هيئة الطاقة الذرية
Biotechnology News

نشرة الوقاية الإشعاعية و أمان المصادر المشعة

نشرة إعلامية فصلية تصدر عن قسم الوقاية والأمان في هيئة الطاقة الذرّية السورية

التقرير التقني رقم No. NW-T-1.30 للعام 2023 حول إدارة اليورانيوم المستنفد المستعمل في الأجهزة الإشعاعية المستهلكة

ينتج اليورانيوم المستنفد depleted uranium كمنتج ثانوي من عملية إنتاج اليورانيوم المخصب. يعرَّف بأنه يورانيوم يحتوي على نسبة كتلة يورانيوم–235 أقل مقارنة باليورانيوم الطبيعي.

يعد الاستخدام الواسع النطاق لليورانيوم المستنفد كمادة تدريعية في كل من الأجهزة الإشعاعية والأجهزة المشعة مسألة ذات صلة بإدارة النفايات المشعة لأنه من المحتمل في كثير من الحالات اعتبار اليورانيوم المستنفد المستخدم في تدريع المصادر المشعة المختومة على أنه نفاية مشعة. يستخدم اليورانيوم المستنفد في تدريع:

- مصادر أشعة غاما من الفئة 1 و2 عالية النشاط الإشعاعي التي تستخدم على نطاق واسع في تطبيقات مثل أجهزة العلاج عن بعد وأجهزة التشعيع التجارية والتصوير الشعاعي الصناعي.
- المسرعات الخطية.
- الحاويات والطرود المصممة لتخزين النفايات عالية النشاطية ونقلها والتخلص منها أو الوقود النووي المستهلك.

ينجم عن استثمار الأجهزة الإشعاعية التي تحتوي على مصادر ذات نشاط إشعاعي مرتفع بعد انتهاء عمرها التشغيلي بقايا مواد التدريع المشعة مثل اليورانيوم المستنفد إضافة إلى الرصاص أو التنغستين.

ونتيجة لذلك، تتولد نفايات اليورانيوم المستنفد التي يجب أن تعامل كنفايات مشعة، وتنطبق عليها متطلبات الأمان المذكورة في منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية حول إدارة ما قبل التخلص من النفايات المشعة (سلسلة معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية GSRالجزء 5)، والتخلص من النفايات المشعة (متطلبات الأمان الخاصة للوكالة الدولية للطاقة الذرية رقم SSR-5). كما

يمكن إدارة دروع اليورانيوم المستنفد بشكل آمن ومأمون إلى جانب المصادر المشعة المختومة المهجورة والنفايات المشعة في المرافق ذاتها.

"الجهاز الإشعاعي" هو جهاز يحمل المصدر المشع ويحميه لاستخدامه في تطبيق معين مثل أجهزة العلاج عن بعد، كما يشمل حاويات التخزين والنقل التي قد تستخدم اليورانيوم المستنفد لحماية المصدر المشع والمواد المشعة الأخرى.

يوجد حالياً مخزون كبير من المصادر المشعة المختومة المهجورة والتي تراكمت في العديد من الدول الأعضاء، ومن المرجح أن تستمر في الزيادة على المدى القريب، نظراً للاستخدام المحتمل الحالي والمستقبلي لأنظمة المصادر المشعة المختومة في جميع أنحاء العالم. ونتيجة للقضايا الحالية المرتبطة بالإدارة الآمنة لأنظمة المصادر المشعة المختومة المهجورة ومراقبة المواد النووية، فإن إدارة اليورانيوم المستنفد موضوع يحتاج إلى الاهتمام المناسب.

اتخذت أمانة الوكالة الدولية للطاقة الذرية والدول الأعضاء فيها خطوات لتقليل المخاطر المرتبطة بمعايير المصادر المشعة المختومة، بما في ذلك إنشاء مدونة قواعد السلوك بشأن أمان وأمن المصادر المشعة وتوجيهاتها التكميلية بشأن إدارة المصادر المشعة المختومة. وفي الوقت ذاته، تم اعتماد نظام دولي ملزم لأمان إدارة النفايات المشعة والوقود المستهلك (الاتفاقية المشتركة).

يعد التقرير الحالي استكمالاً لتقارير الوكالة الدولية للطاقة الذرية الحالية بشأن الإدارة الآمنة للمصادر المشعة المختومة والمواد النووية، بما في ذلك التخلص منها.

لم يطرح موضوع إدارة اليورانيوم المستنفد الموجود في الأجهزة الإشعاعية والأجهزة المشعة بمجرد إزالة المصادر المشعة المختومة الخاصة حتى الآن بطريقة شاملة ومنهجية. وقد تمت مناقشة الحاجة إلى مثل التقرير الحالي وتسليط الضوء عليه في مختلف الاجتماعات التقنية لمستشاري الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وكذلك في المناسبات الإقليمية، مثل اجتماعات التنسيق الإقليمية وحلقات العمل والدورات التدريبية لبرنامج التعاون الفني للوكالة.

ونظراً لهذه الخلفية، من المهم ومن وجهة نظر الوكالة الدولية للطاقة الذرية إعداد منشور حول هذه القضية مع التركيز على الجوانب المختلفة المتعلقة بإدارة اليورانيوم المستنفد في الأجهزة المهجورة داخل الدول الأعضاء. وبالنظر إلى أن هذا الموضوع لم يتم تناوله في برنامج الأبحاث الخاصة بالوكالة الدولية للطاقة الذرية حتى الآن، فمن المتوقع أن يوفر هذا المنشور المعلومات التي تشتد الحاجة إليها والتي تطلبها الدول الأعضاء لإدارة دروع اليورانيوم المستنفد المرتبطة بالأجهزة المشعة المهجورة، وكذلك الأجهزة الإشعاعية.

