمق معين أكثر من الأشعة التي تسقط عموديا على السطح). وهذا التوهين الإضافي يكون صغيرا لحالة$H_p(0.07)$ ، فيما عدا جسيمات بيتا، ولكنه ملموس لحالة $H_p(10)$ لكل من الفوتونات والنترونات، خاصة عند الطاقات الأقل. وعليه يمكن وصف التغيرات الملائمة للإستجابة مع الزاوية بواسطة ملاحظة تغير $H_p(10)$ مع الزاوية. ويتضمن الجدول (V-1) العلاقة بين الطاقة والنسب $H_p(10,\alpha)/H_p(10,0°)$ وكذلك $H_p(0.07,\alpha)/H_p(0.07,0°)$ بالنسبة لحالة الفوتونات لعدد من الزاويا الممثلةα ويبين شكل (V-2) النسب $H_p(10,a)/H_p(10.0°)$ لحالة النترونات[11] .

11-5 يمكن تلخيص إجراءات اختبار النوع كما يلي، على سبيل المثال وذلك باستخدام تشعيع المقاييس الفوتونات لقياس الكمية $H_p(10)$ وحسب الخطوات التالية :

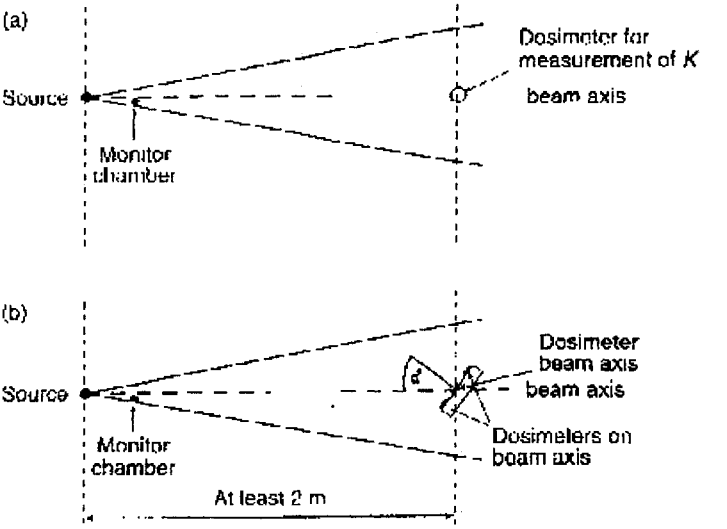
---

3 حاوية مملوءة بالماء بأبعاد 30سم x 30 سم15 x سم بجدران من البولي ميثيل ميتاكريلات (PMMA) وسماكة الجدار 1سم. بنافذة دخول واحدة 30سم30 x سم وسماكة 5.1مم.

4 اسطوانة من الـ PMMA مملوءة بالماء بطول 30سم وقطر خارجي 73مم وسماكة الجدار 2.5مم.

5 قضيب صلب من الـ PMMA بطول 30سم وقطر 19مم.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.



(1) إختر متوسط طاقة الفوتون من مرجع ISO للإشعاعات الوارد في الجدول (V-3) (المرفق V-)، وأضبط حزمة الأشعة مع غرفة الرصد (الشكل 3-أ).

(2) تم تجميع الأشعة بحيث تكون غرف الرصد والشريحة ومقاييس الجرعة محاطة بالكامل بالأشعة عند مسافة 2 متر على الأقل .

(3) في غياب الشريحة والمقاييس، وعند مؤشر معين D على غرفة الرصد، قم بقياس كيرما الهواء (K_a) باستخدام جهاز مثل غرفة التأين، عند الوضع الذي سوف يشغل بواسطة النقطة المرجعية للمقياس [27] عندما يوضع على الدمية أثناء التشعيع الفعلي. ويجب أن تكون هذه النقطة على بعد مترين على الأقل من المصدر (الشكل 3-أ).

(4) أضرب كيرما الهواء المقاسة بواسطة معامل التحويل الملائم C لحالة $H_p(10,\alpha)$ من الجدول(V-1) ، أي تعطي قيمة $H_p(10,\alpha)$ بواسطة K ($x\ C$ عند مؤشر المرصد D. حينئذ فإن كل وحدة على غرفة الرصد تقابل قيمة $H_p(10,\alpha)$ تساوي $(K_\alpha \times C)/D$ ؛

(5) ضع الدمية الشريحة والمقاييس في حزمة الأشعة بحيث تسقط الحزمة على المقاييس بزاوية(، مع النقطة المرجعية للمقياس على محور الحزمة[6] عند نفس الوضع الذي تم فيه قياس كيرما الهواء في الخطوة –3 المذكورة أعلاه (الشكل –3- ب).

(6) إختر مكافئ الجرعة H التي سوف تعرض لها المقاييس، شعّع المجموعة حتى تبين غرفة الرصد القيمة المطلوبة لـ $(K_\alpha \times C)/(H \times D)$ ؛

(7) عالج المقاييس وقارن قراءاتها مع مكافئ الجرعة الحقيقي H لحالة $H_p(10,\alpha)$.

---

[6] عند تشعيع مقاييس متعددة في نفس الوقت حسب الطريقة المذكورة أعلاه، فإنه قد يكون من الضروري إجراء تصحيح للمسافة غير المنتظمة إلى المصدر وذلك للأوضاع خارج محور الحزمة. ويقترح إدارة الدمية خلال التعرض بحيث يتم التشعيع بزاوية-α .

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

12-5 عادة ما يتم تحديد معايير الأداء بالنسبة لاستجابة المقياس الشخصي للطاقة وزاوية السقوط لكل بارامتر بشكل منفصل. على سبيل المثال، لحالة الاستجابة للطاقة عند السقوط العمودي للأشعة، ولحالة الإستجابة الزاوية عند طاقة معينة. ومع ذلك فإن تأثير هذين البارامترين على عدم اليقين يكون تبادليا، وعليه يجب تحديد معايير لتأثيرهما المجمع. أحد المداخل هو تحديد معايير للاستجابة الزاوية والتي يجب استيفاؤها على كل مدى الطاقة المطلوب رصده. وعمليا يتم أخذ المتوسط عند زوايا سقوط مختلفة أثناء فترة الرصد. وعليه يمكن افتراض أن تحديد معايير للقيمة المتوسطة للاستجابات لعدد من زوايا السقوط كافية، على أن تستوفى معايير الأداء الكلية شروط المعادلة – (9).

13-5 يمكن استخدام الإجراءات التالية لتحديد الاستجابة المجمعة للطاقة ولزاوية السقوط عمليا وذلك لمقياس جرعة شخصية (أنظر الفقرة 4-4). ويجب رسم منحنى الاستجابة للطاقة لكل من $H_p(0.07)$ و $H_p(10)$ عند زوايا سقوط، 0°، ±20°، ±40°، ±60° من العمودي. ويجب عمل قياسات منفصلة لكل زاوية في كل من مستوى الدوران الأفقي والدوران الرأسي ما لم يكن المقياس ذا تماثل أسطواني. ويجب عمل القياسات باستخدام الإشعاعات المرجعية المحددة في معايير ISO ، في إطار مدى الطاقة:

(أ) 15 ك إ ف حتى 1.5 م إ ف للفوتونات،
(ب) 0.2 م إ ف حتى 3.5 م إ ف (E_{max}) لجسيمات بيتا،
(ج) من النترونات الحرارية حتى 15 م إ ف.

ويجب اختيار معاملات التحويل لطاقة الفوتونات وأشعة بيتا والتي يجب استخدامها في القياسات، من القوائم المعطاة في الملحق-V ، مع الأخذ في الاعتبار الاستخدام المعني للمقياس. وعادة ما تجري هذه القياسات على دمية البعثرة المرتدة على هيئة متوازي مستطيلات مملوء بالماء[31]. وإذا كانت زوايا السقوط أكبر من ±60° ذات أهمية خاصة، فيجب أن يتم الاختبار على دمية أكثر واقعية (مثل اسطوانة بيضاوية).

14-5 لحساب متوسط الاستجابة للطاقة عند الزوايا الأربع (0°، 20°، 40°، 60°) لمجال إشعاعي متماثل بشكل حقيقي، فإنه سيكون من الضروري ترجيح النتائج لكل زاوية بدلالة الزاوية المجسمة المقابلة لمقياس الجرعة. وعمليا تكون ظروف التشعيع في الغالب متماثلة دورانيا بحيث يكون للاستجابات عند كل زاوية معامل ترجيح متساو. حينئذ يمكن رسم منحنى استجابة لكل نوع من الإشعاع بواسطة حساب رسم متوسط الاستجابة الزاوية لكل طاقة ε [32,33]:

$$\overline{R_\varepsilon} = 0.25\left(R_{\varepsilon,0} + R_{\varepsilon,20} + R_{\varepsilon,40} + R_{e,60}\right) \qquad (13)$$

حيث $R_{\varepsilon\alpha}$ الاستجابة عند طاقة ε وزاوية سقوط α والتي نحصل عيها من المعادلة:

$$R_{\varepsilon,\alpha} = \frac{(H\varepsilon,\alpha)_m}{(H\varepsilon,\alpha)_t} \qquad (14)$$

حيث $(H_{\varepsilon\alpha})_m$ هي الجرعة المقاسة و $(H_{\varepsilon\alpha})_t$ هي القيمة الحقيقية المتعارف عليها.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

15-5 إذا فرض أن $\bar{R}_\varepsilon$ تمثل متوسط الاستجابة عن الطاقة لمدى زوايا سقوط الأشعة أثناء مدة الرصد، يمكن أخذ القيم $|R_\varepsilon - 1| \pm$ على أنها مؤشر لعدم اليقين لاستجابة الطاقة.

16-5 من المعادلة (11)، يتم تقييم الحدود المسموح بها $\pm 1.96\Delta$ لعدم اليقين المجمع (عند مستوى الثقة 95%) بالنسبة للاستجابة المجمعة للطاقة وزاوية السقوط للمقياس. وعليه يمكن اعتبار أداء المقياس مرضيا إذا استوفى الشرط التالي:

$$\left| \overline{R\varepsilon} - 1 \right| \leq 1.96\,\Delta \qquad (15)$$

وذلك بالنسبة لكل طاقات التشعيع المحددة للاختبار مع استيفاء المعادلة (9) بالنسبة لمعايير الأداء الكلي. ويجب الإحاطة بأن هناك مداخل لتقييم الاستجابة الزاوية للمقاييس تم تطبيقها بواسطة معامل وطنية للمعايرة.

اختبار النوع لخواص هامة أخرى

17-5 بالإضافة إلى اختبارات الاستجابة للطاقة وزاوية السقوط، يوجد عدد من الخواص لنظام قياس الجرعة يجب أخذها في الاعتبار عند إجراء اختبار النوع. يجب إثبات ملائمة نظام قياس الجرعة بواسطة تحليل نتائج اختبار هذه الخواص باستخدام المعادلة (12). وقد تم نشر طرق اختبار هذه الخواص، بواسطة جهات وطنية ودولية للمعايير [27، 34، 35]. ويجب إجراء الاختبارات للخواص الواردة في القائمة في الفقرة 4 – 11.

اختبار النوع لمراصد أماكن العمل

18-5 إن إجراءات قياس الاستجابة للطاقة وزاوية السقوط لأجهزة رصد أماكن العمل مشابهة لتلك الخاصة باختبار النوع للمقاييس الفردية، فيما عدا أن التعرضات الإشعاعية لحالة رصد أماكن العمل تكون عادة في الهواء الطلق (أي بدون دمية). ويمكن إيجاد المعلومات الخاصة باختبار النوع وأداء الأجهزة في المراجع الواردة في المرفق VI . ويتضمن الجدول V-7 و V-8 معاملات التحويل الواجب استخدامها في حالة $H^*(d)$ و $H'(d)$ [11].

19-5 وقد أصدرت الـ IEC معايير لمعظم أنواع أجهزة الرصد للوقاية الإشعاعية. ويتضمن المرفق VI أمثلة لهذه المعايير. ولا تعطي هذه المعايير مواصفات الأداء الواجب استيفاؤها فقط، ولكنها أيضا تصف طرق اختبار النوع الواجب تنفيذها. ويجب إجراء الاختبارات لتحديد الأداء الإشعاعي (مثل الخطية و الاعتماد على الطاقة والاستجابة الزاوية) والأداء البيئي والكهربي والميكانيكي.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

6 - اختبار ما قبل الاستخدام والاختبارات الدورية

6-1 يجب اختبار الأجهزة قبل الاستخدام الأول للتأكد من أنها تطابق بيانات اختبار النوع، ويجب تصميم هذا الاختبار لتحديد العيوب المؤكدة مثل المعايرة الخاطئة أو التجميع غير الصحيح للكاشف. ويوفر اختبار ما قبل الاستعمال أيضا أساس للاختبارات الروتينية اللاحقة. وعادة يمكن اختيار سلسلة محدودة من الاختبارات والتي يمكن أن توفر ثقة كافية لأداء جهاز معين. ويتضمن المرجع [28] توصيات تفصيلية. وعلى الجهة التي تقوم بهذه الاختبارات أن يكون معترفا بها من السلطة التنظيمية كمؤهلة للقيام بذلك.

6-2 يجب إجراء الاختبار الدوري لأجهزة رصد أماكن العمل أو المسح الإشعاعي مرة كل سنة على الأقل، ويجب أن تتضمن مجموعة من اختبارات ما قبل الاستخدام، مختارة لتحديد ما إذا كان هناك أي تدهور في أداء الجهاز. وفيما يلي أمثلة للأشعة المرجعية التي يمكن استخدامها:

(أ) لمراصد معدل جرعة الفوتونات، تستخدم أشعة جاما بطاقة 0.662 م إ ف الصادرة من المصدر ^{137}Cs

(ب) لمراصد معدل جرعة النترونات، تستخدم النترونات من المصدر $^{241}Am\text{-}Be$،

(ج) لمراصد معدل جرعة أشعة بيتا، تستخدم أشعة جاما 0.662 MeV من المصدر ^{137}Cs بالإضافة الى مصدر بيتا ذي طاقة منخفضة،

(د) بالنسبة لمراصد التلوث بجسيمات بيتا، تستخدم جسيمات بيتا عند أو أقل من الحد الأدنى للطاقة التي عندها يستخدم المرصد.

6-3 بعد إجراء الاختبار يجب وضع ورقة لاصقة على الجهاز مبين عليها البيانات ذات العلاقة، والتي تتضمن الجهة المنفذة للاختبار، ورقم شهادة الاختبار، وتاريخ الاختبار أو تاريخ إجراء الاختبار التالي. ويجب إجراء الاختبارات بواسطة جهات لديها مجالات مرجعية للإشعاع يمكن إرجاعها إلى الهيئة الوطنية للمعايير.

6-4 ويجب أن يغطي الاختبار مدى معدلات الجرعة السائدة بطريقة معقولة. كما يجب تحديد المدى الذي لم يختبر الجهاز عنده بوضوح ويوثق.

7 - اختبار الأداء

مقدمة عامة

7-1 بالإضافة إلى اختبار النوع لنظام رصد الجرعة الشخصية، حيث يتم تحليل الأداء الكلي للنظام بعناية للتحقق من أنه يستوفي معايير الدقة (الفصل –4)، فإنه من الضروري إثبات أن معيار الأداء هذا باق بشكل مستمر. ويجب إجراء ثلاثة أنواع من الاختبارات بشكل منتظم لهذا الغرض، كما يلي:

(أ) :اختبار الأداء المعتمد هو وسيلة لإثبات أن معيار الاداء الكلي للمقياس مستوفي،

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

(ب) الاختبار الروتيني أو المعايرة الروتينية هو وسيلة للتحقق من الحساسية والإتقان والدقة لنوع منفرد للأشعة والطاقة،

(ج) الاختبارات المرتبطة ببرنامج توكيد الجودة (QA). ويجب أن يتضمن الاعتماد الأولي لخدمة قياس الجرعة من السلطة التنظيمية مجموعة من اختبارات النوع واختبارات اعتماد الأداء.

اختبار اعتماد الأداء

7-2 يتم إجراء اختبار الأداء كجزء من إجراءات معتمدة لإثبات أن مواصفات الأداء الأساسية متواصلة بشكل روتيني. ويجب أن تؤكد النتائج بيانات اختبار النوع.

7-3 وقد يقسم برنامج اختبار اعتماد الأداء إلى مستويات إشعاعية مختلفة للتكيف مع درجات مختلفة لتصميم مقياس الجرعة، مثل أن تكون معتمدة على أنواع الإشعاع ومدى الطاقة الذي يغطيه المقياس. وقد يتضمن كل اختبار مدى من الطاقات المختلفة وزوايا السقوط للأشعة، والتوزيع الملائم للجرعات ملائم على المدى من 0.2 ملي سيفرت حتى 100 ملي سيفرت على الأقل لإختبار الأداء الكلي للنظام. وقد يكون من الضروري إضافة مدى أكبر للجرعة إذا استخدم المقياس في القياس المعتمد للجرعة في حالة الحوادث. ويجب أن تستوفي نتائج هذا الاختبار معايير الدقة الكلية المحددة بواسطةICRP ، بحيث إن 95% من النتائج تقع في نطاق مدى الدقة المحدد في الفصل –4 (شكل 2).

7-4 يجب إجراء اختبارات اعتماد الأداء على فترات منتظمة حسب المتطلبات التنظيمية، وذلك بواسطة جهة اختبار خارجية، وقد تستخدم في الاعتماد الإبتدائي و/أو الجاري لتشغيل خدمة قياس الجرعة.

