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

في هذا العدد:

* إدارة أمن المواد المشعة أثناء الاستعمال والتخزين
* الخطورة وتقدير المخاطر
* استعمال مؤشرات التعرض لتحسين التصوير الشعاعي الرقمي للأطفال
* تحديد جرعة المدخن والمدخن السلبي من البولونيوم 210 والرصاص 210

إدارة أمن المواد المشعة أثناء الاستعمال والتخزين

نشرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية ضمن سلسلة الأمان النووي المنشور رقم 43 للعام 2022 حول إدارة أمن المواد المشعة في الاستعمال والتخزين والمنشآت المرافقة (دليل تقني). هدف هذا المنشور إلى تقديم إرشادات للدول والسلطات المختصة والمشغلين حول كيفية تنفيذ تدابير إدارة الأمن والحفاظ عليها، بما في ذلك تفاصيل عن كيفية وضع خطة أمنية، للمواد المشعة قيد الاستعمال والتخزين والمرافق المرتبطة بها. يهدف هذا المنشور أيضًا إلى مساعدة الهيئات التنظيمية في وضع اللوائح والتعليمات بشأن إدارة الأمن ومساعدة المشغلين في تلبية هذه المتطلبات التنظيمية.

يغطي هذا المنشور المواد المشعة التي تتضمن مصادر مشعة مختومة ومواد مشعة غير مختومة تحت رقابة تنظيمية، بما في ذلك المواد المشعة التي تم اكتساب أو استعادة السيطرة التنظيمية عليها. وهو مخصص في المقام الأول للتطبيق في المنشآت التي تستعمل وتخزن المصادر المشعة من الفئات 1 و2 و3، كما هو محدد في مدونة قواعد السلوك بشأن سلامة وأمن المصادر المشعة، والمواد المشعة الأخرى .وعلى الرغم من أن هذا المنشور لا يتناول على وجه التحديد إدارة الأمن للمصادر المشعة من الفئة 4 و5، فقد تختار الدولة تطبيق مفاهيم وتدابير إدارة الأمن الموضحة في هذا الدليل التقني على هذه المصادر.

لا يغطي المنشور التأهب والاستجابة لحالات الطوارئ النووية أو الإشعاعية الناجمة عن حدث الأمن النووي، والتي تم تناولها في سلسلة معايير الأمان التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية رقم GSR الجزء 7، التأهب والاستجابة للطوارئ النووية أو الإشعاعية. ومن جهة أخرى، لا يتناول المنشور إدارة الأمن المتعلقة بنقل المواد المشعة، بخلاف النقل العرضي لاستعمال المواد المشعة المتنقلة أو المحمولة. ولا يتناول أيضًا التدابير الأمنية المتعلقة بالمواد المشعة الخارجة عن السيطرة التنظيمية.

يشرح القسم 2 من المنشور دور وغايات إدارة الأمن، في حين يقدم القسم 3 إرشادات حول تنفيذ الأهداف والتدابير الأمنية الفرعية. أما القسم 4 فيقدم إرشادات إضافية وممارسات جيدة لإدارة الأمن. وعرض القسم 5 إرشادات حول محتويات خطة أمن المنشأة الخاصة بالمواد المشعة قيد الاستعمال والتخزين.

ونورد فيما يلي ملخصاً لما ورد في هذا المنشور.

دور وغايات إدارة الأمن

تشمل الإدارة الأمنية للمواد المشعة اثناء الاستعمال والتحزين والمرافق المرتبطة بها وضع وتنفيذ السياسات والخطط والإجراءات والعمليات التي تزود الأفراد بالسلطة والموارد اللازمة لإنشاء وصيانة نظام أمني فعال، بحيث تكون إدارة الأمن أحد مكونات نظام الإدارة العام للمشغل. ومن الضروري دمج الأمن في نظام الإدارة الشامل بطريقة تتجنب، أو على الأقل، تقلل من التعارض مع العناصر الأخرى لنظام الإدارة، مثل السلامة النووية والإشعاعية، وتستفيد من أوجه التآزر المحتملة. وعلى وجه الخصوص، يجب على المشغل التأكد، قدر الإمكان، من أن التدابير الأمنية وتدابير السلامة لا تتعارض مع بعضها البعض وأن تكون داعمة لبعضها البعض.