يهدف هذا المنشور إلى توفير معلومات عن:

– طرق التعرف على الأجهزة التي تحتوي على اليورانيوم المستنفد المستخدم كدرع.

– مخاطر اليورانيوم المستنفد الموجودة في مثل هذه الأجهزة.

– التعامل الآمن مع اليورانيوم المستنفد في هذه الأجهزة.

– خيارات مختلفة لإدارة دروع اليورانيوم المستنفد.

– اعتبارات الأمان والأمن والضمانات الخاصة بمراقبة وتتبع اليورانيوم المستنفد الناجم عن الأجهزة المهملة استناداً إلى الخبرة الدولية.

أما الهدف الرئيسي الآخر لهذا المنشور فهو رفع مستوى الوعي الدولي بهذا المجال الجديد من الاهتمام. تمثل الإرشادات والتوصيات المقدمة في هذا التقرير فيما يتعلق بالممارسات الجيدة المحددة آراء الخبراء لكن لا يتم وضعها على أساس إجماع جميع الدول الأعضاء.

وبما أن مجال إدارة اليورانيوم المستنفد في الأجهزة الإشعاعية المهملة اهتمام ناشئ، فإن هذا المنشور يقدم فقط لمحة عامة عن هذا المجال والتجارب في بعض الدول الأعضاء؛ ولا يقدم إرشادات وتوصيات بشأن جوانب محددة لإدارة اليورانيوم المستنفد. ومع ذلك، جرى تقديم بعض التوصيات العامة لمعالجة القضايا قصيرة المدى.

يركز هذا المنشور فقط على اليورانيوم المستنفد الناجم عن الأجهزة المهملة في نهاية عمرها التشغيلي، ويغطي نطاق التقرير في المقام الأول الأجهزة الطبية والصناعية، ولا سيما تلك التي تحتوي على نشاط مرتفع وأنظمة المصادر المشعة المختومة التي تصدر أشعة غاما والتي تتطلب تدريعاً من الإشعاع أو محددات، وتناقش أيضاً الحاويات والطرود التي تحتوي على سبائك اليورانيوم المستنفد والمصممة لتخزين ونقل أجهزة المصادر المشعة المختومة التي تصدر عنها إشعاعات غاما.

يقدم المنشور معلومات ذات صلة بالقضايا والعوامل التقنية والتجارب المحددة للدول الأعضاء، ويعرض الخيارات المحتملة لإدارة دروع اليورانيوم المستنفد. وقد جرى استكشاف خيارات مختلفة لحلول آمنة ومأمونة وفعالة من حيث التكلفة، بدءاً من الإعادة إلى الشركة المصنعة وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير والتخزين والتخلص منها في المرافق المرخصة. إن التعامل مع

اليورانيوم المستنفد كمواد معفاة أو جرى تطهيرها، والتي يمكن إطلاقها دون ضوابط إشعاعية محددة (إطلاق غير مقيد) ليس خياراً مدروساً في هذا المنشور.

جرى عرض مراقبة الضمانات لليورانيوم المستنفد المستخدم كمواد تدريعية، وذلك بالإشارة إلى دليل تنفيذ ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للدول التي لديها بروتوكولات للكميات الصغيرة.

شمل هذا التقرير ثمانية أقسام وثلاثة ملاحق و24 ملحقاً مع إضافة قسم تمهيدي. وتلخص الملاحق الأربعة والعشرون التجارب الوطنية في مجال الإشعاع والأجهزة المشعة التي تحتوي على اليورانيوم المستنفد.

يقدم القسم 2 لمحة عامة عن خصائص اليورانيوم واليورانيوم المستنفد. إضافة إلى ذلك، ترد تفاصيل مثل نصف العمر الإشعاعي والأنشطة المحددة لنظائر اليورانيوم، وسلسلة اضمحلال اليورانيوم، وتفاصيل إضافية عن الخصائص العامة والكيميائية والإشعاعية لليورانيوم المستنفد. ومن الجدير بالذكر أن النشاط الإشعاعي المنخفض لليورانيوم المستنفد مقارنة باليورانيوم الطبيعي فضلاً عن كثافته العالية يجعله خياراً جذاباً كمادة للوقاية من الإشعاع.

يصف القسم 3 استخدامات اليورانيوم المستنفد في الأجهزة الإشعاعية والمشعة ويقدم نظرة عامة على هذه الأجهزة. ولمساعدة القارئ، جرى توفير مجموعة متنوعة من الصور الفوتوغرافية والرسوم البيانية لتوضيح كيفية دمج اليورانيوم المستنفد في هذه الأجهزة.

يصف القسم 4 كيفية التعرف على الأجهزة التي تحتوي على اليورانيوم المستنفد لمساعدة القارئ مرة أخرى. جرى توفير مجموعة متنوعة من الصور الفوتوغرافية التي توضح وضع العلامات على الأجهزة والمكونات، إضافة إلى أمثلة عن طرق التعرف على أجهزة اليورانيوم المستنفد إذا كانت الملصقات والوثائق غير كافية أو مفقودة.

يعرض القسم 5 اعتبارات الضمانات الخاصة بالأجهزة المحمية باليورانيوم المستنفد؛ أي الالتزامات والمسؤوليات والخطوات التي يجب اتخاذها عند التعامل مع دروع اليورانيوم المستنفد.

يفصّل القسم 6 عوامل الأمان والأمن التي يجب مراعاتها عند التعامل مع اليورانيوم المستنفد ونقله و/أو تخزينه. وتشمل هذه الاعتبارات المتعلقة بالأمان والأمن النووي والصناعي والإشعاعي فيما يتعلق بالنقل والتخزين.