اختبار الأداء الروتيني

7-5 إن الغرض من اختبار الأداء الروتيني لرصد الجرعة الشخصية هو اختبار صحة ودقة نظام في قياس الجرعة لقياس الجرعات عند طاقة منفردة، عادة ما تكون طاقة المصدر المستخدم في المعايرة مثل أشعة جاما من ^{137}Cs أو ^{60}Co بالنسبة لمقاييس الفوتونات. ويجب اختبار الدقة (معطاة بالانحراف المعياري لقياسة واحدة) وصحة البيانات (متوسط انحراف القراءات عن القيمة الحقيقية المتعارف عليها) عند مستويات مختلفة للجرعة. ويجب أن تستوفي نتائج الاختبارات معايير صحة البيانات المعطاة في المعادلتين (2)، (3) والمبينة بالشكل 2. وهذا النوع من الإختبار يفيد أيضا في توافق الحساسية الكلية للنظام. وعادة ما تجري اختبارات الأداء الروتينية بواسطة جهة الخدمة نفسها، ويجب تكرارها على فترات منتظمة، يفضل مرة كل شهر. وعلى النقيض، فإن اختبارات توكيد الجودة لرصد ظواهر محددة لأداء النظام تتم بمعدل يومي عموما.

7-6 يجب فحص أجهزة رصد أماكن العمل باستخدام مصدر مشع وذلك على فترات قصيرة للتأكد من أنها تعمل بشكل صحيح. ويجب أن يكون اختيار المصدر والمدى المختبر ملائمان لنوع الرصد المطلوب عمله.

7-7 ويتضمن الجدولان I ، II ملخصات لبرامج الاختبار الموصى بها لمقاييس الجرعة الفردية ولأجهزة أماكن العمل على الترتيب.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول I- ملخص الإختبار لمقاييس الجرعة الفردية

تكرارية الاختبار	القائم بالاختبار	نوع الاختبار
مرة واحدة، عادة قبل التسويق للمستخدم النهائي	المصنع أوجهة اختبار معتمدة	النوع
سنويا	جهة معتمدة من السلطة التنظيمية	الاعتماد
شهريا	المستخدم النهائي أو المصلحة	روتيني
يوميا، قبل البدء في معالجة مقياس الجرعة	المستخدم النهائي أو المصلحة	توكيد الجودة

جدول II- ملخص الإختبار لأجهزة رصد أماكن العمل والمسح (الإشعاعي)

تكرارية الاختبار	القائم بالاختبار	نوع الاختبار
مرة واحدة، عادة قبل التسويق للمستخدم النهائي	المصنع أو جهة اختبار معتمدة	النوع
مرة واحدة، قبل وضع الجهاز في الخدمة	المصنع أو المستخدم النهائي أو جهة اختبار معتمدة	قبل الاستخدام
سنويا أو بتكرار أكثر، حسب استقرار الجهاز والغرض من الاستخدام	المستخدم النهائي أو جهة معايرة معتمدة	الدوري
كما هو محدد بواسطة السلطة التنظيمية، عادة كل 2 – 3 سنوات	جهة معتمدة لاختبار الأداء	الأداء

8 - حفظ سجلات الجرعة والتقرير

عـــام

8-1 حفظ سجلات الجرعة هو إعداد سجلات للجرعة الفردية وحفظها بالنسبة للعاملين بالإشعاع. وهو جزء أساسي من عمليات رصد تعرض الأفراد للاشعاع ودعم للأهداف الكلية للرصد (الفصل –3). ويتضمن دليل الأمان المعني [3] ارشادات عامة عن حفظ السجلات والتقرير. وفي هذا الفصل، تعطي معلومات إضافية مرتبطة بشكل خاص بالجرعة من الإشعاعات الخارجية.

8-2 يجب أن توفر التقارير الدعم لإتخاذ القرار وتبين وتسهل الإلتزام التنظيمي، وتفيد في إعادة ترتيب النتائج في أي وقت لاحق، وتسهل التنسيق مع تقارير أخرى مثل تقارير الرصد الداخلي والرصد المكاني. ويجب أن يكون من السهل استرجاع المعلومات وأن يكون محافظا عليها من الضياع. مثل هذه الحماية تتطلب عادة عمل نسختين من التقارير وحفظها في مكانين منفصلين جيدا، بحيث لا يمكن أن يدمر كلا التقريرين في حادثة واحدة. ويجب تدعيم التقارير لكل فرد قيد الرصد، بأن تكون معرفة بالموقع والغرض والتاريخ واسم المنشئ، ويجب أن تكون واضحة ومقروءة ومفهومة لشخص مؤهل، وأن تكون كاملة وصحيحة. ويجب الأخذ في الاعتبار أية متطلبات ملزمة وطنيا أو إتفاقيات دولية للحفاظ على خصوصية سجلات البيانات الفردية.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

حفظ السجلات للرصد الفردي

8-3 إن الغرض من حفظ السجلات، وطبيعة ومجال السجلات ونطاق أنظمة حفظ السجلات، يعتمد على المتطلبات الوطنية. ويجب أن تتضمن السجلات نتائج رصد الأفراد لكل من الإشعاع الخارجي واندخلات المواد المشعة.

8-4 تستخدم مؤسسات الخدمات الحديثة لرصد الأفراد، خاصة الكبيرة منها، درجة عالية من الآلية، وغالبا ما تستخدم أنظمة متكاملة كليا لربط حفظ سجلات الجرعة مع البيانات الرقمية والاسمية لمقاييس الجرعة والتقييم اللاحق للجرعة. مثل هذه النظم الآلية، خاصة إذا كانت المقاييس معرّفة بأسماء حامليها عليها (وهي تمثل خط دفاع إضافي ضد أخطاء إصدار المقاييس)، فهي تقدم درجة عالية من التكامل وبالتالي الجودة – بالنسبة للخدمة المقدمة.

8-5 عند تسجيل جرعات الأفراد المهنية، فإنه من المتعارف عليه عدم تسجيل جرعات نتيجة ظروف يمكن اعتبارها خارج مسئولية إدارة التشغيل، مثل التعرضات التي قد تمّ استثناؤها أو التي تصدر من مصادر قد تم استثناؤها من قبل السلطة التنظيمية. ومع ذلك، فإن الجرعات الناتجة عن العمل بمواد تحتوي على مستويات مرتفعة من النويدات المشعة الطبيعية، تعتبر في نطاق مسئولية إدارة التشغيل، وعليه يجب أن تدخل في تسجيل الجرعات المهنية للأفراد[6] .

8-6 عند تقييم قراءات المقاييس الشخصية للجرعة، فإنه من المستحيل واقعيا التفرقة بين الفوتونات وجسيمات بيتا، وعليه فإنه من غير المعقول محاولة التعرّف (والتبليغ) بشكل منفصل عن مكونات بيتا وجاما بدلالة $H_p(0.07)$. ومع ذلك، ونظرا لأن الأنواع المختلفة من الإشعاعات ذات القيمة المرتفعة للإنتقال الخطي للطاقة (LET) لها معاملات نوعية مختلفة، فإنه من المستحسن تسجيل جرعات النترونات بشكل منفصل عند الرصد بدلالة $H_p(10)$. ويجب أن نتذكر أنه يجب تجميع جرعات الفوتونات والنترونات وجسيمات بيتا لتعيين مكافئ الجرعة الشخصية الكلية.

8-7 إذا كان تقييم الجرعة غير متاح خلال فترة رصد (أو عدم رصد) عامل بمجال الإشعاع. والتي قد تحدث عندما يتلف المقياس أو يفقد، أو عند تسجيل جرعة تبيّن بعد التقصي أنها غير صحيحة – يجب أن يسمح نظام حفظ السجلات بإدخال جرعات تمّ تقديرها أو تقييمها بواسطة شخص مرخص له. ويجب وضع علامة على تقديرات الجرعة هذه بحيث يمكن التفرقة بينها وبين القياسات الرسمية للجرعة المأخوذة بواسطة خدمة رصد معتمدة.

8-8 بالنسبة للأفراد الذين هم في حاجة لإستخدام مقاييس الأطراف، يجب حفظ سجلات منفصلة لتعرض كل طرف. تصبح إجراءات حفظ السجلات أكثر تعقيدا، خاصة عندما يتم ارتداء مقاييس الأطراف لمدة معينة فقط أثناء السنة. في هذه الحالات، ومن أجل إنجاز سجل كامل للجرعة لكل طرف، يجب أن تتضمن السجلات قراءات مقاييس الأطراف خلال الفترات التي كانت مستخدمة فيها، وقراءات $H_p(0.07)$ من مقياس الجسم خلال الفترات التي كانت فيها مقاييس الأطراف غير مستخدمة.

حفظ السجلات لرصد أماكن العمل

8-9 يجب حفظ السجلات التي توثق تعيين المناطق المحكومة والمناطق الخاضعة للإشراف وتحديد أماكنها، ويجب حفظ سجلات المسح الإشعاعي أيضا، بما في ذلك التاريخ والوقت والموقع

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

ومستويات الإشعاع المقاسة، وأي ملاحظات ذات علاقة بالقياسات التي تمت. ويجب أن تحدد السجلات (الجهاز) الأجهزة المستخدمة والأفراد القائمون بالمسح.

8-10 يجب أن يتضمن السجل المناسب لمعايرة أجهزة الرصد تعريف الجهاز، ودقة المعايرة على مدى تشغيلها لأنواع الأشعة المطلوب رصدها، وتاريخ الاختبار، وتعريف المعايير المستخدمة في المعايرة، وتكرارية المعايرة، واسم وتوقيع الشخص المؤهل الذي أشرف على الاختبار.

تقرير المعلومات للإدارة

8-11 يجب على الإدارة أو السلطة التنظيمية تحديد الإجراءات والمعايير المستخدمة لتقرير نتائج رصد الأفراد وأماكن العمل بشكل واضح. ويجب أن تكون المعلومات المدونة محددة ومفهومة بشكل واضح. وعادة يكتب في التقرير النتائج النهائية فقط.

8-12 في حالات الحوادث، أو التعرضات التي قد تقترب من أو تزيد على الحدود التنظيمية، يجب توفير نتائج مؤقتة بحيث يمكن البدء في أعمال إدارية ملائمة واستجابات أخرى. ويجب أن تتضمن النتائج القياسات المأخوذة والتعرض المترتب على هذه القياسات، مؤسسا على معاملات تحويل ملائمة. ويمكن إذا كان ذلك ملائما إصدار توصيات لمتابعة الرصد وقيود في أماكن العمل. ويجب تحديد مصدر المعلومات المدونة بوضوح، وكذلك تحديد نقطة اتصال لأية معلومات إضافية. وأخيرا يجب ذكر عدم اليقين في القيم المقاسة والمحسوبة، مصحوبة ببيان عن مصادر التغير التي أخذت في الاعتبار، وتحديد كميتها وانتشارها في عدم اليقين المقتبس.

9 - توكيد الجودة

المتطلبات

9-1 تعتمد الفعالية المستمرة لأي برنامج للوقاية من الإشعاع، على هؤلاء الذين ينفذون المكونات المتنوعة للبرنامج، بما في ذلك تطبيق برنامج فعال لتوكيد الجودة. وتعطي المتطلبات العامة لتوكيد الجودة المرتبطة بالتعرض المهني في المعايير الأساسية للأمان[2] ، كما تعطي إرشادات عامة في دليل الأمان المعني[3] . ويتطرق الفصل التالي إلى موضوعات مرتبطة بتقييم للإشعاعات الخارجية بشكل أكثر تحديدا.

التنفيذ والإدارة

9-2 يجب أن تتفق طبيعة ومدى برنامج توكيد الجودة مع عدد العاملين الخاضعين للرصد، وقيمة وأرجحية التعرضات المتوقعة في أماكن العمل المشمولة ببرنامج الرصد. ويمثل الدليل ISO/IEC 25 [36] أهمية خاصة نظرا لاستخدامه بواسطة الكثير من الهيئات التنظيمية لاعتماد برامج الاختبار والمعايرة.

9-3 يعتبر كل الأفراد المشتركين في برنامج تقييم التعرض الخارجي مسئولين عن جودتها، وبالتالي عن تطبيق برنامج توكيد الجودة وإجراءات الرقابة على الجودة له. ويجب تفويض مسئولية الجودة بالنسبة لعملية معينة، إلى الشخص الذي يقوم فعليا بأداء العملية. ويجب إشراك هؤلاء

الأشخاص بشكل أساسي في تطوير إجراءات الرقابة على الجودة، وتدريبهم على طرق الكشف عن عدم الإلتزام. ويجب أن تشجع الإدارة الموظفين على اكتشاف وتقرير وتصحيح عدم الإلتزام. ويعتبر برنامج توكيد الجودة الذي أنشئ من الأسفل إلى أعلى أكثر فعالية من برنامج توكيد الجودة المفروض من القمة إلى الأسفل. ولكي يكون برنامج توكيد الجودة فعّالا، يجب أن يثق جميع الأشخاص من أن الإدارة تتوقع وتشجع الأداء الذي يحقق أهدافها.

9-4 يجب أن تحدد جهة خدمات قياس الجرعة ممثلا لها لتوكيد الجودة. ويجب على هذا الممثل أن يرصد إجراءات الرقابة على الجودة وأن يقوم بالتدقيقات الداخلية للبرنامج، ويكون مسئولا عن تدريب كل الأفراد على توكيد الجودة، وذلك بالمفهوم العام بالإضافة إلى ما يتعلق بنوعية الجودة المرتبطة بأعمالهم الفردية.

9-5 يتطلب تطبيق برنامج توكيد الجودة وإجراءات الرقابة على الجودة، تفهما كاملا لنظام قياس الجرعة بدءاً من مرحلة تصنيع الأجهزة والمواد وحتى إستخدام المقاييس في مكان العمل.

9-6 قد تشترط اللوائح الوطنية ضرورة إجازة المنشآت المهتمة بالقياسات وتقييم الجرعة الخارجية. ويجب أن تتضمن برامج الإجازة مواصفات تدابير توكيد الجودة والرقابة على الجودة الواجب تنفيذها. وقد تكون تفاصيل نظم إدارة برامج توكيد الجودة والتشكيل التنظيمي وأسلوب الإدارة، مرتبطة بالقوانين الوطنية، وقد تعتمد على طبيعة الخدمات وعلى سبيل المثال:

(أ) عدد مقاييس الجرعة الصادرة،
(ب) عدد العملاء المستفيدين من الخدمة،
(ج) تصنيف المقياس المستخدم (أساسي، قادر على الفصل، نتروني، إلخ)،
(د) الطريقة (أو الطرق) المستخدمة لقياس الجرعة (فيلم، RPL، TLD ،حافرالأثر، إلخ)،
(هـ) خيارات مدد الإصدار المقدمة،
(و) مستوى الآلية.

التوثيق

9-7 يجب توثيق المكونات الأساسية لأنظمة الجودة، بما في ذلك كل الطرق والإجراءات الموضوعة لرقابة العمليات المتعددة في إطار الخدمة. ويجب أن تتضمن الوثائق نتائج كل الاختبارات ذات العلاقة بالجودة لعملية تقييم الجرعة، مثل اختبار النوع لأنظمة قياس الجرعة والمصادقة على أداء الأجهزة.

9-8 إن الجزء الهام من هذا التوثيق هو الكتاب الارشادي للجودة الذي يجب أن يغطي كل الموضوعات في نظام الجودة والمنشأ بطريقة عملية وموجزة. ويجب توفير الأجزاء الملائمة من هذه الوثائق لأعضاء الهيئة الموظفة.

تدريب الأشخاص

9-9 للتأكد من قدرة أفراد خدمة قياس الجرعة على اداء مهامهم بشكل يعتمد عليه، يجب تدريبهم بشكل كاف. ويجب أن يتضمن هذا التدريب:

(أ) مسئولياتهم المحددة في إطار نظام الجودة،

(ب) الفلسفة الأساسية والإستراتيجية لتقييم الجرعة الخارجية،
(ج) الأسس وتفاصيل الأساليب والإجراءات المستخدمة، وحدودها،
(د) التفاصيل الفنية والمشاكل الكامنة للعمليات التي يمكن ان يشاركوا فيها،
(هـ) علاقة الأعمال التي يقومون بها مع أجزاء أخرى من البرنامج،
(و) إرشادات عن التعرف على المشاكل التي قد تحدث والتبليغ عنها،
(ز) معرفة نظام الجودة الكلية وأهدافها.

التجهيزات المعملية

9-10 من الصعب إنجاز نتائج ذات جودة في بيئة دون المستوى المعياري. وعليه يجب توفير معامل كافية وحيز مكتبي ملائم لإستيعاب الأجهزة الضرورية والأفراد. ويجب أن تكون الأجهزة موثوقا بها ومستقرة وملائمة للمهمة المصممة من أجلها، ويجب أن تكون الإجراءات في محلها لحماية الأجهزة من التلوث بالنويدات المشعة. ويجب إنشاء برنامج صيانة وقائي لتقليل فرص تلف الأجهزة في الأوقات الحرجة، مثل حالات الطوارئ. ويجب فصل الأنشطة التي ليست لها علاقة مباشرة بأداء العمليات الخاصة بخدمة قياس الجرعة وذلك لتجنب التداخل غير الضروري. ويجب الأخذ في الإعتبار السلامة العامة لظروف العمل.

9-11 يجب الإهتمام بشكل خاص بمستوى الخلفية الإشعاعية في المعمل. وخاصة في الأماكن التي تحفظ فيها مقاييس الجرعة لوقت طويل قبل الإستخدام أو التقييم. ويجب أن لايتعدى هذا المستوى الخلفية المحلية العادية بشكل ملحوظ. ويجب تقويم مستويات الخلفية بانتظام (باستخدام مقاييس مراقبة)، وقد تستخدم هذه المستويات في برنامج الرصد الروتيني لتعيين صافي الجرعات بعد طرح الجزء الخاص بالخلفية. ويجب أن تتضمن سجلات خدمة قياس الجرعة نتائج القياسات الروتينية للخلفية.