يصف القسم 7 خيارات إدارة اليورانيوم المستنفد أي إعادته إلى الشركة المصنعة/المورد، أو إعادة الاستخدام أو إعادة التدوير أو التخزين والتخلص. جرى وصف الخيارات في سياق كل من الدول الأعضاء التي لديها برامج نووية كبيرة وتلك التي تمتلك اليورانيوم المستنفد من الأجهزة المحمية فقط، كما تم وصف المعلومات العامة وحفظ سجلات المخزون.

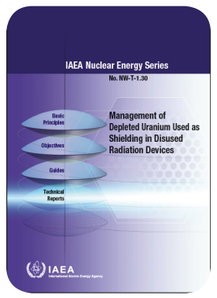
يلخص القسم 8 التقرير الحالي ويعرض الخطوات المستقبلية.

يصف الملحق الأول الجوانب العامة للنفايات المشعة، ويقدم الملحق الثاني دراسة حالة للتحكم في التدريع والحماية من اليورانيوم المستنفد (فرنسا). في حين يعرض الملحق الثالث متطلبات تنظيمية محددة لتخزين اليورانيوم المستنفد ونقله (هنغاريا).

تتألف المرفقات من 24 تقريراً وطنياً أعدها ممثلو الدول الأعضاء في الاجتماع الفني للوكالة الدولية للطاقة الذرية الذي جرى بين 19–23 أغسطس 2019 في فيينا، النمسا وفقاً لاستبيان موجز قدمه أحد مستشاري الاجتماع. توفر هذه التقارير الوطنية لمحة سريعة عن حالة إدارة اليورانيوم المستنفد في الدول الأعضاء.

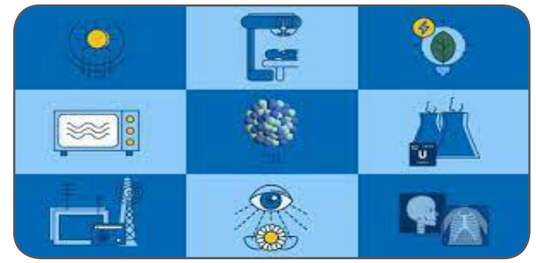
يمكن تحميل التقرير من الرابط:

https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB2020_web.pdf



د. محمد سعيد المصري

نظام إدارة معلومات الأمان الإشعاعي RASIMS



تقوم الوكالة الدولية للطاقة الذرية بنشر وتحديث معايير الأمان بهدف "توفير المبادئ والمتطلبات والتوصيات الأساسية لضمان السلامة النووية" ومن أجل وقاية الأفراد وتقليل المخاطر على البيئة والممتلكات، وتغطي هذه المعايير كل شيء بدءاً من التكنولوجيا الطبية والصناعية والزراعية وحتى استخدام المواد النووية لتوليد الطاقة الكهربائية طوال فترة التشغيل من البداية إلى النهاية.

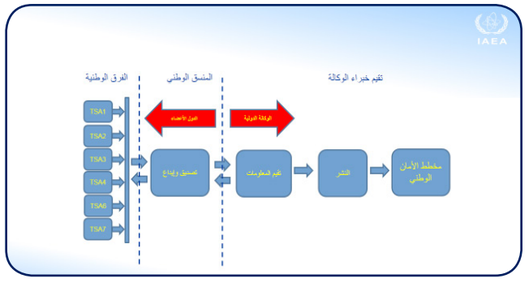
وخلال المؤتمر العام الثالث والستين للوكالة الذي عقد في فيينا في أيلول 2019 ناقش المندوبون الأمان الإشعاعي وما وصفوه بأنه "سبل تعزيز أنشطة التعاون الفني للوكالة". وقد تمت دعوتهم إلى عرض توضيحي للنسخة 2.0 من نظام إدارة معلومات الأمان الإشعاعي RASIMS التابع للوكالة، وهو منصة متاحة على الشبكة الدولية (موقع الوكالة) تمكن الدول الأعضاء من عرض بنيتها التحتية الوطنية للأمان الإشعاعي ومقارنتها مع معايير الأمان ذات الصلة الصادرة عن الوكالة الدولية.

تم تقديم النظام للمرة الأولى منذ أكثر من عقد من الزمن في عام 2008، إذ يعتمد الإصدار الجديد على منصة حديثة لتكنولوجيا المعلومات توفر واجهة أكثر سهولة في الاستخدام لإدخال البيانات. ويساعد RASIMS الدول الأعضاء على مراجعة كيفية توافق بنيتها التحتية للأمان الإشعاعي مع معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية، كما أضيف إلى RASIMS مكمّل لنظام إدارة معلومات الاستعداد والاستجابة لحالات الطوارئ يسمّى EPRIMS.

ويتضمّن نظام EPRIMS المفتوح لجميع الأعضاء قاعدة بيانات للمعلومات التقنية الخاصة بمفاعلات الطاقة النووية. ومع ذلك، فإن وظيفتها الرئيسية هي أن تكون منصة على شبكة الإنترنت تسمح للمستخدمين بمراجعة استعداداتهم لحالات الطوارئ وترتيبات الاستجابة في حالة الطوارئ النووية والإشعاعية، وتسمح للأعضاء بمراجعة مدخلاتهم بهدف استخلاص الدروس من أحداث الطوارئ وتسهيل مواصلة تطوير الممارسات الدولية الجيدة بمجال الطوارئ.

ويستهدف نظام RASIMS بشكل خاص الأعضاء الذين يحتاجون إلى الدعم الفني من الوكالة ويتلقونه، مما يسمح لهم بجمع وتقييم وعرض المعلومات التي تعكس حالة البنية التحتية الوطنية الخاصة بهم للأمان الإشعاعي والنقل والنفايات المشعة، كما يمكن استخدام المعلومات الواردة فيه كأساس لتصميم مشاريع الدعم الفني عندما تطلب الدول الأعضاء المساعدة لتعزيز بنيتها التحتية للسلامة الإشعاعية.

يتم إدخال المعلومات أولاً من قبل الدولة العضو، ثم تتم المصادقة عليها من قبل المنسق الوطني المعتمد في RASIMS، وبمجرد الانتهاء من ذلك، يقوم الخبراء في الوكالة بمراجعته واستخدام هذه المعلومات من قبل الوكالة لضمان تركيز مشاريع المساعدة الفنية على الاحتياجات المحددة بوضوح (الشكل 1).



الشكل 1. سير العمل في نظام الـ RASIMS.

يغطي نظام RASIMS جميع جوانب الأمان الإشعاعي وأمان النقل والنفايات المشعة لضمان إدارتها بشكل مناسب. يتم تجميع المعلومات الموجودة في RASIMS في مجالات الأمان المواضيعية TSAs + Thematic areas المستمدة من معايير الأمان الخاصة بالوكالة الدولية للطاقة الذرية، وتشمل:

- البنية التحتية التنظيمية TSA 1، وتضم 12 عنصراً يتطلب الاجابة عليها.
- الحماية الإشعاعية في التعرض المهني TSA 2، 12 عنصراً.
- الحماية الإشعاعية في التعرض الطبي TSA 3، 14 عنصراً.
- الحماية الإشعاعية العامة والبيئية TSA 4، 13 عنصراً.
- التعليم والتدريب في مجال الأمان الإشعاعي والنقل وأمان النفايات TSA 6، 6 عناصر.
- أمان النقل TSA 7، 13 عنصراً.

يتطلب إدخال البيانات لنظام RASIMS من قبل أفراد يتمتعون بالمعرفة والدراية والكفاءة الفنية في مجال عملهم؛ لذلك تدعو

الوكالة مستخدمي نظام RASIMS الرئيسيين لحضور ورش العمل التدريبية حتى يتمكنوا من تعلم كيفية استخدام النظام. هناك أيضاً وحدة للتعلم الإلكتروني متاحة للمستخدمين عبر الموقع الإلكتروني للوكالة من أجل فهم النظام بشكل أفضل.

ويتم أيضاً تنظيم ورش عمل إقليمية تفاعلية "عملية" يتم فيها مساعدة منسقي RASIMS الوطنيين في تطوير فهمهم للنظام وكيفية عمله ومسؤولياتهم في تقديم معلومات دقيقة تعكس الوضع الوطني وتحتوي على معلومات دقيقة وشاملة وحديثة مع جميع التفاصيل ذات الصلة.

وامتثالاً لجميع التدابير الأمنية الخاصة بتكنولوجيا المعلومات لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فإن المنصة محمية بكلمة مرور مما يعني أن الأعضاء الأفراد وموظفي الدعم الفني في الوكالة هم فقط من يمكنهم الوصول إلى البيانات، مما يضمن أمان وأمن بنيتهم التحتية الوطنية. ويعد أمان وأمن المعلومات المتعلقة بالطاقة النووية أمراً بالغ الأهمية لبرنامج البنية التحتية النووية الجيد بقدر أهميته للحماية من الحوادث أو الطوارئ.

الخلاصة: يمكّن نظام إدارة معلومات الأمان الإشعاعي RASIMS التابع للوكالة الدول الأعضاء من تقييم مدى توافق بنيتها التحتية الخاصة بالأمان الإشعاعي مع توصيات معايير الأمان الخاصة بالوكالة ومتطلباتها، مما يسهل وقاية الأفراد وحماية البيئة والممتلكات من المضار والمخاطر الإشعاعية.

د. جورج سعور

القواعد العملية للوقاية الإشعاعية في تصوير الأطفال الإشعاعي

يتعرض الأطفال كما غيرهم من المرضى إلى العديد من الأمراض والحوادث التي يتطلب تشخيص بعضها إلى تعريضهم لجرعات من الإشعاع المؤين كما هو الحال في التصوير الإشعاعي التشخيصي لتحري الكسور مثلاً أو التصوير البانورامي الشعاعي من أجل تقويم الأسنان. وبالرغم من الأهمية الطبية للتصوير والعلاج الإشعاعي في تشخيص وتخطيط العلاج للمرضى الأطفال إلا أنه ينطوي أيضاً على مخاطر على الصحة بشكل عام وعند الأطفال بشكل خاص نظراً لكونهم أكثر عرضة للتأثيرات الضارة للإشعاع المؤين بسبب طبيعة أنسجتهم وأعضائهم المستمرة بالتطور والنمو.

ومن منظور الوقاية الإشعاعية فلا بد من تحسين تقنيات الصور المستخدمة عند الأطفال وتطبيق استراتيجيات مناسبة لتخفيض الجرعة الإشعاعية مع زيادة الوعي بين العاملين والوالدين في مجال الرعاية الصحية وتسخير البحث العلمي والابتكار التكنولوجي من أجل تعزيز حماية الأطفال من الإشعاع، وفي هذا الإطار نشير فيما يلي إلى أهم القواعد العملية للوقاية الإشعاعية في تصوير الأطفال الإشعاعي:

- التأكيد على عوامل الخطورة عند الأطفال

تؤدي الفترة الطويلة المتوقع أن يعيشها الطفل إلى احتمال أكبر لظهور الآثار المحتملة المؤذية للإشعاع؛ لذلك تكون عوامل الخطورة لحدوث أذيّة سرطانية عند الأطفال هو أكبر بمرتين إلى ثلاث مرات من ذلك الذي عند الكبار، وبالتالي يجب أن تكون الجرعات الإشعاعية عند الأطفال أخفض بشكل عام من تلك المطبقة على الكبار.