9-12 ويجب أن تكون رقابة مكان العمل كافية للتأكد من أن الأجهزة والمقاييس لن تتعرض لظروف قد تؤثر على أدائها. والعوامل التي يجب أن تخضع للمراقبة تتضمن درجة الحرارة، والرطوبة، ومستويات الضوء والأتربة، والأبخرة الكيميائية النشطة.

9-13 يجب استخدام مصدر مستقر للطاقة الكهربية حتى تبقى الفولطية والتردد في إطار مواصفات الأجهزة المستخدمة. ويجب تقليل المجالات الكهربية والمغنطيسية الشاردة لتجنب التأثير على الأجهزة والمقاييس.

تقييم الأداء

9-14 قد تتغير خواص الأجهزة أو المواد المستخدمة في قياس الجرعة مع الزمن أو الإستخدام. وعليه يجب اختبار أجهزة القراءة المباشرة بمعدل يومي على الأقل. ونظرا لإحتمال تغير حساسية الـTLD ، فمن الضروري تقييم هذه الحساسية بمعدل منتظم. وبالنسبة لأفلام قياس الجرعة، يجب تعيين استرجاعية (reproducibility) عمليات الإظهار والقراءة وذلك لكل مجموعة.

9-15 تحتاج خدمات قياس الجرعة إلى إيجاد تعاون مع منشآت ملائمة للمعايرة. ويجب توفير المصادر المشعة القادرة على إنتاج المجالات الإشعاعية المطلوبة لتقييم أداء نظم قياس الجرعة. كما يجب توفير أجهزة عيارية ثانوية لقياس الشدة في حزم الأشعة بدلالة الكميات الضرورية.

ويجب معايرة أجهزة القياس والمصادر المشعة، مع إمكانية مقارنتها بالمعايير الوطنية. وإذا كان مثل هذا المعيار غير متوفر فيكون مقارنتها مع معيار أولي لدولة أخرى.

9-16 يجب إنشاء نظام لتوفير مؤشر لنوعية الأداء الكلي لخدمة قياس الجرعة. أحد الطرق هو إنشاء مستخدم أو عميل هيكلي. وتعرّض المقاييس لجرعات معروفة بمعدل منتظم، إمّا في المعمل أو بواسطة منشأة اختبار خارجية، وترسل المقاييس للمعالجة تحت أرقام وهمية لعميل أو موظف، بحيث يجري معالجتها بالطرق العادية. ويجب مقارنة قيم الجرعات الواردة في التقرير بالقيم الحقيقية المتعارف عليها، وتناقش النتائج باستخدام الطريقة الواردة في الفصل 4–. ويمكن أيضا الحصول على معلومات ذات قيمة عن اداء نظام قياس الجرعة من خلال المصلحة المشاركة في برامج المقارنة البينية لوسائل قياس الجرعة على المستوى الوطني أو الدولي.

التعاقد لخدمة الرصد

9-17 قد يكون من الضروري لمشغلين عديدين (مسجلين أو مرخص لهم) الحصول على خدمات لقياس الجرعة من الإشعاع الخارجي وذلك بالتعاقد مع موزعين تجاريين. وهذا مطلوب بشكل خاص للمشغلين بحجم عمل صغير مثل الممارسين الطبيين، وأطباء الأسنان، والمستشفيات الصغيرة، ومن لديه معلومات أو خبرة محدودة عن الوقاية الإشعاعية وقياس الجرعة. ومع ذلك عند التعاقد التجاري لخدمات قياس الجرعة، يجب على المشغلين التأكد من وجود وسائل اتصال مناسبة وتفاهم بينهم وبين الموردين للحصول على برنامج فعال لقياس الجرعة. ويجب الأخذ في الإعتبار المواد التالية :

(أ) المتطلبات التنظيمية،
(ب) أنواع الإشعاع المطلوب قياسه ونوع المقياس (مثلا أساسي ويوفر معلومات عن الجرعة المسجلة، أو مقياس ذو القدرة على الفصل ويعطي معلومات إضافية عن نوع الإشعاع وطاقته)،
(ج) نوعية السجلات، والمراجع، أو الشهادات للأجهزة والخدمات،
(د) دورات إستخدام المقياس،
(هـ) تفاصيل عن أين يرتدى المقياس وكيفية تداوله،
(و) طرق قياس الجرعة المستخدمة،
(ز) نظام تعريف المقاييس والمرتدين له،
(ح) حفظ سجلات الجرعة، والتبليغ عن النتائج، وإعلام العملاء، وسهولة الوصول ودرجة السرية،
(ط) تفسير النتائج (الكميات، حدود الجرعة، الخلفية الطبيعية، صافي الجرعة، الحد الأدنى والأعلى للكشف في نظام قياس الجرعة – إلخ)،
(ي) إجراءات الإصدار والإرجاع،
(ك) إجراءات الطلب، والتغيير، وإلغاء الإشتراك،
(ل) المعلومات المطلوبة عن المشغل،
(م) التكاليف،
(ن) الوقت اللازم لتنفيذ طلب الإشتراك أو الإلغاء،
(س) معلومات عن الخدمات الروتينية أو الخاصة المتوفرة، مثل التقرير الفوري عن طريق التليفون أو التلكس في حالة الجرعات العالية غير العادية، وعمليات الطوارئ وإعطاء النصيحة في الأمور الفنية، والعلمية، والقانونية.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

تذييل

رصد تلوث الجلد وتقدير جرعة الجلد

الأهداف الرئيسية

أ-1 يمكن تلخيص الأهداف الرئيسية لرصد وتقييم تعرض الجلد للإشعاع أو تلوثه بالمواد المشعة كما يلي:

(أ) لتحديد مدى الإلتزام بحدود الجرعة، وعليه على وجه الخصوص لتأكيد تجنب التأثيرات القطعية،

(ب) للبدء في أية فحوصات طبية ملائمة أودعمها والتدخل في حالة التعرض لجرعات عالية.

اعتبارات عامة

الإشعاع شديد الاختراق

أ-2 إن تحديد الجرعة الفعالة لأنواع الإشعاع شديد الاختراق يوفر حماية كافية للجلد ضد التأثيرات الاحتمالية. في كل الأحوال واقعا (فيما عدا الحالات التي تتضمن جسيمات حارة – أنظر الفقرة ت – 5)، فإن الأمر لا يتطلب أي رصد إضافي للجلد.

الإشعاع ضعيف الإختراق

أ-3 في حالة الإشعاع ضعيف الإختراق، فإن الأمر يتطلب حدودا إضافية لتعرض الجلد للوقاية من التأثيرات القطعية. وقد أوصت ICRP بحد سنوي لمكافئ الجرعة قدره 500 ملي سيفرت موزعة على مساحة 1سم2، بصرف النظر عن المساحة المعرضة. والعمق الإسمي للقياس هو 0,07 ملليمتر (7 ملي جرام/سم^2). ويعتبر تلوث الجلد هو المصدر الرئيسي للضرر عند تشعيع الجلد.

رصد تلوث الجلد

أ-4 يكون تلوث الجلد غير منتظم دائما ويحدث بشكل مميز في أجزاء معينة من الجسم، مثل اليدين. ولأغراض الرقابة الروتينية، يكون كافيا أخذ متوسط التلوث على مساحة 100 سم2. ويجب تفسير الرصد الروتيني لتلوث الجلد على أساس متوسط مكافئ الجرعة على مساحة 100 سم^2. وفي معظم رصد تلوث الجلد تتم مقارنة القراءات بحد مشتق – وهو مستوى يعبر عنه بوحدات بكريل/سم^2، والذي يعتبر قادرا على إحداث تعرض لحد الجرعة المعني، وعادة ما يؤخذ في الإعتبار كل مسارات التعرض الكامنة (ليس فقط تشعيع الجلد) – ويقلل التلوث إذا كان ممكنا. ولا تجري أية محاولات روتينية لتقييم مكافئ الجرعة في حالة عدم تجاوز هذه الحدود الثانوية. وفي بعض الأحيان، يكون التلوث مستمرا أو يكون مرتفعا جدا في البداية حيث يصبح من الضروري تقدير مكافئ الجرعة. في مثل هذه الحالات، يجب إيجاد متوسط الجرعة على مساحة 1 سم^2 التي تحتوي على التلوث. وغالبا ما تكون هذه التقديرات غير دقيقة، خاصة إذا كانت الإشعاعات

الصادرة من الملوثات يمكن امتصاصها تحت سطح الجلد. ومن الشائع أن تتجاوز قيمة عدم اليقين رتبتين من المقدار. وتعتبر مثل هذه التقديرات بذلك إجراءات نوعية. وتقدر بشكل منفصل عند الرصد المتعارف عليه للإشعاعات الخارجية. ومع ذلك، عندما تتجاوز تقديرات مكافئ الجرعة عشر (1/10) حد مكافئ الجرعة الملائمة، يجب تدوينها في سجلات الجرعة الشخصية للفرد. وقد ينتقل بعض التلوث إلى داخل الجسم أيضا، مسببا تعرض داخلي. ويناقش رصد أي إندخال للمواد المشعة الى الجسم في دليل الأمان الخاص بتقييم الجرعة الداخلية[4] .

أ-5 قد تظهر حالات يكون فيها التعرض لـ "جسيمات حارة " ممكنا. قد يؤدي هذا إلى تعرض غير منتظم من مصادر إشعاعية متقطعة ذات أبعاد حتى 1مم. ولما كان الإلتزام بحدود الجرعة هو هدف رئيسي، فقد ذكرت ICRP [37]، ان القروح الحادة هي نتيجة نهائية يجب تجنبها. وهذا يتطلب تقييد متوسط الجرعة المودعة خلال ساعات قليلة على مساحة 1 سم^2، والمقاسة على عمق من 10 إلى 15 مجم/سم^2 إلى سيفرت واحد. وقد يكون الكشف عن الجسيمات الحارة في محيط مجال الإشعاع في مكان العمل فيه صعوبة، نظرا للطبيعة المركزة للغاية للإشعاع من الجسيم. وعليه يجب الإهتمام بتحديد تلك العمليات التي قد يترتب عليها إنتاج مثل هذه الجسيمات الحارة والتحكم فيها.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

REFERENCES

[1] 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, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 120, IAEA, Vienna (1996).

[2] 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).

[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, Safety Standards Series No. RS-G-1.1, IAEA, Vienna (1999).

[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure due to Intakes of Radionuclides, Safety Standards Series No. RS-G-1.2, IAEA, Vienna (1999).

[5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, General Principles for the Radiation Protection of Workers, Publication No. 75, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).

[6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 199)Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).

[7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources, Report No. 39, ICRU, Bethesda, MD (1985).

[8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMEMTS. Determination of Dose Equivalents from External Radiation Sources -- Part 2, Report No. 43, ICRU, Bethesda, MD (1988).

[9] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Measurement of Dose Equivalents Resulting from External Photon and Electron Radiations, Report No. 47, ICRU, Bethesda, MD (1992).

[10] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).

[11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADILOGICAL PROTECTION, INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation, Report of the Joint Task Group, ICRP Publication No. 74, ICRU Report No. 57, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).

[12] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION MEASUREMENTS, Use of Personal Monitors to Estimate Effective Dose Equivalent and Effective Dose to Workers for External Exposure to Low-LET Radiations, Report No. 122, NCRP, Washington, DC (1995).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

[13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Neutron Monitoring for Radiological Protection, Technical Reports Series No. 252, IAEA, Vienna (1985).

[14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Dosimetry for Criticality Accidents, Technical Reports Series No. 211, IAEA, Vienna (1982).

[15] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The Principles and General Procedures for Handling Emergency and Accidental Exposures of Workers, Publication No. 28, Pergamon Press, oxford and New York (1978).

[16] JULIUS, H.W., Some remaining problems in the practical application of the ICRU concepts of operational quantities in individual monitoring, Radiat. Prot. Dosim. **66** 1-4 1996 1-8

[17] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, An American National Standard: Criteria for Performing Multiple Dosimetry, ANSI Standard HPS N13.41-1997, ANSI, New York (1997).

[18] SWINTH, K.L., SISK, D.R., Recent developments and performance of survey instruments for the monitoring of weakly penetrating radiations, Radiat. Prot. Dosim. **39** (1991) 149.

[19] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Assessment and Recording of Radiation Doses to Workers, OECD/NEA, Paris (1986).

[20] MARSHALL, T.O., CHRISTENSEN, P,. JULIUS, H.W., SMITH, J.W., The relative merits of discriminating and non-discriminating dosimeters, Radiat. Prot. Dosim. **14** 1(1986) 5-10.

[21] CHRISTENSEN, P., HERBAUT, Y., MARSHALL, T.O., Personal monitoring for external sources of beta and low energy photon radiations, Radiat. Prot. Dosim. **18** 4 (1987) 41-260.

[22] CHRISTENSEN, P. JULIUS, H.W., MARSHALL, T.O., Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiations, Rep. EUR 15852, European Commission, Luxembourg (1994).

[23] SWINTH, K.L., ROBERSON, P.L., MACLELLON, J.A., Improving health physics measurements by performance testing, Health Phys. J. **5**)(1988) 197-205.

[24] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECITION, General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers, Publication No. 35, Pergamon Press, Oxford and New York (1982).

[25] BOEHM, J., "Some remarks on accuracy and precision in individual monitoring", Intercomparison for Individual Monitoring, Research co-ordination Meeting Organized by the International Atomic Energy Agency, Vienna, 24-28 April 1989, PTB Rep. PTB-DOS-20, Vol. 2, Physikalish-Technische bundesanstalt, Braunschweig (1991) 317.

[26] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Guide to Expression of Uncertainty in Measurement, ISO, Geneva (1993).

[27] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Radiation Protection Instrumentation: Direct Reading Personal Dose Equivalent (Rate) Monitors: X, Gamma and High Energy Beta Radiation, IEC Standard 1283, Geneva (1995).

[28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Calibration of Radiation protection Monitoring Instruments, Safety Reports Series No. 16, IAEA, Vienna (1999).

أُلغي هذا المنشور وحلّ محلّه العدد GSG-7.

[29] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, ISO 4037/Part 1: Radiation Characteristics and Production Methods, ISO, Geneva (1996).

[30] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining Their Response as a function of Photon Energy, ISO 4037/Part 2: Dosimetry for Radiation Protection over the Energy Ranges 8 keV to 1.3 MeV and 4 MeV to9 MeV, ISO, Geneva (1998).

[31] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X an Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosemeters and Doserate meters and for Determining Their Response as a Function of Photon Energy, ISO 037/Part 3: Calibration of Area and Personal Dosemeters and the Measurement of their Response as a Function of Energy and Angle of Incidence, ISO, Geneva (1998).

[32] JULIUS, H.W., CHRISTENSEN, P., MARSHALL, T.O., Performance, requirements and testing in individual monitoring, Radiat. Prot. Dosim. **31** 1-4 (1990) 87-91.

[33] JULIUS, H.W., MARSHALL, T.O., CHRISTENSEN, P.M., VAN DYK, J.W.E., Type testing of personal dosimeters for photon energy and angular response, Radiat. Prot. Dosim. **54** 3-4(1994) 273-277.

[34] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Exposure Meters and Dosimeters: General Methods of Testing, ISO 4071, Geneva (1978).

[35] BRITISH STANDARDS INSTITUTE, Electromagnetic Compatibility for Industrial Process Measurements and Central Equivalent: Part 1: General Introduction, Part 2: method of Evaluating Susceptibility to Electrostatic Discharge, Part 3: Method of Evaluating Susceptibility to Radiated Electromagnetic Energy, BS6667, BSI, London (1985).

[36] INTERNATIONAL ORGANZATION FOR STANDARDIZATION, General Requirements for the Competence of Calibration and Testing Laboratories, ISO/IEC Guide 25, Geneva (1990).

[37] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The Biological Basis for Dose Limitation in the Skin, Publication No. 59, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المرفق I

ملخص معاملات الإشعاع الترجيحية وعلاقات Q-L الموصي بها

I-1 يبين جدول I-1 قيم معاملات الإشعاع الترجيحية W_R لحساب مكافئ الجرعة، والموصى بها بواسطة ICRP [I-1] والواردة في معايير الأمان الأساسية [I-2]. ولحساب مكافئ الجرعة للكميات التشغيلية $H_p(d)$ و $H^*(d)$، $H'(d, \Omega)$ تستخدم معاملات النوعية Q بدلا من معاملات الإشعاع الترجيحية. ويبين جدول I-1 العلاقة بين معامل النوعية Q والإنتقال الخطي للطاقة L الموصى به بواسطة ICRP المعتمدة في معايير الأمان الأساسية (I-2).

جدول I-1 معاملات الإشعاع الترجيحية[أ] [I-1، I-2]

النوع ومدى الطاقة [ب]	معامل الإشعاع الترجيحي W_R
الفوتونات كل الطاقات	1
الالكترونات والميونات، كل الطاقات [ج]	1
النترونات [د]، للطاقة:	
أقل من 10 ك أ ف	5
أكبر من 10 ك أ ف وحتى 100 ك أ ف	10
أكبر من 100 ك أ ف و حتى 2 م أ ف	20
أكبر من 2م أ ف و حتى 20 م أ ف	10
أكبر من 20 م أ ف	5
البروتونات، غلاف البروتونات المرتدة، الطاقة أكبر من 2 م أ ف	5
جسيمات ألفا، الشظايا الإنشطارية، والنويدات الثقيلة.	20

أ- كل القيم مرتبطة بسقوط الإشعاع على الجسم، أو الإشعاع المنبعث من المصدر في حالة المصادر الداخلية.

ب- إختيار القيم بالنسبة لإشعاعات أخرى تمت مناقشته في الملحق أ للمرجع (I-1).

ج- باستثناء إلكترونات أوجير (Auger) المنبعثة من النويدات المرتبطة الدنا (DNA) حيث تطبق اعتبارات خاصة للمقياس المصغر للجرعة.