- التبرير الكافي والمناسب

تعد العلاقة الاستشارية المناسبة بين الطبيب المشرف على المريض والطبيب الاختصاصي في التصوير الشعاعي مهمة جداً في حالة طب الأطفال حيث يجب أن يكون التبرير كافياً لبعض فحوص التصوير الإشعاعي مثل متابعة التصوير الإشعاعي للصدر في حالة الالتهاب الرئوي البسيط وكذلك التصوير الإشعاعي للبطن في حالة الإمساك المشتبه به؛ لذلك يجب وضع معايير مرجعية لكل حالات الفحص بالأشعة السينية عند الأطفال وبخاصة تلك المتعلقة بالعمر، كما يتخذ قرار إعادة فحص التصوير الإشعاعي في طب الأطفال من قبل طبيب الأشعة، وتجب الموازنة أيضاً ما بين الفائدة من بعض الفحوصات ذات الجرع الإشعاعية المرتفعة مثل التصوير المقطعي المحوسب CT والخطر المتزايد والناتج عنها وعند تبريرها فيجب تشجيع استخدام معاملات تصويرية إشعاعية ذات تقنية خاصة (أقل mAs من ذلك المستخدم عند المرضى البالغين وفي بعض الحالات أقل kV).

- التدريب والوضعيات الصحيحة في طب الأطفال الإشعاعي

يجب أن يحصل فنيو الأشعة على تدريب نوعي في المجالات الخاصة بطب الأطفال، فمن المهم جداً مثلاً تطبيق الوضعية الصحيحة للمريض والتسديد الجيد، وبشكل خاص من أجل تجنب تعريض منطقة المناسل للحزمة الرئيسية إضافة إلى اعتماد التسديد الموافق لمساحة الفيلم المستخدم وبشكل خاص استخدام النافذة المناسبة لحماية الوركين وكذلك وسائل التسديد الجانبية عند التصوير الجانبي للعمود الفقري. تعد حركة المريض أثناء التصوير مشكلة كبيرة عند الأطفال والتي قد تتطلب بعض

التعديلات في تقنية التصوير الإشعاعي وبالتالي يجب إتباع تشجيع بروتوكولات وأساليب تشخيصية معتمدة في ذلك.

● أساليب تخفيض الجرعة للمريض

تتضمن جهود تخفيض تعرض المرضى الأطفال للإشعاع استخدام البروتوكولات التي تولد صوراً تحتوي على المعلومات التشخيصية المطلوبة مع الحفاظ على أدنى مستوى ممكن من الجرعات الإشعاعية (مبدأ ALARA)، وبالتالي يجب أن تكون البروتوكولات مخصصة لعمر المريض وحجمه والدلالة السريرية للإجراء فيمكن للتصوير الإشعاعي الرقمي مثلاً أن يخفض من جرعة المريض كما يساعد استخدام ترشيح إضافي في ذلك. يجب التحري أيضاً وبشكل دوري عن أسباب إعادة التصوير في طب الأطفال (تحري أسباب الرفض) كجزء من برنامج التدقيق والعمل على تلافيها حيث يمكن أن يخفض استخدام وسائل التثبيت ومنع حركة الأطفال مثل الشريط اللاصق والإسفنجة المثلثية وأكياس الرمل من معدل إعادة التصوير، كما يزيد التعرض القصير زمنياً من جودة الصورة ويمكن أن يخفض من عدد الصور المعادة أيضاً. كذلك يجب الحد من استخدام وحدات الأشعة السينية النقالة في طب الأطفال وذلك لصعوبة الحصول على أزمنة تعريض قصيرة فيها، ويفضل من الناحية التقنية تطبيق تقنيات الجهود الكهربائية المرتفعة kV كلما كان ذلك ممكناً مع استخدام مسافة كبيرة بين البقعة المحرقية والمريض لتخفيض جرعة الدخول عند سطح المريض (مع مراعاة استخدام أزمنة التعريض المناسب).

● تقديم الوقاية للوالدين عند مساعدتهم في تصوير أولادهم شعاعياً

يمكن للوالدين تقديم العون عند التصوير الإشعاعي لأولادهم إذا كانوا على علم بشكل كاف بالمخاطر المرافقة لذلك وكانت وقايتهم الإشعاعية كافية ويصنف تعرض الوالدين للإشعاع في هذه الحالة ضمن التعرضات الطبية. يجب أن يكون الآباء والمساعدون على علم بالمخاطر الممكنة بشكل كافٍ وأن يعلموا بدقة ما هو المطلوب منهم، كما يجب ألا يسمح للمرأة الحامل بالمساعدة في الفحوصات الإشعاعية الخاصة بطب الأطفال. ويجب إرشاد الآباء إلى ارتداء المئزر الرصاصي وكذلك القفازات الرصاصية في حال كانت أيديهم ستقع مباشرة ضمن مجال حقل الإشعاع.

● الاعتبارات العامة المتعلقة بالأجهزة والمنشأة

نظراً للحاجة إلى أزمنة تصويرية منخفضة في طب الأطفال الإشعاعي للحد من الضجيج في الصورة الإشعاعية فيجب أن يكون مولد الجهد العالي في جهاز الأشعة قادراً على تزويد أنبوب الأشعة بالقدرة الكافية لتوليد تعرضات قصيرة الزمن من رتبة 3 ميلي ثانية وأن يؤمن المؤقت أزمنة تعرّض قصيرة أيضاً، لذلك يجب أن يكون المولد من النوع عالي التواتر من أجل تحسين الدقة والتكرارية في التعرضات. من جهة أخرى، يؤدي الانتقاء اليدوي بعناية لمعاملات التعريض المطبقة أثناء تصوير الأطفال عادة إلى جرعات أخفض لهم لذلك تستخدم وسائل التحكم الآلية بالتعرض AEC بحذر في طب الأطفال نظراً لحاجتها إلى تحقيق متطلبات تقنية نوعية من أجل طب الأطفال.