د- للمساعدة في توفير توافق في الحسابات، تم وضع علاقة رياضية تتضمن التطابق السلس لقيم W_R للنترونات كدالة للطاقة:

$$W_R = 5 + 17\, e^{-[\ln(2\varepsilon)]^2 / 6}$$

حيث ε هي الطاقة بوحدات م.أ.ف انظر المرفق أ للمرجع [I-1].

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول (I-2) علاقات Q-L المحددة [I-1، I-2]

انتقال الطاقة الخطي غير المقيد في الماء L (ك أ ف / ميكرومتر)	$Q(L)$
أقل من 10	1
100-10	$0.32L - 22$
أكبر من 100	$\sqrt{L}/300$

$H_p(d)$ و $H^*(d)$، $H'(d, \Omega)$ يستخدم معاملات الجودة Q أكثر من معاملات الإشعاع الترجيحية. إن العلاقة بين Q وانتقال الطاقة الخطي L موصى به في ICRP [I-1] ومعتمد في معايير الأمان الأساسية [I-2] المعطاه في الجدول I-2.

مراجع المرفق I

[I-1] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).

[I-2] 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).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المرفق II

تجهيزات للرصد الفردي

مقدمة

II-1 في هذا الملحق تعطى بعض المعلومات العامة عن الطرق والأنظمة المستخدمة في رصد الأفراد، كما يتم ذكر المراجع التي تتضمن معلومات تفصيلية أكثر.

مقاييس الجرعة للفوتونات وأشعة بيتا

مقاييس أفلام التصوير

II-2 تستخدم مقاييس افلام التصوير لتحديد التعرض الشخصي للفوتونات وجسيمات بيتا والنترونات الحرارية. وتتكون عادة من فيلم تصوير ضوئي موضوع داخل حامل مناسب يحتوي على مرشحات ملائمة. وتسمى هذه المجموعة عادة حامل الفيلم (Film Badge) (II-1).

II-3 ويتكون مستحلب الفيلم من بلورات بروميد الفضة معلقة داخل وسط جيلاتيني. ويتم وضع طبقة رقيقة من هذا المستحلب على شريحة من البلاستيك بشكل منتظم، ويترتب على تأثير الإشعاعات المؤينة على هذا الحبيبات في المستحلب حدوث صورة كامنة. وبعد المعالجة تتحول أيونات الفضة في الصورة الكامنة إلى السواد الدائم، ويتم قياس الكثافة الضوئية بواسطة مقياس للكثافة، وهي تعتمد على نوع الفيلم وطريقة المعالجة بالإضافة إلى نوع وطاقة الإشعاعات المقاسة. ولا تتغير الكثافة الضوئية بشكل خطي مع الجرعة. وتستخدم أفلام التصوير الضوئي على نطاق واسع لرصد الفوتونات وجسيمات بيتا، ولكنها تستجيب للتأثيرات المؤينة لأي إشعاع يودع طاقة كافية لإنتاج أيونات الفضة في المستحلب. ويستخدم الفيلم في أغلب الأحيان للقياس غير المباشر للنترونات الحرارية بواسطة أسر النترونات في مرشح من الكادميوم واستخدام السواد على الفيلم الناتج من أشعة جاما المنبعثة كمؤشر لجرعة النترونات.

II-4 ومن العوامل المعقدة والتي تحظى باهتمام كبير في القياس العملي لجرعة الفوتونات هو اعتماد الفيلم على مقارنة بأنسجة الإنسان، ويمكن تعويض اعتماد الفيلم على الطاقة باستخدام واحد أو أكثر من المرشحات المصنوعة من مواد ملائمة وسماكة مناسبة، وبالرغم من أن استخدام مرشح واحد كافيا للفوتونات ذات الطاقة الأعلى من حوالي 0.1 م أ ف، فإن استخدام نظام ترشيح متعدد (مثل استخدام مرشحات من النحاس والقصدير والرصاص والبلاستيك وكذا النوافذ المفتوحة) ضروري للفوتونات ذات الطاقة المنخفضة. ويمكن تقدير نوع الإشعاع الساقط والجرعة من الاستجابات خلف المرشحات المختلفة.

II-5 ومن الضروري إجراء اختبار النوع عند اقتراح استخدام نوع جديد من الأفلام أو عند إجراء تغييرات في طريقة المعالجة. وتستخدم حاملات الأفلام بصفة عامة، لمدة لا تزيد عن شهر، وهي أكثر ملائمة للإستخدام في المناطق المحكومة. وعند استخدام الأفلام لمدد أطول يجب الاهتمام

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

بشكل خاص بمشكلة الاضمحلال (البهتان) ومن الضروري معايرة أفلام قياس الجرعة بواسطة تشعيع أفلام متماثلة بجرعات معروفة ومعالجة هذه الأفلام "العيارية" في نفس الوقت مع الأفلام المستخدمة

II-6 يمكن استخدام افلام قياس الجرعة على أنها مقاييس مميزة (ذات خواص فصل)، بحيث تعطي معلومات نوعية بالإضافة إلى الجرعة، وتعتبر هذه الطريقة اقتصادية جدا اعتمادا على مستوى الأداء الآلي المطبق. وأفلام قياس الجرعة، سريعة التأثر بالحرارة والرطوبة حيث يترتب على ذلك اضمحلال (بهتان) الصورة الكامنة، وقد تتطلب خاصية تغير الاستجابة مع الطاقة استخدام نظام ترشيح مركب. ويمكن تصميم هذا المقياس لقياس (0.07) H_p و (10) H_p للفوتونات وأشعة بيتا بطاقات (ϵ_{max}) تزيد عن 0.5 م أ ف.

مقاييس الوميض الحراري

II-7 الوميض الحراري هو انبعاث الضوء عند تسخين مادة سبق تعرضها للإشعاعات المؤينة، وينبعث هذا الضوء نتيجة انطلاق الكترونات سبق إثارتها وأسرها عند تشعيع المادة، وتتناسب كمية الضوء المنطلق طرديا مع الجرعة الإشعاعية المأخوذة بواسطة المادة. ويسمى الانطلاق العشوائي للالكترونات الأسرية قبل القراءة بالاضمحلال، وقد ينتج عن الانطلاق المستحث حراريا أو ضوئيا للإلكترونات. وفي مقياس الوميض الحراري (TLD)، يجب تحديد العلاقة بين الإشارة المهنية ومكافئ الجرعة الواجب قياسه وذلك بواسطة المعايرة.

II-8 وباستخدام هذه الظاهرة في قياس الجرعة، يتم مراقبة مادة الوميض الحراري بواسطة مضاعف ضوئي أو أي جهاز آخر حساس للضوء وذلك أثناء عملية التسخين. ويسمى منحنى العلاقة بين حصيلة الضوء الوميضي والحرارة منحنى الوهج. ويمتد شكل منحنى الوهج على نوع وكمية الشوائب وعيوب الشبكية الحادثة في المادة، بالإضافة إلى التاريخ الحراري والمعالجة للمادة. وتتميز أنبوبة المضاعف الضوئي في جهاز الـ TLD بالحساسية العالية ونسبة الإشارة إلى الضوضاء فيه عالية والمدى الديناميكي كبير. وتستخدم المساحة تحت منحنى الوهج كمقياس للجرعة. ويترتب على عملية قراءة مادة الوميض الحراري تفريغها من تأثير التشعيع، وتصبح المادة عندئذ جاهزة لتسجيل تعرض جديد (بالرغم من أن بعض المواد يجب تجميعها قبل إعادة الاستخدام).

II-9 إن ميكانيكية الوميض الحراري معقدة، وبالرغم من افتراض نماذج نظرية عامة، فإن كل مادة فوسفورية للوميض الحراري لها طبيعة خاصة، والنماذج التي تتوافق مع مواد معينة تعطي خواص شديدة الاختلاف.

II-10 أصبح لمقياس الوميض الحراري تطبيقات متزايدة مع التقدم الحادث في تطوير مقاييس الوميض الحراري الصلبة وتجهيزات قراءته، وأصبح الـ TLD متوفرا تجاريا الآن، ويستخدم على نطاق واسع في القياس الروتيني للجرعة الشخصية، وفي الرصد البيئي وقياس الجرعة الإشعاعية السريرية (الطبية).

II-11 يزداد قبول الـ TLD لقياس الجرعة الوقاية الإشعاعية للأسباب التالية:

(أ) وجود مواد للوميض الحراري ذات صفات مكافئة للأنسجة تقريبا،
(ب) حساسية عالية ودقة كافية لكل من رصد الأفراد والبيئة،
(ج) توافر تجاري على هيئة كواشف صلبة صغيرة الحجم معدة للمعالجة اليدوية والآلية،
(د) الملاءمة لقياس جرعة جسيمات بيتا للجلد والأطراف،
(هـ) توافر مواد ذات استقرار ممتاز طويل المدى تحت ظروف بيئية متفاوتة،
(و) سهولة المعالجة،
(ز) القابلية لإعادة الاستخدام،
(ح) الاستجابة الخطية مع الجرعة ومعدل الجرعة على مدى واسع.

وبين الجدول II-1 بعض الخواص العامة لمواد الوميض الحراري الأكثر شيوعا في الاستعمال والمستخدمة لقياس الجرعة لأغراض الوقاية الإشعاعية.

II-12 تعاني المقاييس المستخدمة حاليا في رصد الأفراد لجرعات بيتا من مشكلة الحد الأدنى للطاقة (عتبة الطاقة)، لأن الكاشف وغطاؤه سميكان جدا. وهناك كواشف رقيقة وفائقة الدقة متوافرة تجاريا، ولكن قد يكون من الصعب استخدامها على نطاق واسع للرصد الروتيني. وفي الأعوام الأخيرة ظهرت أنواع عديدة من كواشف الوميض الحراري لقياس الكميات التشغيلية $H_p(0.07)$ و $H_p(10)$ [II-4, II-2].

II-13 تعتمد استجابة مواد الوميض الحراري للنترونات على مكونات الكاشف وعلى تغليف الـ TLD، وبالخصوص على طاقة النترونات. إن لبعض المواد الفوسفورية حساسية عالية للنترونات الحرارية واستجابة قليلة للنترونات السريعة. وقد تم استكشاف طرق متعددة لزيادة استجابة الـ TLD للنترونات السريعة مثل استخدام الجسم كمهدئ لتحويل النترونات السريعة إلى الحرارية. وقد نال المدخل اهتماما عمليا في المقاييس الشخصية للألبيدو (أنظر أدناه).

مقاييس الوميض الضوئي

II-14 تعتمد ظاهرة الوميض الضوئي على تكوين مراكز للوميض المستحث في زجاجيات الفوسفات المطعمة بالفضة عندما تعرّض للإشعاعات المؤينة، وبعد ذلك عندما تعرّض الزجاجيات لاحقا للأشعة فوق البنفسجية، ينبعث ضوء مرئي، تتناسب شدته خطيا مع الجرعة الممتصة من الإشعاعات المؤينة. وخلافا للوميض الحراري، فإن تأثير الإشعاعات المؤينة (تكوين المراكز) لا تمحي أثناء إجراءات القراءة العادية للمقياس، وهي بالغة الاستقرار، ولذلك فإن الاضمحلال عند درجة حرارة الغرفة يعتبر مهملا لمدد تصل إلى عدة سنوات، ويمكن الحصول على معلومات عن الجرعة في أي وقت أثناء تراكم الجرعة على المدى الطويل [II-1].

II-15 يمكن إنتاج الزجاج الفوسفاتي على نطاق واسع باسترجاعية عالية وحساسية ثابتة. لذلك فإن معايرة مجموعة منفردة من الكواشف غير ضروري. واستخدام قارنات الليزر النابضة للأشعة فوق البنفسجية والمتوفرة تجاريا يقلل جرعة ما قبل الاستعمال – القراءة الظاهرية من الزجاج غير المشعع – إلى حوالي 10 ميكروسيفرت [II-5]. وهذا يلغي بعض السلبيات لنظام القراءة القديم المتعارف عليه، والذي يحتاج إلى تنظيف الزجاج وطرح جرعة ما قبل التشعيع من أجل قياس جرعات أقل من 100 ميكروسيفرت.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول- II-1 الخواص العامة لبعض مقاييس الجرعة بأجهزة الوميض الحراري المتوفرة تجاريا

النوع	العدد الذري الفعال Z_{eff}	القيمة الرئيسية	الانبعاث الأقصى (درجة مئوية)	الحساسية النسبية	الاضمحلال
LiF:Ti,Mg	8.3	200	400	1	50% في السنة (أ)
LiF:Na,Mg	8.3	200	400	1	50% في السنة (ب)
LiF:Mg,Cu,P	8.3	210	400	25	50% في السنة
$Li_2B_4O_7$:Mn	7.3	220	605	0.20 (ب)	4% في الشهر
$Li_2B_4O_7$:Cu	7.3	205	368	2 (ب)	10% في شهرين (أ)
$Mg_2B_4O_7$:Dy	8.4	190	490	10 (ب)	4% في الشهر (أ)
BeO	7.1	190	400-200	0.20 (ب)	8% في الشهرين
$CaSO_4$:Dy	14.5	220	570-480	30 (ب)	1% في الشهرين
$CaSO_4$:Tm	14.5	220	452	30 (ب)	1-2% في الشهرين
CaF_2:Mn	16.3	260	500	5 (ب)	16% في الأسبوعين
CaF_2:(natural)	16.3	260	380	23	قليل جدا
CaF_2:Dy	16.3	215	570-480	15 (ب)	8% في الشهرين (أ)
Al_2O_3	10.2	360	699	4 (ب)	5% في أسبوعين (أ)

(أ) الإضمحلال في الظلام (بعد تطبيق تحميص ما بعد التشعيع لمدة 15 دقيقة عند درجة 100° م) المرتبط بالتخزين لمدة يوم واحد.

(ب) حساس للضوء.

16-II نظرا للعدد الذري الكبير لبعض مواد الزجاج، يجب استخدام مرشحات تعويضية للطاقة. وتعطي المقاييس الزجاجية الأخيرة اعتمادا على الطاقة في نطاق ±15% لطاقات الفوتونات أعلى من 15 ك أ ف [II-6]. ويمكن استخدام نظام كامل لمقاييس الزجاج الفوسفات المزود بنظام آلي للقراءة باستخدام إثارة الموجات فوق البنفسجية بالليزر وذلك على نطاق واسع لرصد الجرعة الشخصية.

17-II تم تطبيق مقاييس الزجاج الفوسفاتي بشكل روتيني للرصد الشخصي والبيئي لقياس $H_p(10)$ و $H_p(0.07)$ عند مستويات الجرعة من المستويات البيئية حتى الجرعات ذات الأهمية في حالات الحوادث.

18-II تتضمن مزايا مقاييس الوميض الضوئي تكامل بيانات الجرعة بشكل دائم ولفترات طويلة، دقة عالية، ودرجة اضمحلال مهملة وإمكانية إعادة قراءة المقياس إذا تطلب الأمر ذلك.

المقاييس الالكترونية

19-II لقد تطورت المقاييس الإلكترونية لقياس الجرعة الشخصية باستخدام أجهزة جيجر – مولر التي تكشف عن الفوتونات بطاقة أعلى من 30 ك أ ف أو باستخدام كواشف ثنائي السليكون.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

II-20 أصبح النظام الإلكتروني لقياس الجرعة متوافرا تجاريا في الفترة الأخيرة، وهو يعتمد على استخدام ثلاثة كواشف من ثنائي السليكون. وهو مناسب لقياس كل من $H_p(10)$ و $H_p(0.07)$ في نفس الوقت للفوتونات وجسيمات بيتا (بطاقة متوسطة أ على من 250 ك أ ف). هذا الجهاز مناسب للاستخدام بواسطة العاملين في المناطق المحكومة، بفرض أن نسبة الجرعة من جسيمات بيتا ذات الطاقة المنخفضة غير مؤثرة. وفي عدد من الدول، تقدمت شركات خدمات قياس الجرعة بهذا الجهاز للسلطات التنظيمية لاعتماده للاستخدام كمقياس رسمي أو قانوني [II-V].

II-21 نشرت أخيرا تفاصيل عن قياس روتيني للجرعة الشخصية في حجم بطاقة الاعتماد يتضمن وحدة كشف ثنائي السليكون [II-8]. ويقيس هذا المقياس مكافئ الجرعة ومعدل مكافئ الجرعة من الفوتونات، وهو مزود بإنذار يمكن ضبطه، ويخزن في ذاكرته الجرعة الكلية اليومية خلال الإثني عشر شهرا الأخيرة.

II-22 يمكن للأجهزة الإلكترونية أن تعطي مؤشرا سريعاً للعاملين عن كل من الجرعة المتجمعة ومعدل الجرعة. وهي مزودة أيضا بنظم سابقة الضبط للإنذارات المرئية والمسموعة. لذلك يمكن استخدام هذه الأجهزة على أنها مقياس تكاملي للجرعة ومقياس للإنذار في نفس الوقت.

مقاييس الجيب

II-23 مازالت مقاييس الكوارتز تستخدم لأغراض الرصد الفردي، مع أن استخدامها في انخفاض. وهي تتكون من غرفة تأين صغيرة بوسطها خيط من ألياف الكوارتز، ويتناسب انحراف الخيط مع الجرعة المأخوذة. ويمكن القراءة بالنظر من خلال المقياس وملاحظة انحراف الخيط على تدريج. هذه الأجهزة بسيطة وذات تكلفة منخفضة. إلا أن حساسيتها محدودة بالنسبة للمستويات المطلوبة لأغراض الوقاية الإشعاعية السائدة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن مدى الجرعة التي يمكن قياسها محدود (حوالي 20 ضعف).

II-24 يمكن اختيار مقاييس جيب ذات قراءة مباشرة اعتمادا على أعلى جرعة متوقعة وعلى نوعيات الإشعاع المقابلة. ومن أهم مشاكل التشغيل هي تأثير وضع المؤشر على الصفر وتسرب الشحنة، وكلاهما يحد من الجرعة الدنيا التي يمكن قياسها.