● استخدام الشبكة مانعة التبعثر

يعطي استخدام الشبكة المضادة للتبعثر في طب الأطفال تحسينات محدودة في نوعية الصورة ويزيد من جرعة المريض وذلك بسبب صغر حجم الطفل وكتلته وبالتالي يكون الحجم المعرض للإشعاع أقل، لذلك يجب أن تحقق الشبكة المضادة للتبعثر المستخدمة في طب الأطفال متطلبات تقنية خاصة. وبكل الأحوال يجب أن تكون الشبكة المضادة للتبعثر قابلة للإزالة في أجهزة طب الأطفال الإشعاعية وبخاصة في منظومات التصوير التنظيري بالتفلور.

وقد أتاحت العديد من الجمعيات الدولية غير الحكومية إرشادات خاصة لاستمثال التصوير الإشعاعي عند المرضى الأطفال والحد من إعادة التصوير وتعزيز ثقافة الوقاية من الإشعاع بهدف زيادة الوعي بين العاملين في مجال الرعاية الصحية بشأن أهمية تخفيض تعرض المرضى الأطفال والبالغين للإشعاع على التوالي. ومن هذه الجمعيات تحالف التصوير بلطف www.imagegently.org والتصوير بحكمة www.imagewisely.org.

إن تحقيق الوقاية الإشعاعية للمرضى الأطفال في طب الأطفال الشعاعي هو مسؤولية مشتركة بين طبيب الأطفال وفني الأشعة وطبيب الأشعة للوصول إلى الهدف التشخيصي المطلوب بأقل تعرض ممكن من الإشعاع.

د. يحيى لحفي

المراقبة الإشعاعية البيئية في حالات الطوارئ الإشعاعية والنووية

مقدمة

من أهم متطلبات إدارة الطوارئ هي القدرة على تحديد الإجراءات الوقائية اللازمة بشكل دقيق وسريع وذلك اعتماداً على المعلومات والقياسات المتوافرة، لذلك تعدّ عملية المراقبة الإشعاعية في حالات الطوارئ من أهم العمليات الواجب تنظيمها وإدارتها كي تعطي النتائج المناسبة في الوقت المناسب لأخذ القرارات الصحيحة فيما يخص الإجراءات الوقائية. وتكمن الحاجة لإجراء مثل هذه القياسات في الحوادث التي تحوي إطلاقات بيئية من النظائر المشعة كحوادث النووية وتكون مرتبطة بشكل واسع بفئتي التهديد الأولى والثانية وعلى نطاق أضيق في الفئة الثالثة أو الحوادث التي يمكن أن تؤدي إلى انتشار مادة المنبع، وتتضمن هذه المراقبة كشف المواد المشعة وتحديد مكانها وطبيعتها.

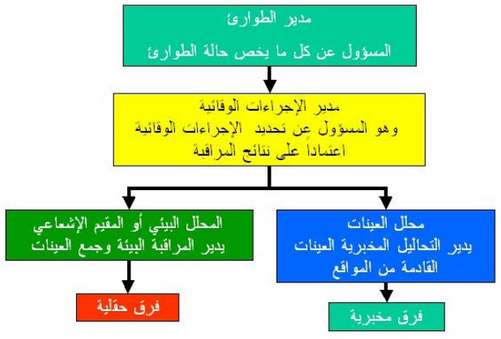
فالغاية العامة للمراقبة البيئية في حالات الطوارئ الإشعاعية هي لتقييم أو تأكيد أو مراجعة قرارات تجيب على الأسئلة: هل يجب WHETHER ومتى يجب WHEN وأين يجب WHERE تطبيق الإجراءات الوقائية؟

فتتلخص الأهداف العامة للمراقبة البيئية في حالات الطوارئ الإشعاعية والنووية بما يلي:

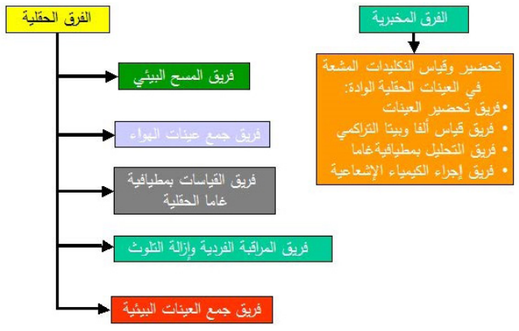
1. إعطاء معلومات عن تصنيف الحادث.
2. لمساعدة آخذي القرار بشأن الإجراءات الوقائية والتدخل اعتماداً على مستويات التدخل العملياتية.
3. للمساعدة من أجل منع انتشار التلوث.
4. لإعطاء معلومات من أجل وقاية عاملي الطوارئ.
5. إعطاء معلومات دقيقة بالوقت المناسب عن مستوى الطارئ الإشعاعي وخطورته.
6. لتحديد الأماكن والفترات التي تحوي الخطورة.
7. وأخيراً لتحديد الشكل الفيزيائي والكيميائي للخطورة ونجاعة الإجراءات الوقائية والعلاجية المتبعة من أجل إزالة التلوث وما شابه.

فرق المراقبة الإشعاعية في هيئة الاستجابة لحالات الطوارئ

تتألف هيئة الاستجابة لحالات الطوارئ فيما يخص المراقبة الإشعاعية من مدير الطوارئ وهو مسؤول عن كل ما يتعلق بالحالة الطارئة ومدير الإجراءات الوقائية وإليه يعود تقييم الوضع بخصوص تطبيق الإجراءات الوقائية والتوصية بشأنها ومتابعة تنفيذها، إضافة إلى مجموعة من الفرق الحقلية المكلفة بجمع العينات والمراقبة البيئية ويديرها المقيم الإشعاعي أو المحلل البيئي، ومجموعة أخرى من الفرق المخبرية مهمتها تحليل العينات ويديرها محلل العينات. ويبين الشكل 1 مخطط هيئة الاستجابة فيما يتعلق بالمراقبة الإشعاعية في حالات الطوارئ مع أهم الفرق الواجب مشاركتها في المراقبة الإشعاعية، فيما يبين الشكل 2 مكونات كل من الفرق الحقلية والفرق المخبرية.