مقاييس النترونات

مستحلبات الأثر النووي

II-25 تعتبر مستحلبات الأثر النووي مناسبة لقياس جرعة النترونات السريعة. وتتفاعل النترونات مع أنوية الهيدروجين في المستحلب والمواد المحيطة، وتنتج بروتونات مرتدة بواسطة التصادمات المرنة. وتمر الجسيمات المؤينة خلال المستحلب مخلفة صورة كامنة تؤدي إلى تعتيم الفيلم على طول مسار الجسيم بعد المعالجة [II-9].

II-26 لمستحلبات الأثر النووي عادة عتبة للطاقة مقدارها 0.7 م أ ف، ولها استجابة ضعيفة للطاقة ومدى محدود للجرعة، وهذا النوع من المقاييس يتشبع عند حوالي 50 ملي سيفرت.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

II-27 يمكن الكشف عن النترونات بطاقة أقل من 10 أ ف من خلال التفاعل مع أنوية النتروجين في الجيلاتين والذي ينتج عنه انطلاق بروتونات مرتدة. وإذا كانت الحساسية للنترونات الحرارية.

II-28 يستخدم مجهر تكبير 1000 ضعف لعد آثار البروتونات المرتدة في المستحلب، ويمكن تسهيل عملية العد بإستخدام مجهر مزود بآلة تصوير تلفزيونية ومرقاب. وتعتمد دقة الجرعة المقاسة على مهارة المشغل في التعرف على الآثار في المستحلب.

II-29 من عيوب مستحلب الأثر النووي المعدل العالي للاضمحلال. ويتسارع الاضمحلال بزيادة الرطوبة ودرجة الحرارة، ويمكن أن يصل إلى 75% في الأسبوع. ويمكن التحكم في هذه المشكلة إذا تم تجفيف الأفلام في جو محكم فيه وتحفظ داخل غلاف محكم عند الرطوبة لحين الاستخدام.

II-30 المشكلة الهامة الأخرى في استخدام المستحلبات هي أن إشعاعات الفوتونات يمكنها تعتيم الفيلم بعد التعرض والمعالجة، مما يصعب جدا معه التعرف على آثار البروتونات. ونظرا لهذه العيوب، والتي تتضمن العتبة المرتفعة لطاقة النترونات، يجري بازدياد العمل على إستبدال مستحلبات الأثر النووي لقياس الجرعة الشخصية بطرق أخرى مثل مقاييس TLD المبنية على الألبيدو و/أو كواشف الحالة الصلبة للأثر.

الكواشف الصلبة للأثر النووي

II-31 تنتج الجسيمات شديدة التأين مثل شظايا الإنشطار وجسيمات ألفا والجسيمات المرتدة الناتجة من النترونات تدميرا هيكليا على طول المسار في مواد كثيرة مثل المعادن والزجاج وأنواع مختلفة من البلاستيك [II-10] وعند معالجة سطح الكاشف بالمحاليل المناسبة، يمكن إزالة الأجزاء المدمرة حول مسار الجسيم، ويتم تكبير الحفرة المعالجة حتى تصبح مرئية تحت المجهر البصري. ويؤدي تطبيق المعالجة الكهروكيميائية إلى زيادة كبيرة في حجم الأثر حتى يمكن عد كثافة الآثار بسهولة في مجال منفرد على الكاشف مساحته 1سم^2 باستخدام مجهر تكبير منخفض (20 ضعف)، أو قارئ بصري آخر.

II-32 يعتمد حجم وشكل الأثر المحفور على نوع وطاقة وزاوية سقوط الجسيم، وعلى نوع مادة الكاشف، وعلى ظروف المعالجة (تركيز المحلول ودرجة الحرارة ومدة المعالجة). ويجب إيجاد البارمترات المثلى لكل مادة ولكل غرض.

II-33 توجد ثلاثة أنواع من الكواشف شائعة الإستعمال لقياس جرعة النترونات تسمى كواشف أثر الإنشطار واثر الارتداد وكواشف الأثر (n,α). وهذه الكواشف مذكورة بإختصار فيما يلي، وهناك شرح مفصل لطرق الكشف عن الآثار في المراجع [II-11, II-12].

كواشف آثار الأنشطار

II-34 إن أي مصدر مشع أو محول من المواد القابلة للانشطار، يمكن أن يولد شظايا إنشطارية عندما يعرض للنترونات. ويتم الكشف عن شظايا الانشطار بواسطة كواشف الحالة الصلبة للأثر

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

مثل البوليكربونات. والتفاعلات الانشطارية تكون أما ذات عتبة طاقة (مثل 0.6 م أ ف للنبتونيوم – 237 و 1.3 م أ ف للثوريوم – 232 و 1.5 م أ ف لليورانيوم – 238) أو يكون لها المقطع المستعرض عاليا جدا للنترونات الحرارية (مثل اليورانيوم – 235). إن استعمال المواد القابلة للانشطار في مقاييس الجرعة اصبح الأن مقيدا أو ممنوعا في دول معينة نتيجة لنشاطها الإشعاعي.

كواشف الآثار المرتدة

II-35 يمكن للتعبئر المرن للنترونات مع أنوية الكواشف البلاستيك ان تنتج عنها جسيمات مرتدة مشحونة مثل البروتونات، أو ذرات الكربون أو الأكسجين أو النتروجين. وتنتج هذه الجسيمات المرتدة آثارا كامنة يمكن جعلها مرئية بواسطة المعالجة. وتستخدم المعالجة الكيميائية أو الكهروكيميائية لتكبير الآثار. ويمكن عد كثافة الآثار والتي تتناسب مع تعرض النترونات، بواسطة قارئ الميكروفيش أو عداد آلي للجسيمات [II-11, II-12]. ونظرا للانتقال الخطي لطاقة البروتونات المرتدة والمدى القصير للجسيمات الأثقل، فإن الأنواع المختلفة من البلاستيك لها حساسية مختلفة للنترونات، وتعتمد الاستجابة أيضا على طاقة النترونات. ويجب إيجاد المعالجة المثلى لكل مادة كاشف أو توليفة من مواد المشع الماص والكاشف مع تحقيق منحنيات الإستجابة مع الطاقة عمليا. إن المواد الأكثر شيوعا للكواشف هي البوليكربونات ونترات السليلوز وCR-39. وهناك عدد من شركات خدمات قياس الجرعة التي تستخدم CR-39 تعمل الآن بعد حصولها على اعتماد السلطة التنظيمية.

كواشف الأثر المعتمدة على تفاعلات (n,α)

II-36 تتفاعل النترونات مع الليثيوم – 6 والبورون – 10 في مشعع خارجي. ولجسيمات ألفا الناتجة من التفاعل (n,α) طاقة قصوى حوالي 2.5 م.أ.ف (لليثيوم – 6) و 1.5 م أ ف (للبورون -1) وذلك لحالة النترونات بطاقة أقل من 100 ك أ ف. وإن المقاطع المستعرضة لهذا التفاعل كبيرة بالنسبة للنترونات الحرارية وتقل كلما زادت طاقة النترونات في تناسب عكسي مع سرعة النترونات. إن معظم كواشف البلاستيك المتوافرة تجاريا يمكنها الكشف عن جسيمات ألفا المنبعثة. وتعتمد كفاءة الكشف على نوع المادة وظروف المعالجة.

مقاييس الألبيدو باستخدام الوميض الحراري

II-37 يعتمد مقياس الالبيدو على الكشف على النيوترونات ذات الطاقة المنخفضة (نترونات الألبيدو) التي تنبثق من جسم الشخص المتعرض للنترونات بطاقة مختلفة. وعند وضع أي كاشف للنترونات الحرارية على سطح الجسم يمكن أن يعمل على أنه كاشف للالبيدو.

II-38 عادة ما تستخدم كواشف الوميض الحراري كمقاييس للألبيدو مثل ^{6}LiF في تغليفات من البلاستيك المحمل بالبورون والذي يفصل نترونات الألبيدو عن النترونات الحرارية الساقطة. ونظرا لحساسية الـ TLD للفوتونات، فإن القراءة المقابلة لجرعة النترونات يتم الحصول عليها من الفرق بين قراءة الكاشف ^{6}LiF والكاشف $^{7}Li\ F$.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

II-39 وتم تصميم مقاييس الألبيدو بإستجابة عالية وثابتة تقريبا للنترونات في مدى الطاقة بين الحرارية و 10 ك أ ف. ومع ذلك، تقل الإستجابة بسرعة عند طاقة أعلى من 10 ك أ ف. وفي مجال النترونات الشاردة (Stray)، وجد أن الإستجابة النسبية للطاقة لكاشف الألبيدو تتغير بمعامل مرتفع يصل إلى 20 ضعف.

II-40 قد تم تصميم مقياس للألبيدو مكون من وحدتين، يمكن قراءته بطريقة آلية باستخدام أنظمة مختلفة للـ TLD، ووجد أنه مناسبا للرصد الروتيني [II-13]. وإن هذا النوع من المقاييس يتضمن كاشف للإلبيدو وكاشف إضافي للنترونات الحرارية.

II-41 تعتمد الإستجابة النترونية على طيف طاقة النترونات، وتتغير الأطياف النترونية بشكل واسع في أماكن العمل. ومع ذلك، يمكن إستخدام معاملات التصحيح الخاصة بكل موقع، لتصحيح التغير في طيف النترونات بفرض أن طيف النترونات معروف ويظل ثابتا.

II-42 يمكن تعويض الاعتماد على الطاقة لكواشف الألبيدو وذلك بالنسبة للمقاييس المستخدمة في مجالات النترونات السريعة بواسطة إضافة كاشف للأثر النووي مثل البوليكربونات، للقياس المنفصل للنترونات السريعة. وفي مثل هذا المقياس المركب، يكون كاشف الألبيدو هو المقياس الأساس للنترونات والذي يمكن قراءته بطريقة آلية باستخدام قارئ TLD عادي وتتم معالجة كاشف الأثر النووي فقط إذا كان هناك تعرض هام كما يبينه الـ TLD.

كواشف الفقاقيع

II-43 كواشف الفقاقيع هي نوع جديد من مقاييس النترونات ذات القراءة المباشرة (II-14) . ويتم إعداد الكاشف بواسطة تعليق قطرات كروية مسخنة جداً داخل بوليمر مرن محكم. ويسبب مرور النترونات داخل المادة فقاعات مرئية من البخار. تثبت في مكان تكونها [II-14]. ويكون عدد الفقاعات معيارا لجرعة النترونات. ويعتبر هذا الكاشف جهازا سلبيا تماما يمكن تخزينه لحين الحاجة للإستخدام. وهو ليس في حاجة إلى أجهزة الكترونية للقياس أو القراءة. ومع ذلك، فإنه يمكن أخذ القراءات بطريقة آلية باستخدام حاسب آلي إذا استخدم عدد كبير من الكواشف بشكل روتيني.

II-44 يعتبر الكاشف حساسا جدا للنترونات، ويمكنه الكشف نزولا حتى مدى الملي سيفرت، وهو غير حساس بالمرة لأشعة جاما. ويمكن إعداد الكواشف بعتبات مختلفة لطاقة النترونات في المدى من 100 (ك أ ف) حتى عدة (م أ ف)، وعليه يتم استخدام مجموعة من كواشف الفقاقيع بعتبات مختلفة للقياس التقريبي لطيف النترونات، ومع ذلك، فان هذه الكواشف تعاني من التأثر الكبير بدرجة الحرارة المحيطة، إضافة الى أن كل من مدى الطاقة ومدى الجرعة محدود، لذلك فان استخدام عدد من الكواشف بحساسية مختلفة قد يكون ضروريا لتغطية مدى الجرعة المطلوب.

مقاييس النترونات الشخصية ذات الانذار

II-45 يمكن أن توفر مقاييس النترونات الشخصية ذات الانذار مؤشراً لمكافئ جرعة النترونات لمرتدي المقياس. وتعتمد هذه الكواشف على تقنيات عديدة، تتضمن:

(أ) عداد لقياس البروتونات المرتدة،

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

(ب) كاشف ^3He داخل مهدئ صغير من البولي ايثيلين بدرع ضد النترونات الحرارية،

(ج) مبدأ عدد روسي Rossi ، بمعالج دقيق لتحويل العد إلى أي من الجرعة الممتصة أو مكافئ الجرعة [II-10].

(د) كاشف سليكون ذو العائق السطحي للكشف عن الأيونات المرتدة من البولي ايثلين ومشععات البورون – 10 [II-16].

مراجع المرفق II

[II-1) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Personnel Dosimetry Systems for External Radiation Exposures, Technical Reports Series No. 109, IAEA, Vienna (1970).

[II-2) HARVEY, J.R., BATES, J.R., MACKFARLINE, B., "An assessment of a commercial individual dosimeter suitable for low penetrating radiation"., paper presented at Symp. On Personnel Radiation Dosimetry, Knoxville, 1984.

[II-3) PROKI, M.S., Beta dosimetry with newly developed graphite mixed TL detectors, Phys. Med. Biol. **30** 4(1985) 323-329.

[II-4) CHRISTENSEN, P., Review of personnel monitoring technique for the measurement of absorbed dose from external beta and low energy photon radiation, Radiat. Prot. Dosim. **14** (1986) 127-135.

[II-5] PIESCH, E., BURGKHARDT, B., "Albedo neutron dosimetry", Neutron Dosimetry in Radiation Protection (ING, H., PIESCH, I., Eds), Nuclear Technology Publishing, Ashford (1985) 175-188.

[II-6] BURGKHARDT, B., ROBER, H.G., PIESCH, E., Phosphate glass energy compensation filters for the measurement of operational dose quantities, Radiat. Prot. Dosim. **6** (1983) 287-289.

[II-7] MARSHALL, T.O., POOK, E.A., BARTLETT, D.T., HALLAM, J., "An approved personal dosimetry service based on an electronic dosemeter", paper presented at International Radiation Protection Association Conf. Montreal, 17-22 May 1992.

[II-8] LACOSTE, F., LUCAS, M., Le système Dosicard, Radioprotection **28** 6 (1993) 77-81.

[II-9] HÖFERT, M., PIESCH, E., Neutron dosimetry with nuclear emulsions, Radiat. Prot. Dosim. **10** 1–4 (1985).

[II-10] GRIFFITH, R.V., TOMMASINO, L., "Etch track detectors", Radiation Dosimetry: The Dosimetry of Ionizing Radiation, Vol. III (KASE, K.R., BJARNGARD, B.E., ATTIX, F.H., Eds), Academic Press, New York (1990) Ch.4.

[II-11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Neutron Monitoring for Radiological Protection, Technical Reports Series No. 252, IAEA, Vienna (1985).

[II-12] HARRISON, K.G., TOMMASINO, L., Damage track detectors for neutron dosimetry: II. Characteristics of different detection systems, Radiat. Prot. Dosim. **10** 1-4(185).

[II-13] PIESCH, E., BURGKHARDT, B., "LiF albedo dosimeters for personnel monitoring in a fast neutron radiation field", Neutron Monitoring for Radiation Protection Purposes, (Proc. Symp. Vienna, 1972), Vol. 2, IAEA, Vienna, (1973) 31-35.

أُلغي هذا المنشور وحلّ محلّه العدد GSG-7.

[II-14] ING, H., The status of the bubble damage polymer detector, Nucl. Tracks Radiat. Meas. **12** (1986) 49-54.

[II-15] BORDY, J.M., BARTHE, J., BOUTRUCHE, B., SEGUR, P., A new proportional counter for individual neutron dosimetry, Radiat. Prot. Dosim. **54** (1994) 369-372.

[II-16] BARTHE, J., et al., New devices for individual neutron dosimetry, Radiat. Prot. Dosim. **54** (1994) 365-368.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المرفق III

تجهيزات لرصد أماكن العمل

مقدمة

III-1 أن مراصد أماكن العمل معدة أساسا لتوفير معلومات عن معدلات الجرعة داخل مكان العمل للمساعدة في اتخاذ قرارات عن التواجد في هذا المكان. ومن الضروري معرفة معدلات مكافئ الجرعة في مختلف أماكن العمل لتقدير ومراقبة التعرض المهني. وهذا مطلوب أثناء تواجد العمال في منطقة معينة أو قبل السماح لهم بدخولها. وعادة ما يتم رصد معدل الجرعة، بالرغم أن من ذلك قد لا يكون ضروريا نظرا لأن معدل الجرعة لا يتغير بشكل كبير مع الزمن.

III-2 إن مراصد الأماكن الثابتة، غالباً ما تكون مجهزة بإنذارات مسموعة تنتشر عن بعد. وبصرف النظر عن بعض الاختلافات الهندسية، فإن كواشف المراصد الثابتة وطرق تشغيلها مماثلة لتلك في أجهزة المسح الإشعاعي المتنقلة. ومن وجهة النظر العملية يمكن تصنيف أجهزة رصد الأماكن حسب الفئات التالية:

(أ) أجهزة للفوتونات،
(ب) أجهزة لجسيمات بيتا والفوتونات ذات الطاقة المنخفضة،
(ج) أجهزة للنترونات،
(د) مراصد الجاما السلبية،
(هـ) أجهزة مسح النترونات السلبية،
(و) أنظمة التحليل الطيفي.

وتعطي مناقشات مستفيضة عن طرق الرصد في المرجعين [III-1, III-2].

أجهزة للفوتونات (أشعة جاما والأشعة السينية)

غرف التأين

III-3 تتضمن أجهزة المسح المتنقلة وبعض الأجهزة الثابتة، غرف ذات جدران من مادة ذات عدد ذري صغير ومملوءة بالهواء في حالة توازن مع المحيط الجوي. في السابق كانت هذه الوحدات مصممة لقياس التعرض، ولكن معظم التصميمات الآن تهدف لقياس مكافئ الجرعة المحيطة $H^*(10)$، وغالبا مكافئ الجرعة الاتجاهية $H'(0.07)$.

III-4 هذه الأجهزة مبنية أساسا على قياس التعرض الكمي، وقد تم تحوير تصميم الأجهزة بواسطة إضافة الومنيوم داخل الغرفة لزيادة الاستجابة للطاقات اقل من 150 ك إ ف وبالألومنيوم على الجوانب أو الغطاء لتحقيق خفض مناسب للاستجابة للطاقة أقل من 40 ك إ ف [III-3].

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

III-5 الأجهزة اليدوية المستخدمة عند مستويات الجرعة المهنية العادية (أي عدة ميكروسيفرت في الساعة) تكون عموما على هيئة غرف بأحجام في المدى بين 300 و 700 سم 3. والأجهزة الثابتة المصممة للاستخدام حيث من غير المتوقع أن تشكل جسيمات بيتا والفوتونات ذات الطاقة المنخفضة مشكلة، وتكون هذه الأجهزة الثابتة على هيئة غرف كبيرة (حوالي 5 لتر) بجدران من الصلب مملوءة بالأرجون تحت ضغط مرتفع. لهذه الأجهزة مدى ديناميكي كبير من 0.1 ميكروسيفرت/ساعة حتى 1 سيفرت/ساعة.

عداد جيجر – مولر (GM)

III-6 تعتبر عدادات جيجر – مولر الأكثر شيوعا للاستخدام في مجالات الأشعة السينية وأشعة جاما. وهي تتيح نبضات كبيرة يمكن عدها ومعالجتها بسهولة. إلا أن المدى الديناميكي لها محدود بالفقد الناتج عن زمن الهمود عند معدلات العد المرتفعة. ويجب أيضا أخذ الاحتياط اللازم للتأكد من أن بيان معدل الجرعة لم يتراجع على المؤشر عند معدلات العد المرتفعة، ويعتبر ذلك الاختبار الأساس الذي يجب عمله أثناء اختبار النوع.

III-7 لعدادات جيجر كفاءة كشف للفوتونات تقدر بحوالي 0.5% وتعتبر ثابتة فعليا على مدى واسع للطاقة. وهذا يعني أن استجابة مكافئ الجرعة المحيطة يعتمد على الطاقة. ويمكن فعليا تصميم مرشحات فعالة تسمح بأداء جيد عند تغيير الطاقة والاتجاه لحالة (10) H^* أعلى من حوالي 50 ك أ ف للغرف ذات الجدران من الصلب ومن 15 ك إ ف للكواشف المزودة بنافذة.

III-8 من الجدير بالذكر أن استخدام عدادات جيجر في مجالات إشعاعية نابضة قد يؤدي جدياً إلى إساءة تقدير لكمية الإشعاع المقاسة. لهذا السبب فإن الحذر الشديد مطلوب عند استخدام عدادات جيجر أو بالتأكيد أية كواشف لعد النبضات في مثل هذه الظروف.

الأجهزة الوميضية

III-9 عند استخدام الكواشف الوميضية العضوية لقياس معدل التعرض أو معدل كيرما الهواء (Kerma) فإنها تكون قريبة بشكل كاف للهواء في العدد الذري الفعال بحيث تتطلب تصحيحا بسيطا للإعتماد على الطاقة، فيما عدا الطاقات أقل من 0.1 م إ ف. على سبيل المثال، فإن استجابة الأنثراسين لوحدة الكيرما تقل، بشكل أساسي لأن الطبقات الخارجية فقط من البلورة هي التي تعرضت للإشعاع. ويمكن معالجة هذه الخلل بشكل جزئي بواسطة دمج كمية صغيرة من مادة ذات عدد ذري ما أمام البلورة. وتسمح لأجهزة المسح الإشعاعي المتوافرة تجاريا بقياس الفوتونات عند طاقة أكبر من 20 ك أ ف.

III-10 قد تستخدم الأجهزة الوميضية [III-4] لمسح كل أنواع الأشعة السينية الجامية وفي مجالات الإشعاع الضعيفة نسبيا، بالرغم من أن الاجزاء الإلكترونية من الجهاز يجعل الحيز الكلي له مماثلا لغرفة التأين، فإن الحجم الحساس يمكن أن يكون أصغر بكثير. وبالرغم من أن الحجم [سم^3 للبلورة يعتبر كافيا غالبا، إلا أن الحساسية الأعلى للبلورات الأكبر تسمح باستخدامها في قياسات معدلات الجرعة من الخلفية الطبيعية.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

III-11 إن بلورات NaI(Tl) شائعة الاستعمال في التحليل الطيفي لأشعة جاما وتكون كواشف بالغة الحساسية، إلا أن استجابتها تعتمد بشكل كبير على الطاقة. لهذا السبب، فإن الوحدات البسيطة لا يمكن استخدامها لاجراء قياسات صحيحة لكميات الجرعة. ومع ذلك يمكن استخدام الأجهزة التي تستخدم تقنيات التحليل الطيفي وهي حساسة للغاية.

العدادات التناسبية

III-12 تعتبر حساسية العدادات التناسبية أكبر من تلك الخاصة بغرف التأين نتيجة تضاعف الغاز. ويمكن استخدام العدادات التناسبية إما على هيئة كواشف نبضات أو كواشف للتيار المستمر، بحيث يسمح بقياس معدل الجرعة للفوتونات من 1 ملّي سيفرت/ساعة حتى 10 سيفرت/ساعة. والميزة الأساسية للعدادات التناسبية التجارية هي الحساسية العالية، المدى الواسع لمعدل الجرعة والإعتماد الضعيف على الطاقة. ومع ذلك فإنها تتطلب مصدرا مستقرا للفولطية العالية. وهي أغلى بكثير من الأجهزة التي تعتمد على غرفة التأين أو عداد جيجر.

أشباه الموصلات

III-13 يمكن قياس معدل الجرعة بواسطة ثنائيات السليكون والتي تستخدم على هيئة مولد للنبضات (عند معدلات منخفضة للجرعة)، أو على هيئة مولدات تيارات مستحثة بالفوتونات (عند معدلات مرتفعة) والعدد الذري للسليكون أكبر منه في حالة الأنسجة، وعليه فإنه من الضروري توفير مرشح لتعويض الإعتماد على الطاقة يكون مناسباً للكميات ذات الأهمية. ولا بد لهذه المرشحات من أن تضع الحد لعتبة الطاقة المنخفضة.

أجهزة لأشعة بيتا والفوتونات ذات الطاقة المنخفضة

غرف التأين

III-14 من المهم أن نكون قادرين على قياس معدل مكافئ الجرعة لأشعة بيتا (أو الأشعة السينية منخفضة الطاقة) والفوتونات. ويمكن عمل القياسات بكاشف منفرد، في هذه الحالة يتم تزويد الكاشف (غرفة التأين) بنافذة يمكن فتحها أو غلقها. وعند غلق النافذة، يمكن قياس المكونات ذات القدرة العالية على النفاذ (فوتونات بطاقة أعلى من 20 ك أ ف). وعندما تكون النافذة مفتوحة يتم قياس جميع مكونات المجال الإشعاعي سواء كانت عالية النفاذية أو منخفضة النفاذية (مثل جسيمات بيتا والفوتونات منخفضة الطاقة). يتم تقدير مكافئ الجرعة للمكونات ضعيفة النفاذية بطرح القراءتين (للنافذة المفتوحة والمغلقة).

III-15 معظم أجهزة المسح لأشعة بيتا (والفوتونات منخفضة الطاقة) مصنوعة من غرف تأين صغيرة قابلة للحمل والتي يمكن استخدامها أيضا لقياس الأشعة السينية وأشعة جاما. أحد جوانب الغرفة يتكون من شريحة رقيقة من البلاستيك الموصل للكهرباء، يمكن تغطيته بمادة سماكتها تساوي 1سم من الأنسجة عند قياس الفوتونات. ويرفع الغطاء السميك عند قياس أشعة بيتا [III-5]. وهناك طراز آخر من أجهزة المسح لأشعة بيتا يتكون فيها الجدار بالكامل من مادة رقيقة. وقد يكون هذا المقياس غير ملائم لقياس مكافئ الجرعة الاتجاهي.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

III-16 يجب أن تصنع جدران غرفة التأين لقياس أشعة بيتا، من مواد تشابه في تركيبها الأنسجة. ومع ذلك، فإن التركيب الدقيق ليس مهماً للإلكترونات كما هو الحال في غرف التأين للأشعة السينية وأشعة جاما. إن دور الجدران في حالة قياس الإلكترونات يحاكي تقريبا الامتصاص والبعثرة المرتدة بواسطة الجسم. والملاحظات السابقة عن الحجم والحساسية وزمن الاستجابة وطرق القراءة لغرف التأين الخاصة بأشعة جاما تطبق أيضا لقياسات أشعة بيتا [III-5].

عدادات جيجر – مولر

III-17 تستخدم أجهزة المسح الإشعاعي المزودة بعداد جيجر ذي الجدران الرقيقة أو النافذة الرقيقة للفوتونات، أحيانا للكشف عن أشعة بيتا، وإذا كان العداد مزودا بغطاء سميك بالدرجة الكافية لإيقاف أشعة بيتا، فإن الفرق بين القراءة بالغطاء وبدونه يمكن استخدامها للتفرقة بين أشعة بيتا وأشعة جاما. وكواشف جيجر ذات النافذة الرقيقة بشكل خاص لها اعتماد على الطاقة بشكل مقبول لرصد معدل الجرعة لبيتا في أماكن العمل، ولها ميزة إضافية وهي الحجم الصغير لأقل معدل للجرعة في التطبيق العملي.

الكواشف الوميضية

III-18 يمكن عمل راصد جيد لمعدل جرعة بيتا $H'(0.07)$ باستخدام ومَاض رقيق (3-4مجم/سم2) مغطى بنافذة محكمة ضد الضوء من البلاستيك بنفس السماكة. ويكمن أن تستخدم في وضع لعدّ النبضات عند معدلات الجرعة المنخفضة، حيث تستجيب بشكل مماثل لعداد جيجر، أو في وضع التيار عند معدلات الجرعة المرتفعة. وتستخدم هذه الأنظمة في تطبيقات خاصة، وليس للاستخدام الروتيني.

كواشف أشباه الموصلات

III-19 يمكن استخدام كواشف اشباه الموصلات التي تعمل في وضع متوسط التيار، لقياس معدلات الجرعة المرتفعة.إن السماكة الرقيقة للطبقة الكاشفة يجعلها مناسبة لقياس جرعة بيتا. ولقياسات أشعة بيتا والفوتونات منخفضة الطاقة، فإن طبقة رقيقة حساسة من ثنائيات السليكون تكون مناسبة لتقييم $H'(0.07)$، ولكن الاستجابة لأشعة جاما ستكون أكبر من الاستجابة في حالة بيتا نظرا لأن العدد الذري الفعال للكاشف كبير جدا. مثل هذا الكاشف لا يستخدم عادة في الوقاية الإشعاعية التشغيلية.

أجهزة للنيوترونات

أجهزة مسح تعتمد على المهدئ

III-20 إن أجهزة المسح المعتمدة على المهدئ هي الأجهزة الأكثر شيوعا لرصد المجالات النترونية [III-6, III-7]. وهي تتكون من مهدئ هيدروجيني لتهدئة النترونات، ويتم الكشف عن النترونات الحرارية باستخدام كواشف مثل العداد التناسبي المعبأ بمادة BF3 أو غاز ^3He أو استخدام وماض LiI. ويتم الكشف عن النترونات بواسطة التفاعلات $^{10}B(n,\alpha)^7Li$ ، أو $^3He(n,p)^3H$ أو $^6Li(n,\alpha)^3$ والتي لها قيمة عالية لـ Q بالقدر الذي يحقق تمييزا جيدا ضد أشعة جاما. وباختيار

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

السماكة الملائمة للدرع المهدئ أو بتغيير سماكة الجدار وضغط ومخلوط الغاز، يمكن ضبط الاستجابة للنترونات لكي تعطي القراءة التي تتناسب تقريبا مع مكافئ الجرعة أو الجرعة، ويمكن الحصول على تحليل طيفي مبدئي بواسطة التحليل الرياضي للاستجابات لمجموعة من الكريات المهدئة بأقطار مختلفة [III-8]. وقد تمّ حساب الاستجابة لأجهزة عديدة للنترونات المهدئة في مجالات النترونات التشغيلية [III-9].

III-21 وقد أنتج أندرسون وبراون [III-10] جهازا لا تعتمد فيه استجابة مكافئ الجرعة على الطاقة تقريبا حتى 10م إ ف، وذلك بتحويل النترونات إلى الطاقة الحرارية باستخدام مهدئ هيدروجيني. وقد استخدم الجهاز عدادا تناسبيا من نوع BF_3 محاطا بدرع من الكادميوم المثقب داخل مهدئ أسطواني الشكل. وقد عانى الجهاز من التباين الزاوي في الاستجابة (الضعفين أو أكثر). وقد أمكن التغلب على هذا التباين بشكل كبير، باستخدام مهدئ كروي من البولي ايثلين بأقطار من 20-30 سم، ولكن على حساب الاستجابة للطاقة. وقد استخدمت كواشف مثل الوماض ^{6}LiF والعداد التناسبي ^{3}He كبدائل للعدادات التناسبية. إن الخواص الأساسية لكل هذه الأجهزة هي أنها تستجيب بدرجة أكبر للنترونات ذات الطاقة المتوسطة.

III-22 وهناك جهاز آخر [III-11] يستخدم كرتين مهدئتين (بأقطار 107 مم و 64 مم) في غلاف واحد لكي يكون الوزن الكلي للجهاز 30 كجم، وهو يغطي المدى من 20-200 ملّي سيفرت/ ساعة لمكافئ الجرعة، مع استجابة للطاقة±30 % على مدى الطاقة من الحرارية حتى 10م أ ف. ويتم تصحيح استجابة الكرة الكبيرة باستخدام نسبة معدل العد في الكرتين، والتي تتغير من 0.15 إلى 0.8 لأطياف النترونات الملاحظة والتصحيح الذي يتراوح بين 1 إلى 30 يتم بشكل آلي داخل الجهاز.

غرف التأين

III-23 لقد طورت غرف التاين أولا لقياس التعرض من الأشعة السينية وأشعة جاما. ومع ذلك، إذا أدخل الهيدروجين في الجداول والغاز يمكن جعلها أكثر حساسية للنترونات. ونظرا لأنها حساسة أيضا للفوتونات، فإنه من الضروري توفير غرفة ثانية تكون غير حساسة نسبيا للنترونات (مثل، جدران من الجرافيت وخليط من غاز ثاني أكسيد الكربون، أو جدران ألومنيوم وغاز الأرجون) لتصحيح ضد أشعة جاما التي تصاحب دائما النترونات. وتقيس غرف التأين المكافئة للنسيج الجرعة الممتصة للنترونات، وليس مكافئ الجرعة. ولأن استجابتها لأشعة جاما لوحدة الجرعة مماثلة لتلك التي في حالة النترونات، فإن التمييز بكفاءة بينهما يكون غير ممكن، ولذلك فإن غرف التأين غير مفيدة عمليا لرصد النترونات، ويمكن استخدام غرف التأين الصغيرة المكافئة للأنسجة في مقاييس الإنذار الشخصية.

أجهزة أخرى للنترونات

III-24 هناك عدد من الطرق الأخرى للكشف عن النترونات يمكن استخدامها لتطبيقات خاصة، ولكنها غير مناسبة بشكل عام للوقاية الإشعاعية الروتينية.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

العدادات التناسبية للبروتونات المرتدة

III-25 عادة ما تكون العدادات التناسبية للبروتونات المرتدة مبطنة بالبولي إيثلين ومعبأة بأي من الإيثلين (C_2H_4) أو السيلكو بروبان (C_3H_6) تحت ضغط في مستوى 100 كيلو باسكال. ويكون اختيار سماكة الجدار على أساس حسابات العلاقة بين الطاقة والمدى، لذلك فإن النظام يستوفي متطلبات مبدأ براج – جراي. ويمكن تحليل طيف البروتونات المرتدة رياضيا لاستنتاج طيف النترونات الساقطة. ويمكن استخدام هذه المعلومات الطيفية لتعيين مكافئ الجرعة المحيطة. والمدى العملي للطاقة لهذه الأنظمة هو حوالي 10 ك أ ف = 1.5 م إ ف.

عداد "روسي" التناسبي

III-26 يمكن استخدام العدادات التناسبية المكافئة للأنسجة لقياس الانتقال الخطي للطاقة (LET) بالنسبة للطاقة المودعة، بالإضافة إلى الجرعة. وعندئذ يمكن إستخدام الـ LET مع العلاقة Q-L المعرّفة بواسطة ICRP (أنظر جدول I-2) لتعيين المعامل النوعي المتوسط Q والذي يمكن دمجه في المكونات الإلكترونية للجهاز. وبذلك يمكن تحويل الجرعة إلى مكافئ الجرعة. ويمكن أيضا استخدام هذه الأجهزة للقياسات في مجالات الإشعاع المختلطة.

الكواشف الوميضية

III-27 تقدم الكواشف الوميضية العضوية طريقة بسيطة لقياس جرعة وطيف النترونات وقياس الطيف وذلك لإمكانية صنعها من مواد مكافئة للنسيج وفي حجم صغير. ومع ذلك يوجد إثنان من العوائق الأساسية، أولا: كفاءة الومّاض المنخفضة لإنتاج الضوء، حيث يتطلب الأمر طاقة بين 1-2 ك إ ف لإنتاج أول إلكترون فوتوني في المرحلة الأولى للأنبوبة المضاعف الضوئي. ثانيا: الحساسية العالية لأشعة جاما، حيث يتطلب إنتاج إلكترون فوتوني من بروتون مرتد ثلاثة أمثال الطاقة اللازمة لإنتاجه من فوتون جاما، بينما يتطلب إنتاجه من جسيم ألفا عشرة أمثال الكمية. ومع ذلك يمكن استخدام طريقة الفصل المعتمدة على شكل النبضات لفصل الأحداث الناتجة عن الجسيمات المشحونة عن تلك التي للإلكترونات. وتوجد أيضا علاقة غير خطية بين طاقة البروتون المرتد ومقدار نبضة الضوء، إلا أن هذه يمكن تصحيحها في المطياف النتروني أثناء التحليل الرياضي وهذا القصور يقيد مدى الطاقة للكاشف حتى حوالي 0.2-20 م إ ف.