الشكل 1. مخطط عام لهيئة الاستجابة فيما يتعلق بالمراقبة الإشعاعية.



الشكل 2. الفرق المخبرية والفرق الحقلية التي تشارك في المراقبة الإشعاعية.

يجب أن يكون أعضاء فرق المراقبة الإشعاعية من ذوي المهارة وعلى مستوى عال من الخبرة، وأن يكونوا مدربين على العمل غير الروتيني في حالات الطوارئ إضافة إلى معرفتهم التامة بالمستويات الواجب التراجع عندها، كما يجب تزويدهم بمعدات الوقاية الفردية الكافية.

مدير الطوارئ هو الشخص المسؤول عن الطوارئ بشكل تام ويتحمل جميع مسؤوليات الاستجابة. ويكون عادة أحد أصحاب المناصب رفيعي المستوى إما في المنشأة التي وقع فيها الحادث أو في الحكومة أو في السلطات المحلية في منطقة الحادث.

أما مدير الإجراءات الوقائية فهو الشخص المسؤول عن تحديد الإجراءات الوقائية اعتماداً على مستوى الحادث والمراقبة الإشعاعية البيئية اللازمة، وهو عادة شخص خبير بالوقاية الإشعاعية.

تدار الفرق المخبرية من قبل المحلل البيئي (أو المقيم الإشعاعي) وهو عادة شخص خبير بعمليات المراقبة الإشعاعية البيئية ولديه خبرة كبيرة في مجالات القياسات الإشعاعية واستخدام حدود التدخل الإجرائية، ولا يفترض أن يكون بالضرورة من ذوي الخبرة بتقنيات التحليل المخبرية، بعكس محلل العينات الذي يتولى إدارة الفرق المخبرية والذي يكون عادة من المختصين في مجال تحليل العينات البيئية لتحديد النكليدات المشعة ولديه خبرة في تحليل نتائج القياسات.

يتبع للمحلل البيئي أو المقيم الإشعاعي مجموعة من الفرق الحقلية وهي:

فريق المسح البيئي: يجب أن يكون هذا الفريق مدرباً على قياسات معدل الجرعة الإشعاعي وقياسات التلوث الإشعاعي، كما يجب أن يدرب الفريق بشكل دوري على سيناريوهات طوارئ وطرائق المسح الجوي الشامل.

فريق جمع عينات الهواء: يجب أن يكون أعضاء هذا الفريق مدربين على سحب العينات الهوائية وقياس معدل الجرعة الخارجية وقياسات التلوث الشعاعي، كما يجب أن يدربوا على إجراء قياسات أولية للعينات الهوائية باستخدام المقاييس المحمولة قبل وضع العينة في حاوية محكمة الإغلاق ومرمّزة.

فريق القياسات بمطيافية غاما الحقلية: يجب أن يكون أعضاء هذا الفريق مدربين بشكل كاف على استعمال مطيافية غاما الحقلية، كما يمكن أن يكون الفريق مدرباً أيضاً على المسح الإشعاعي الجوي.

فريق المراقبة الفردية وإزالة التلوث: يجب أن يكون الفريق مدرباً على استعمال مقاييس التلوث الفردية لتقدير التلوث على الأشخاص ومنع انتشار التلوث ومراقبة فعالية إزالة التلوث عن الأشخاص والسطوح، كما يجب أن يتلقى عناصر هذا الفريق تدريباً مستمراً على مثل هذه التقانات.

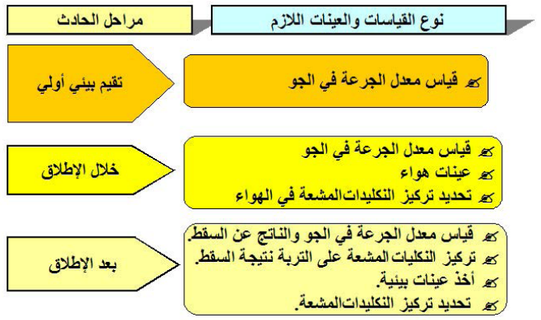
فريق جمع العينات البيئية: يجب أن يتألف هذا الفريق من عناصر مدربة على سحب العينات البيئية أو عناصر لديها المعلومات الكافية عن الإجراءات المتبعة لسحب عينة بيئية، كما يجب أن يكون هذا الفريق مدرباً أيضاً على تقنيات تقدير الخطورة ليتمكنوا من المحافظة على سلامتهم وليعطوا معلومات عن المراقبة الإشعاعية في الموقع إن طلب ذلك.

يتبع لمحلل العينات مجموعة من الفرق المخبرية تعمل على تحضير وقياس النكليدات المشعة في العينات الحقلية الواردة وهي: فريق تحضير العينات وفريق قياس ألفا وبيتا التراكمي وفريق التحليل بمطيافية غاما وفريق إجراء الكيمياء الإشعاعية. يجب أن يكون أعضاء هذه الفرق قد عملوا بشكل روتيني في تحليل العناصر المشعة، ومزودين بأجهزة معايرة بشكل جيد وتقانات تحليل مناسبة.

تصميم برنامج المراقبة الإشعاعية في حالات الطوارئ

يبين المخطط الصندوقي في الشكل 3 كيفية وضع برنامج المراقبة الإشعاعية والخطوات الواجب اتباعها في كل مرحلة من مراحل تطور الحادث، أما في حال حوادث المفاعلات فيمكن أن تكون خطط المراقبة البيئية كما في الشكل 4.