كواشف أشباه الموصلات

III-28 تعتمد كواشف أشباه الموصلات عادة على السيليكون أو الجيرمانيوم، ولا تستخدم مباشرة لقياس النترونات. إلا أنه يمكن استخدامها في مطاييف النترونات لقياس الجسيمات الثانوية مثل البروتونات والتريتونات وجسيمات ألفا الناتجة من شرائح المحولات من بورات الليثيوم، والبورون، وفلوريد الليثيوم – 6 (^{6}LiF)، والبولي ايثيلين، والبولي كربونات. هذه الكواشف هي صغيرة وحساسة وعلى سبيل المثال، فإن إنتاج التأين يساوي حوالي عشرة أمثال غرف التأين، وكثافتها حوالي 1000 ضعف كثافة الغاز في الغرفة.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

الرصد المكاني السلبي للنترونات

III-29 في قياسات المجالات النترونية حيث معدل جرعة أشعة جاما مرتفع جدا، أو عندما يكون المجال على صورة نبضية – قوية – (كتلك المتواجدة حول المعجلات)، فإن الكواشف النشطة (Active Detector) تكون غير مناسبة نظرا للتشبع الالكتروني. في مثل هذه التطبيقات تستخدم الوسائل السلبية (Passive) غالبا، مثل كواشف الاثر النووي، أو شرائح التنشيط أو كواشف الوميض الحراري. وتستخدم عادة هذه الكواشف على أنها كواشف للنترونات الحرارية في مراكز المهدئات. وتوفر كواشف الأثر النووي وشرائح التنشيط (مثل الذهب أو الانديوم) فصلا ممتازا ضد أشعة جاما بالإضافة إلى الحساسية العالية للنترونات.

III-30 توجد طريقة على درجة عالية من الجاذبية تستخدم فيها شرائح من البوليكربونات ملامسة بمادة البورون بحيث ينتج تفاعل (n,α) آثارا في شريحة البوليكربونات، والتي يمكن إظهارها بالمعالجة الكهروكيميائية. وحدود الحساسية في هذه الطريقة حوالي ملي سيفرت واحد، ولذلك يمكن تطبيقها لقياس إشعاعات الخلفية الطبيعية.

مراجع المرفق III

[III-1] NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, Instrumentation and Monitoring Methods for Radiation Protection, Rep. No. 57, NCRP, Washington, DC (1978).

[III-2] KIEFER, H., MAUSHART, R., MEJDAHL, V., "Radiation protection dosimetry", Radiation Dosimetry, Vol. 3: Sources, Fields, Measurements and Applications, 2nd edn (ATTIX, F.H., TOCHILIN, E., Eds), Academic Press, New York (1969) Ch. 28.

[III-3] BURGESS, P.H., Modifications to the Eberline RO)ionisation chamber survey instrument for the quantities ambient and direction dose equivalent, Radiat. Prot. Dosim. **15** 4 (1986) 237-243.

[III-4] RAMM, W.J., "Scintillation detectors", Radiation Dosimetry, Vol.2: Instrumentation, 2nd edn (ATTIX, F.H., ROESCH, W.C., Eds), Academic Press, New York (1966) Ch.11.

[III-5] BURGESS, P.H., MARSHALL, T.O., PIESCH, E.K.A., The design of ionisation chamber instruments for the monitoring of weakly penetration radiation, Radiat. Prot. Dosim. **39** 3 (1991) 157-160.

[III-6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Neutron Monitoring for Radiological Protection, Technical Reports Series No. 252, IAEA, Vienna (1985).

[III-7] COSACK, M., LESIECKI, H., Dose equivalent survey meters, radiat. Prot. Dosim. **10** (1985) 111-119.

[III-8] BRAMBLETT, R.L., EWING, R.K., BONNER, T.W., A new type of neutron spectrometer, Nucl. Instrum. Methods)(1960) 1.

[III-9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Compendium of Neutron Spectra and Detector Responses for Radiation Protection Purposes, Technical Reports Series No. 318, IAEA, Vienna (1990).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

[III-10] ANDERSSON, I.O., BRAUN, J., "A neutron rem counter with uniform sensitivity from 0.025 eV and ^{10}Mev", Neutron Dosimetry (Proc. Symp. Harwell, 1962), Vol. 2, IAEA, Vienna (1963).

[III-11] MOURGUES, M., CAROSSI, J.C., PORTAL, G., "A light REM- counter of advanced technology", Neutron Dosimetry (Proc. Symp. Munich, 1984), Rep. EUR 9762, Vol. 2, European Commission, Luxembourg (1984).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المرفق IV

الظروف المرجعية وظروف الاختبار المعياري

1-IV حددت اللجنة الدولية للتقنية الكهربية (IEC) ظروف مرجعية وظروف للاختبار المعياري لاختبار النوع لأنظمة قياس الجرعة [1-IV] ويتضمن الجدول 1-IV ملخصا لذلك.

الجدول 1-IV البارامترات الاشعاعية

الكمية المؤثرة	الظروف المرجعية	ظروف الاختبار المرجعي (ما لم يذكر غير ذلك)
إشعاع الفوتونات	سيزيوم – 137 [1]	سيزيوم – 137 [1]
إشعاع النترونات	اميريسيوم – 241/بريليوم [1]	اميريسيوم – 241/بريليوم [1]
إشعاع بيتا	سترنشيوم – 90/ايتريوم – 90 [1]	سترنشيوم – 90/ايتريوم- 90 [1]
دمية (في حالة مقاييس الجرعة الشخصية فقط)	30سم x 30سم x 15 سم شريحة من نسيج ICRU (لمقاييس الجرعة للجسم الكامل)	مناظر ISO كشريحة ماء
	اسطوانة دائرية قائمة من نسيج ICRU بقطر 73 سم وطول 300 مم (لمقاييس الرسغ أو الكاحل)	دمية ISO كعمود ماء
	اسطوانة دائرية قائمة من نسيج ICRU بقطر 19 مم وطول 300 مم (لمقاييس الأصبع)	دمية ISO كقضيب PMMA
زاوية سقوط الإشعاع توجه المجمع	إتجاه المعايرة المعطي من المصنع تحدد بواسطة المصنع	الإتجاه المعطى ±5 درجات الاتجاه المحدد ±5 درجات
ضوابط المجمع	مجموعة التركيب للتشغيل العادي	مجموعة التركيب للتشغيل العادي
التلوث بعناصر مشعة	مهمل	مهمل
الخلفية الإشعاعية	معدل مكافئ الجرعة (10) H* 0.1 ميكروسيفرت/ساعة أو أقل إذا كان عمليا	معدل مكافئ الجرعة المحيطة (10) H* أقل من 0.25 ميكروسيفرت/ساعة

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

الجدول IV-1 (تابع)

الكمية المؤثرة	الظروف المرجعية	ظروف الاختبار المرجعي (ما لم يذكر غير ذلك)
درجة الحرارة المحيطة	20 ° م	من 18°م حتى 22 ° م (ب،ج)
الرطوبة النسبية	65%	من 55% إلى 75% (ب،ج)
الضغط الجوي	101.3 كيلوباسكال	من 86 حتى 106 كيلو باسكال (ب،ج)
زمن الاستقرار	15 دقيقة	أكبر من 15 دقيقة
جهد مصدر الطاقة	الجهد الاسمى لمصدر الطاقة	الجهد الاسمى لمصدر الطاقة ±3%
التردد (د)	التردد الاسمى	التردد الأسمى ± 1%
مصدر الطاقة للتيار المتردد	دالة جيبية	دالة جيبية مع تشوه توافقي لشكل الموجه الكلي أقل من 5% (د)
المجال الكهرومغنطيسي ذو الأصل الخارجي	مهمل	أقل من أقل قيمة يمكن أن تسبب تداخل
الحث المغناطيسي ذو الأصل الخارجي	مهمل	أقل من ضعف قيمة الحث نتيجة المجال المغناطيسي الأرضي
ضوابط المجمع	مجموعة التركيب للتشغيل العادي	مجموعة التركيب للتشغيل العادي

(أ) يمكن إستخدام نوعية إشعاع أخرى إذا كان أكثر ملائمة.
(ب) يجب ذكر القيم الفعلية لهذه الكميات في وقت الاختبار.
(ج) القيم الواردة في الجدول المقصود بها إجراء المعايرة في المناخ الدافئ. لأنواع المناخ الأخرى يجب ذكر القيم الفعلية للكميات في وقت المعايرة. وبالمثل، قد يسمح بحد أدنى للضغط قيمته 70 cpu إذا كانت الأجهزة تستخدم عند إرتفاعات أعلى.
(د) للمجمعات التي تعمل من المصدر الرئيسي للكهرباء فقط.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المرفق V

بيانات ذات علاقة باختبار النوع لمقاييس الجرعة الشخصية والمراصد المكانية بدلالة الكميات التشغيلية

V-1 لاختبار النوع لأنظمة قياس الجرعة فإن توافر مدى من البيانات المرجعية يكون مطلوبا لربط الكميات التشغيلية لقياس الجرعة بالكميات الفيزيائية مثل الكيرما سيال الجسيمات، لتصحيح قياسات الكميات التشغيلية حسب زاوية سقوط الأشعة، ولتحديد خواص الإشعاعات المرجعية الموصى بها من الـ ISO [1-V, 3-V]. والجداول V-1 حتى V-8، والأشكال V-1، V-2 من هذا الملحق تبين مجموعة مختارة من البيانات التي تم الرجوع إليها في النص الرئيسي لتسهيل المتابعة.

جدول V-1 معاملات التحويل من كيرما الهواء إلى $H_p(10, 0°)$ في شريحة ICRU وعوامل الاعتماد الزاوي (فوتونات) (4-V)

طاقة الفوتون (م أ ف)	$H_p(10,0°)/K_a$ (سيفرت/جراى)	النسبة $H_p(10, \alpha)/H_p(10, 0°)$ للزاوية α					
		$^{s}0$	$^{s}15$	$^{s}30$	$^{s}45$	$^{s}60$	$^{s}75$
0.010	0.009	1.000	0.889	0.556	0.222	0.000	0.000
0.0125	0.098	1.000	0.929	0.704	0.388	0.102	0.000
0.015	0.264	1.000	0.966	0.822	0.576	0.261	0.030
0.0175	0.445	1.000	0.971	0.879	0.701	0.416	0.092
0.020	0.611	1.000	0.982	0.913	0.763	0.520	0.176
0.025	0.883	1.000	0.980	0.937	0.832	0.650	0.319
0.030	1.112	1.000	0.984	0.950	0.868	0.716	0.411
0.040	1.490	1.000	0.986	0.959	0.894	0.760	0.494
0.050	1.766	1.000	0.988	0.963	0.891	0.779	0.526
0.060	1.892	1.000	0.988	0.969	0.911	0.793	0.561
0.080	1.903	1.000	0.997	0.970	0.919	0.809	0.594
0.0100	1.811	1.000	0.992	0.972	0.927	0.834	0.612
0.0125	1.696	1.000	0.998	0.980	0.938	0.857	0.647
0.0150	1.607	1.000	0.997	0.984	0.947	0.871	0.677
0.200	1.492	1.000	0.997	0.991	0.959	0.900	0.724
0.300	1.369	1.000	1.000	0.996	0.984	0.931	0.771
0.400	1.300	1.000	1.004	1.001	0.993	0.955	0.814
0.500	1.256	1.000	1.005	1.002	1.001	0.968	0.846
0.600	1.226	1.000	1.005	1.004	1.003	0.975	0.868
0.800	1.190	1.000	1.001	1.003	1.007	0.987	0.892
1.0	1.167	1.000	1.000	0.996	1.009	0.990	0.910
1.5	1.139	1.000	1.002	1.003	1.006	0.997	0.934
3.0	1.117	1.000	1.005	1.010	0.998	0.998	0.958
6.0	1.109	1.000	1.003	1.003	0.992	0.997	0.995
10.0	1.111	1.000	0.998	0.995	0.989	0.992	0.966

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول V-2 معاملات التحويل من كيرما الهواء إلى $H_p(10.0°)$ في شريحة ICRU وعوامل الاعتماد الزاوي (فوتونات) (V-4)

طاقة الفوتون (م أ ف)	$H_p(10.0°)/K_a$ (سيفرت/جراى)	النسبة $H_p(10,\alpha)/H_p(10.0°)$ للزواية α				
		$^{5}0$	$^{5}15$	$^{5}30$	$^{5}45$	$^{5}60$	$^{5}75$
0.005	0.750	1.000	0.991	0.956	0.895	0.769	0.457
0.010	0.947	1.000	0.996	0.994	0.987	0.964	0.904
0.015	0.981	1.000	1.000	1.001	0.994	0.992	0.954
0.020	1.045	1.000	0.996	0.996	0.987	0.982	0.948
0.030	1.230	1.000	0.990	0.989	0.972	0.946	0.897
0.040	1.444	1.000	0.994	0.990	0.965	0.923	0.857
0.050	1.632	1.000	0.994	0.979	0.954	0.907	0.828
0.060	1.716	1.000	0.995	0.984	0.961	0.913	0.837
0.080	1.732	1.000	0.994	0.991	0.966	0.927	0.855
0.100	1.669	1.000	0.993	0.990	0.973	0.946	0.887
0.150	1.518	1.000	1.001	1.005	0.995	0.977	0.950
0.200	1.432	1.000	1.001	1.001	1.003	0.997	0.981
0.300	1.336	1.000	1.002	1.007	1.010	1.019	1.013
0.400	1.280	1.000	1.002	1.009	1.016	1.032	1.035
0.500	1.244	1.000	1.002	1.008	1.020	1.040	1.054
0.600	1.220	1.000	1.003	1.009	1.019	1.043	1.057
0.800	1.189	1.000	1.001	1.008	1.019	1.043	1.062
1.000	1.173	1.000	1.002	1.005	1.016	1.038	1.060

جدول V-3 مواصفات إشعاعات ISO المرجعية للفوتونات/ سلسلة الطيف الضيق (الأشعة السينية وإشعاعات جاما) (V-1)

(أ) الإشعاعات الفلورية :

الطاقة المتوسطة (ك أ ف)	الجهد العالي في الأنبوبة (ك ف ة)	الترشيح الأولي الكلي جم/سم^2	المشعع	الترشيح الثانوي جم/سم^2
9.9	60	Al 0.135	جرمانيوم	GdO 0.20
17.5	80	Al0.27	موليبدنوم	Zr0.035
23.2	100	Al0.27	كادميوم	Ag 0.053
25.3	100	Al0.27	قصدير	Ag 0.071
31.0	100	Al0.27	سيزيوم	$Te O_3$ 0.132

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

(ب) الأشعة السينية المرشحة:

الطاقة المتوسطة (أ) (ك أ ف)	القدرة على التمييز R_e (%)	الجهد الثابت (ب) (ك ف)	الترشيح الإضافي (جـ) (مم)			سماكة طبقة نصف القيمة مم غاس		معامل التجانس
			P_b	S_n	C_u	الأول	الثاني	
33	30	40	-	-	0.21	0.084	0.091	0.92
48	36	60	-	-	0.6	0.24	0.26	0.92
65	32	80	-	-	2.0	0.58	0.62	0.94
83	28	100	-	-	5.0	1.11	1.17	0.95
100	27	120	-	1.0	5.0	1.71	1.77	0.97
118	37	150	-	2.5	-	2.36	2.47	0.96
164	30	200	1.0	3.0	2.0	3.99	4.05	0.99
208	28	250	3.0	2.0	-	5.19	5.23	0.99
250	27	300	5.0	3.0	-	6.12	6.15	1.00

(أ) قيمة الطاقة المتوسطة المتخذة بتحمل ± 3%.
(ب) تم قياس الجهد الثابت أثناء التحميل.
(جـ) يتضمن الترشيح الكلي الترشيح الثابت الذي جرى ضبطه إلى 4مم من الألومنيوم، وذلك في كل حالة.

(جـ) أشعة جاما:

الطاقة (المتوسطة) (ك أ ف)	مصدر أشعة جاما	طبقة نصف القيمة الأولى (مم ي س)
662	سيزيوم - 137	10.3
1250	كوبالت - 20	14.6

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول V-4 معاملات التحويل من كيرما الهواء إلى $H_p(10)$, $H_p(0.07)$ في شريحة ICRU لحالة إشعاع ISO المرجعي للفوتونات (V-2)

الإشعاع المرجعي [1]	الطاقة المتوسطة (ك أ ف)	$K_a/H_p(10,\alpha)$ للزاوية α سيفرت/جراى				$K_a/H_p(0.07,\alpha)$ للزاوية α سيفرت/جراى			
		$^{s}0$	$^{s}20$	$^{s}40$	$^{s}60$	$^{s}0$	$^{s}20$	$^{s}40$	$^{s}60$
F-Ge	9.9	-	-	-	-	0.95	0.94	0.94	0.91
F-Mo	17.5	(0.44)[3][4]	(0.42)[3]	(0.34)[3]	(0.19)[3]	1.01	1.00	1.00	1.00
F-Cd	23.2	0.79	0.77	0.68	0.48	1.09	1.10	1.09	1.07
F-Sn	25.3	0.89	0.87	0.78	0.58	1.14	1.14	1.12	1.09
F-Cs	31.0	1.15	1.13	1.04	0.84	1.25	1.24	1.22	1.18
N-40	33	1.17	1.15	1.06	0.85	1.27	1.26	1.24	1.19
N-60	48	1.65	1.62	1.52	1.27	1.55	1.54	1.50	1.42
N-80	65	1.88	1.86	1.76	1.50	1.72	1.70	1.66	1.58
N-100	83	1.88	1.86	1.76	1.53	1.72	1.70	1.68	1.60
N-120	100	1.81	1.79	1.71	1.51	1.67	1.66	1.63	1.58
N-150	118	1.73	1.71	1.64	1.46	1.61	1.60	1.58	1.54
N-200	164	1.57	1.56	1.51	1.38	1.49	1.49	1.49	1.46
N-250	208	1.48	1.48	1.44	1.33	1.42	1.42	1.43	1.43
N-300	250	1.42	1.42	1.40	1.30	1.38	1.38	1.40	1.40
S-Cs	662	1.21	1.22	1.22	1.19	-	-	-	-
S-Co	1250	1.15	1.15	1.16	1.14	-	-	-	-

أ -F= السلاسل الفلورية، N= سلاسل الطيف الضيق، S= مصادر النويدات المشعة.