الشكل 3. المخطط الصندوقي لبرنامج المراقبة الإشعاعية.



الشكل 4. مخطط برنامج المراقبة الإشعاعية في حال حوادث المفاعلات.

د. رياض شويكاني

استئناف عقد الدورات التدريبية العربية في هيئة الطاقة الذرية السورية (توصيات دورة الرصد الإشعاعي البيئي ودورة الطوارئ الإشعاعية)

نظمت الهيئة العربية للطاقة الذرية، ومركزها تونس، نشاطين تدريبيين في دمشق بالتعاون مع هيئة الطاقة الذرية السورية خلال الفترة 23 حزيران وحتى 2 آب 2023:

☜ النشاط الأول: ورشة عمل حول الرصد الإشعاعي البيئي والإنذار المبكر.

☜ النشاط الثاني: دورة تدريبية حول الاستعداد والاستجابة للطوارئ النووية والإشعاعية.

يقع هذان النشاطان في إطار استئناف مشاركة هيئة الطاقة الذرية السورية في أنشطة الهيئة العربية للطاقة الذرية، وقد كان في الافتتاح السيد الدكتور إبراهيم عثمان، المدير العام لهيئة الطاقة الذرية السورية، والسيد الدكتور سالم حامدي، المدير العام للهيئة العربية للطاقة الذرية.

نُفِّذت ورشة العمل العربية في مجال: "الرصد الإشعاعي البيئي والإنذار المبكر" في الفترة ما بين 23 و27 تموز 2023، وقد هدفت هذه الورشة إلى تعريف المشاركين بالمواضيع المتعلقة بالإشعاع وأثره على البيئة وكيفية الرصد والإنذار المبكر. شارك في فعاليات الورشة 11 مشاركاً منهم 4 مشاركين من الدول العربية (العراق، تونس، موريتانيا)، وكان جميع المشاركين على درجة كبيرة من الاهتمام والنشاط من أجل اكتساب كل ما يتعلق من معلومات نظرية وعملية بموضوع الورشة. شملت الورشة محاضرات نظرية متخصصة مثل: انتقال المواد المشعة عبر النظم البيئية وسلسلة الغذاء وبرامج المراقبة البيئة الإشعاعية ومراقبة الهواء والإنذار المبكر ومعالجة التلوث الإشعاعي البيئي وإزالته والتحليل الإشعاعي البيئي (جمع العينات وتحضيرها، القياسات الإشعاعية في مطيافية غاما ومطيافية ألفا وبيتا والرادون) وتوزع النكليدات المشعة في البيئة والنفايات المشعة والبيئة. أما القسم العملي فقد احتوى على تجارب مخبرية وتدريبات عملية في مجال: مطيافيات ألفا وغاما وعداد الوميض السائل، تحضير العينات البيئية ومعالجتها، برنامج المراقبة البيئي السوري، برامج التدريب على الوقاية الإشعاعية وغيرها.

في نهاية الورشة، أثنى المشاركون على مجريات الدورة وكانت لهم التوصيات التالية:

☜ تطوير المشاريع والاتفاقيات في مجال هذه الورشة وNORM وتبادل الخبرات.

☜ زيادة مدة الورشة ليتمكن المشاركون من الاستفادة من الجانبين النظري والعملي بشكل جيد.

☜ التركيز على الجانب العملي بشكل أكبر لتثبيت المعلومات النظرية خاصة أن المناسبة هي ورشة عمل.

☜ تكرار المناسبات وإتاحة المجال أمام كوادر الهيئة للاستفادة منها كما جرى في هذه الورشة.

عُقد النشاط الثاني كدورة تدريبية عربية في مجال: "الاستعداد والاستجابة للطوارئ النووية والإشعاعية"، وقد هدفت هذه الدورة إلى تعريف المشاركين بالمواضيع المتعلقة بحالات الاستعداد والاستجابة للطوارئ النووية والإشعاعية. شارك في فعاليات الورشة 13 مشاركاً بينهم اثنتين من الدول العربية (العراق وموريتانيا). أعطي خلال الدورة محاضرات نظرية تخصصية في مجال: المبادئ العامة وأنواع الحوادث، المفاهيم الأساسية للاستجابة لحالات الطوارئ، المفاهيم الأساسية للاستعداد لحالات الطوارئ، خطط الطوارئ الإشعاعية والإجراءات والتدريب والتمارين، استراتيجية الوقاية والاجراءات الوقائية، خارطة طريق التعاون العربي في مجال: الطوارئ الإشعاعية والنووية، تقدير الجرعة الإشعاعية في حالات الطوارئ، المراقبة الإشعاعية في حالات الطوارئ، الاستجابة الطبية، والتواصل مع الجمهور.

وشمل الجزء العملي من الدورة تدريبات عملية في حالات الطوارئ: الاستجابة لحالة طوارئ افتراضية كفقدان مصدر أشعة غاما، تقدير الجرعات الفردية أثناء حادث يتضمن تعرضاً إشعاعياً حاداً، الاستجابة لحالة طوارئ افتراضية كإطلاق بيئي لكمية كبيرة من المواد المشعة، وإزالة التلوث الإشعاعي.

في نهاية الدورة، أثنى المشاركون على مجريات الدورة، وأقرّوا التوصيات التالية:

- إقامة دورة حول احتواء المواقع النووية أثناء الحوادث.
- إقامة دورة حول تدريع المواقع النووية.
- إطالة مدة الدورة ليتمكن المشاركون من الاستفادة من الجانبين النظري والعملي بشكل جيد.
- التركيز على الجانب العملي بشكل أكبر لتثبيت المعلومات النظرية.
- تكرار مثل هذه الدورات لفرق الطوارئ.

د. عبد القادر بيطار