يبين العدد جهد الأنبوبة ب- الأعداد بين القوسين : يجب إعطاء عناية أكبر نظرا لأن التغيرات في توزيع الطاقة قد يكون لها تأثير جوهري على القيم العددية لمعاملات التحويل.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول 5-V مكافئ الجرعة المحيطة والجرعة الشخصية لوحدة فيض النترونات Φ (10) و H^* (10, α) /Φ و $H_{P,SLAB}$ (10, α) /Φ للنترونات الساقطة بأشكال هندسية متعددة على كرة وشريحة ICRU [4-V]

طاقة النترون (م أ ف)	H^* (10) /Φ (pSv cm²)	α للزاوية H_P (10, α) /Φ (pSv cm²)				
		^{5}0	^{5}15	^{5}30	^{5}45	^{5}60	^{5}75
$^{-9}$10×1.00	6.60	8.19	7.64	6.57	4.23	2.61	1.13
$^{-8}$10×1.00	9.00	9.97	9.35	7.90	5.38	3.37	1.50
$^{-8}$10×2.35	10.6	11.4	10.6	9.11	6.61	4.04	1.73
$^{-7}$10×1.00	12.9	12.6	11.7	10.3	7.84	4.70	1.94
$^{-7}$10×2.00	13.5	13.5	12.6	11.1	8.73	5.21	2.12
$^{-7}$10×5.00	13.6	14.2	13.5	11.8	9.40	5.65	2.31
$^{-6}$10×1.00	13.3	14.4	13.9	12.0	9.56	5.82	2.40
$^{-6}$10×2.00	12.9	14.3	14.0	11.9	9.49	5.85	2.46
$^{-6}$10×5.00	12.0	13.8	13.9	11.5	9.11	5.71	2.48
$^{-5}$10×1.00	11.3	13.2	13.4	11.0	8.65	5.47	2.44
$^{-5}$10×2.00	10.6	12.4	12.6	10.4	8.10	5.14	2.35
$^{-5}$10×5.00	9.90	11.2	11.2	9.42	7.32	4.57	2.16
$^{-4}$10×1.00	9.40	10.3	9.85	8.64	6.74	4.10	1.99
$^{-4}$10×2.00	8.90	9.84	9.41	8.22	6.21	3.91	1.83
$^{-4}$10×5.00	8.30	9.34	8.66	7.66	5.67	3.58	1.68
$^{-3}$10×1.00	7.90	8.78	8.20	7.29	5.43	3.46	1.66
$^{-3}$10×2.00	7.70	8.72	8.22	7.27	5.43	3.46	1.67
$^{-3}$10×5.00	8.00	9.36	8.79	7.46	5.71	3.59	1.69
$^{-2}$10×1.00	10.5	11.2	10.8	9.18	7.09	4.32	1.77
$^{-2}$10×2.00	16.6	17.1	17.0	14.6	11.6	6.64	2.11
$^{-2}$10×3.00	23.7	24.9	24.1	21.3	16.7	9.81	2.85
$^{-2}$10×5.00	41.1	39.0	36.0	34.4	27.5	16.7	4.78
$^{-2}$10×7.00	60.0	59.0	55.8	52.6	42.9	27.3	8.10
$^{-1}$10×1.00	88.0	90.6	87.8	81.3	67.1	44.6	13.7
$^{-1}$10×1.50	132	139	137	126	106	73.3	24.2
$^{-1}$10×2.00	170	180	179	166	141	100	35.5
$^{-1}$10×3.00	233	246	244	232	201	149	58.5
$^{-1}$10×5.00	322	335	330	326	291	226	102
$^{-1}$10×7.00	375	386	379	382	348	279	139
$^{-1}$10×9.00	400	414	407	415	383	317	171
^{0}10×1.00	416	422	416	426	395	332	180
^{0}10×1.20	425	433	427	440	412	355	210
^{0}10×2.00	420	442	438	457	439	402	274
^{0}10×3.00	412	431	429	449	440	412	306
^{0}10×4.00	408	422	421	440	435	409	320
^{0}10×5.00	405	420	418	437	435	409	331
^{0}10×6.00	400	423	422	440	439	414	345
^{0}10×7.00	405	432	432	449	448	425	361
^{0}10×8.00	409	445	445	462	460	440	379
^{0}10×9.00	420	461	462	478	476	458	399
^{1}10×1.00	440	480	481	497	493	480	421
^{1}10×1.20	480	517	519	536	529	523	464
^{1}10×1.40	520	550	552	570	561	562	503
^{1}10×1.50	540	564	565	584	575	579	520
^{1}10×1.60	555	576	577	597	588	593	535
^{1}10×1.80	570	595	593	617	609	615	561

أُلغي هذا المنشور وحلّ محلّه العدد GSG-7.

جدول V-5 (تابع)

طاقة النترون (م أ ف)	$H^*(10)/\phi$ (pSv cm²)	$H_P(10,\alpha)/\phi$ (pSv cm²) للزاوية α					
		0 [5]	15 [5]	30 [5]	45 [5]	60 [5]	75 [5]
10×2,00 [1]	600	600	595	619	615	619	570
10×3.00 [1]	515						
10×5.00 [1]	400						
10×7.50 [1]	330						
10×1.00 [2]	285						
10×1.25 [2]	260						
10×1.50 [2]	245						
10×1.75 [2]	250						
10×2.01 [2]	260						

جدول V-6 معاملات التحويل المرجعية للالكترونات للسقوط الطبيعي (العمودي) (V- 4)

طاقة الالكترون (م أ ف)	$H'(0.07, 0°)/\phi$ (nSv cm²)	$H'(3, 0°)/\phi$ (nSv cm²)	$H'(10, 0°)/\phi$ (nSv cm²)
0.07	0,221		
0.08	1.056		
0.09	1.527		
0.10	1.661		
0.1125	1.627		
0.125	1.513		
0.15	1.229		
0.20	0.834		
0.30	0.542		
0.40	0.455		
0.50	0.403		
0.60	0.366		
0.70	0.344	0.000	
0.80	0.329	0.045	
1.00	0.312	0.301	
1.25	0.296	0.486	
1.50	0.287	0.524	
1.75	0.282	0.512	0.000
2.00	0.279	0.481	0.005
2.50	0.278	0.417	0.156
3.00	0.276	0.373	0.336
3.50	0.274	0.351	0.421
4.00	0.272	0.334	0.447
5.00	0.271	0.317	0.430
6.00	0.271	0.309	0.389
7.00	0.271	0.306	0.360
8.00	0.271	0.305	0.341
10.00	0.275	0.303	0.330

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول 7-V معاملات التحويل لمكافئ الجرعة المحيطة $H^*(10)$ ومكافئ الجرعة الاتجاهي ($H'(0.07.0^\circ)$) من كيرما الهواء K_a (فوتونات) (4-V)

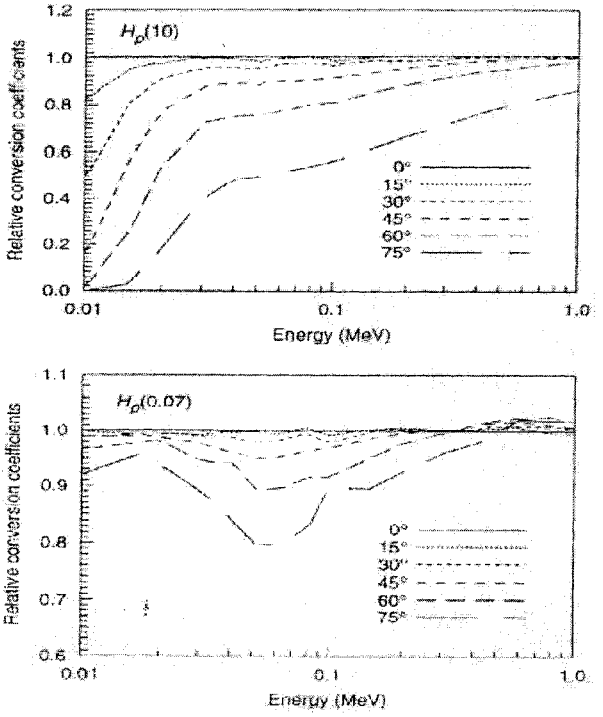
طاقة الفوتون (م أ ف)	$H^*(10) / K_a$ سيفرت/جراي	$H'(0.07.0^\circ) / Ka$ سيفرت/جراي
0.01	0.008	0.95
0.015	0.26	0.99
0.020	0.61	1.05
0.030	1.10	1.22
0.040	1.47	1.41
0.050	1.67	1.53
0.060	1.74	1.59
0.080	1.72	1.61
0.100	1.65	1.55
0.150	1.49	1.42
0.200	1.40	1.34
0.300	1.31	1.31
0.400	1.26	1.26
0.500	1.23	1.23
0.600	1.21	1.21
0.800	1.19	1.19
1	1.17	1.17
1.5	1.15	1.15
2	1.14	1.14
3	1.13	1.13
4	1.12	1.12
5	1.11	1.11
6	1.11	1.11
8	1.11	1.11
10	1.10	1.10

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

جدول V-8 معاملات التحويل من كيرما الهواء إلى $H'(0.07,0°)$ ومعامل الاعتماد الزاوي حتى 180° (فوتونات) (V-4)

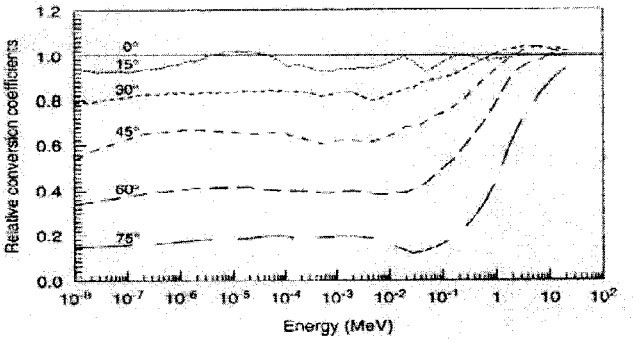
طاقة الفوتون (م أ ف)	$H'(10,0°)/K_a$ (سيفرت/جراى)	العلاقة $H'(0.07,\alpha)/H'(0.07,0°)$ للزاويا α							
		^{5}0	^{5}15	^{5}30	^{5}45	^{5}60	^{5}75	^{5}90	^{5}180
0.005	0.76	1.00	0.96	0.87	0.79	0.41	0.00	0.00	0.00
0.010	0.95	1.00	0.99	0.98	0.98	0.96	0.89	0.19	0.00
0.020	1.05	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	0.98	0.54	0.00
0.030	1.22	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.94	0.62	0.00
0.050	1.53	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	0.92	0.69	0.02
0.100	1.55	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.94	0.77	0.05
0.150	1.42	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.97	0.87	0.07
0.300	1.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	0.89	0.10
0.662	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.89	0.18
1.25	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.90	0.30
2	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.90	0.39
3	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.90	0.46
5	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.91	0.54
10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.94	0.63

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.



شكل V-1 - الاعتماد الزاوي لمعاملات تحويل الفوتون الى $H_p(10)$ و $H_p(0.07)$ في شريحة ICRU (بعد المرجع [11]).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.



شكل V-2- الاعتماد الزاوي لمعاملات تحويل النترونات الى H_p (10) في شريحة ICRU (بعد المرجع [11]).

REFERENCES TO ANNEX V

[V-1] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining Their Response as a Function of Photon Energy. ISO 4037/Part 1: Radiation Characteristics and Production Methods. ISO. Geneva (1996)..

[V-2] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining Their Response as a Function of Photon Energy. ISO 4037/Part 3: Calibration of Area and Personal Dosemeters and the Measurement of their Response as a Function of Energy and Angle of Incidence. ISO. Geneva (1998).

[V-3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining Their Response as a Function of Photo Energy. ISO4037/Part 2: Dosimetry for Radiation Protection over the Energy Ranges 8 keV to 1.3 MeV and 4 MeV to 9 MeV. ISO. Geneva (1998).

[V-4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation. Report of the Joint Task Group. ICRP Publication No. 74. ICRU Rep. No. 57. Pergamon Press. Oxford and New York (1997).

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المرفق VI

أمثلة من معايير اللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية (IEC) حول تجهيزات رصد الاشعاعات

رقم المطبوع	التجهيزات
	الفوتونات وتجهيزات رصد أشعة بيتا
1018	التجهيزات المحمولة للجرعة ومستوى الجرعة لأشعة بيتا والفوتون المرتفعة المدى لأغراض الحماية من الاشعاعات في حالات الطوارئ.
532	قياسات مستوى الجرعة المقاسة – سلسلة الانذار والمراصد لأشعة X وأشعة جاما للطاقة ما بين 50 ك إ ف و 7 م إ ف.
846	مقاييس مستوى الجرعة ومكافئ الجرعة للإشعاعات جاما وبيتا للاستخدام في الوقاية في الإشعاع
1017-1	مقاييس الجرعة المحمولة والناقلة لأشعة X وأشعة جاما للرصد البيئي: الجزء 1 – مقاييس الجرعة
1012-1	الجزء 2- السلاسل المتكاملة
	مقاييس الجرعة الشخصي
1066	أنظمة قياس الجرعة ذات التألق الحراري للرصد البيئي والرصد الشخصي
	تجهيزات رصد النترون
1005	المقياس المحمول لمستوى جرعة النترون المكافئة المحيطة للاستخدام في الوقاية للإشعاعية.
--	أجهزة رصد مستوى الجرعة المكافئة الشخصية للقراءة المباشرة لإشعاعات النترون

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

المشاركون في الصياغة والمراجعة

CONTRIBUTORS TO DRAFTING AND REVIEW

Desai. U.	Bhabha Atomic Research Centre. India
Dietze. G.	Physikalisch-Technische Bundesanstalt. Germany
Griffith. R.V.	International Atomic Energy Agency
Heinmiller. B.	Atomic Energy of Canada Limited. Canada
Julius. H.W.	Radiological Service TNO. Netherlands
Kraus. W.	Bundesamt für Strahlenschutz. Germany
Lebedev. V.N.	Institute for High Energy Physics. Russian Federation
Loesch. R.	Department of Energy. United States of America
Marshall. T.O.	National Radiological Protection Board. United Kingdom
Massera. G.	Ente Nacional Regulador Nuclear. Argentina
Murakami. H.	Atomic Energy Research Institute. Japan
Portal. G.	Commissariat a l'énergie atomique. Institut de protection et de surêté nucléaire. France
Presley. J.	Atomic Energy Control Board. Canada
Schmidt. R.	World Health Organization. Switzerland
Simister. D.	Nuclear Installations Inspectorate. United Kingdom
Stather. J.	National Radiological Protection Board. United Kingdom
Swinth. K.L.	Pacific Northwest Laboratory. United States of America
Temple. C.E.	Nuclear Installations Inspectorate. United Kingdom
Trousil. J.	National Personnel Dosimetry Ltd.. Czech Republic
Wrixon. A.D.	National Radiological Protection Board. United Kingdom

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

الكيانات الاستشارية لدعم معايير الأمان

ADVISORY BODIES FOR THE ENDORSEMENT OF SAFETY STANDARDS

Radiation Safety Standards Advisory Committee

Canada: Measures, M.; *China*: Ziqiang, P.; *France*: Piechowski, J.; *Ghana*: Fletcher, J.J.; *Germany*: Landfermann, H-H; *Ireland*: Turvey, F.J.; *Japan*: Matsumoto, Y.; *Russian Federation*: Kutkov, V.A; *South Africa*: Olivier, J.H.I.; *Spain*: Butragueño, J.L.; *Switzerland*: Jeschki, W.; *Ukraine*: Rudy, C.G.; *United Kingdom*: Creswell, L. (Chair); *United States of America*: Cool, D.A.; *EC*: Fraser, G.; *IAEA*: Mason, C. (Co-ordinator); *ICRP*: Valenting, J.; *ILO*: Niu, S.; *OECD/NEA*: Lazo, E.; *PAHO*: Borrás, C.; *WHO*: Souchkevitch, G.

Advisory Commission for Safety Standards

Argentina: Beninson, D.; *Australia*: Lokan, K.; Burns, P; 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*: Lipár, M.; Misák, J.; *Spain*: Alonso, A.; Trueba, P.; *Sweden*: Holm, L-E; *Switzerland*: Prêtre, 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); *ICRP*: Valentin, J.; *OECD/NEA*: Frescura, G.

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

تم طبع هذا الكتاب في شهر جوان 2002
بشركة «أوربيس للطباعة» - قصر سعيد تونس
الهاتف : 701 547 71 - الفاكس : 235 546 71

أُلغي هذا المنشور وحلَّ محلَّه العدد GSG-7.

ISBN : 9973-854-02-0