إدارة الأمن لها ثلاث غايات رئيسة:

1. ضمان فعالية واستدامة نظام الأمن؛
2. التأكد من أن الموظفين والإجراءات والمعدات تعمل بشكل فعال بنظام متكامل؛
3. الترويج لثقافة قوية للأمن النووي.

الغاية الأولى من إدارة الأمن هي ضرورة تزويد قيادة المنظمة المشغلة الموظفين المسؤولين عن الأمن بالسلطة المطلوبة والدعم والموارد لتحقيق هذا الغرض، عن طريق القيام بما يلي:

- التأكد من أن نظام الأمن يوفر الحماية من التهديد بمستوى يتناسب مع النتائج المحتملة للأفعال الكيدية، ومناسب للظروف المحددة في المرفق ويفي بالمتطلبات التنظيمية؛
- وضع وتنفيذ السياسات والإجراءات التي تحكم تشغيل نظام الأمن، وتدريب الأفراد المسؤولين عن الأمن والتقييم المنتظم للامتثال التنظيمي وأداء النظام الأمني؛
- الحفاظ على المعدات الأمنية وفقًا لمواصفات الشركة المصنعة، والإصلاح الفوري لأعطال المعدات وتصميم وتنفيذ تدابير تعويضية تفي أو تتجاوز متطلبات الأمن المعمول بها في حالة تعطل المعدات أو انقطاعها.

الغاية الثانية من إدارة الأمن هي التأكد من أن الأفراد والإجراءات والمعدات تعمل بشكل فعال كنظام .يجب على المشغل اتخاذ تدابير لضمان أن الأفراد والإجراءات والمعدات تعمل بشكل مترابط وبطريقة متكاملة.

إدارة أمن المواد المشعة أثناء الاستعمال والتخزين-تتمة

الغاية الثالثة من إدارة الأمن هي الترويج لثقافة قوية للأمن النووي. ثقافة الأمن النووي هي تجميع خصائص ومواقف وسلوك الأفراد والمنظمات والمؤسسات التي تعمل كوسيلة لدعم وتعزيز الأمن النووي. يجب أن تعزز سياسات وخطط وعمليات وإجراءات إدارة الأمن ثقافة قوية للأمن النووي من خلال ما يلي :

– إظهار التزام القيادة بالأمن على أعلى مستوى في المنظمة؛

– تزويد الموظفين المسؤولين عن الأمن بالسلطة اللازمة لأداء واجباتهم؛

– ضمان توافر الموارد الكافية للتنفيذ الفعال للتدابير الأمنية؛

– تعزيز الوعي الأمني وإشاعة الشعور بالمسؤولية المشتركة عن الأمن بين جميع الموظفين؛

– مساءلة الموظفين والإدارة عن الأمن؛

– ترسيخ ثقافة أمنية قوية داخل المنظمة.

الأهداف والتدابير الفرعية لإدارة الأمن

يجب أن يعرض نظام الأمن الفعال مستوى مناسبًا من الأداء لإدارة الأمن وكذلك لكل من وظائف الأمن الخاصة بالكشف والتأخير والاستجابة. يمكن التعبير عن هذا المستوى المناسب من الأداء من خلال الأهداف الفرعية الأمنية الأربعة وهي:

– إذن الوصول

– تقييم الجدارة بالثقة

– التحكم في الوصول

– حماية المعلومات

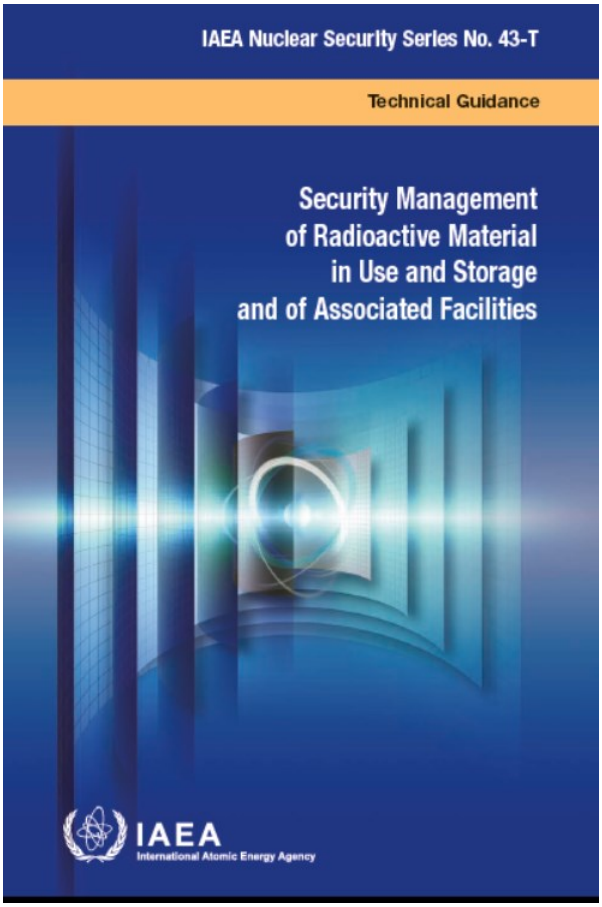
وهي ترتيبات يحد من خلالها المشغل الوصول إلى المواد المشعة والمعلومات الحساسة فقط للأفراد الذين تم التصريح لهم بهذا الوصول، وبناءً على حاجتهم التشغيلية لهذا الوصول والتحقق من مصداقيتهم وموثوقيتهم .

جرى تجميع هذه الأهداف الفرعية الأربعة معًا كإدارة وصول في هذا المنشور من أجل التأكيد على ترابطها المتبادل.

خطة الأمن Security plan

تتيح خطة الأمن للمشغلين أن يثبتوا للهيئة التنظيمية امتثالهم لمتطلبات الأمن. تعد الخطة الأمنية أداة مهمة لتوثيق الأنشطة المرتبطة بإنشاء وتنفيذ وصيانة نظام أمن فعال ومستدام ومتكامل يوضح ثقافة الأمن النووي للمشغل، حيث يجب أن يُطلب من المشغلين تطوير وتنفيذ واختبار ومراجعة دورية للخطة الأمنية حسب الضرورة والامتثال لأحكامها. وبالمثل، تنص مدونة السلوك على ما يلي "يجب على كل دولة أن تضمن أن الهيئة التنظيمية التي أنشأتها تشريعاتها تتمتع بسلطة مطالبة أولئك الذين يعتزمون إدارة المصادر المشعة بالسعي للحصول على إذن، وتقديم خطة أمنية أو تقييم حسب الاقتضاء، وعلى الهيئة التنظيمية أن تضمن أن الخطة الأمنية للمشغل تتضمن تدابير للاستجابة بشكل فعال لعمل ضار يتوافق مع التهديد". يجب أن تصف الخطة الأمنية أنظمة الأمن المخطط لها أو الموجودة لحماية المواد المشعة في الاستعمال والتخزين والمرافق المرتبطة بها. كما يجب أن تتضمن أوصافًا لتدابير إدارة الأمن المخطط لها أو المطبقة. ومن جهة أخرى، يجب على كل منشأة تطوير خطتها الأمنية الخاصة على أساس اللوائح المعمول بها وسياسات وممارسات المنشأة.

يجب توثيق المتطلبات التنظيمية للأمن المعمول بها، بالإضافة إلى أي متطلبات وطنية أو محلية أخرى معمول بها، في خطة الأمن. بالإضافة إلى توثيق الامتثال التنظيمي، بما في ذلك وصف التدابير التي اتخذها المشغل، عند الاقتضاء وأن تحدد الخطة أي سياسات وإجراءات يضعها المشغل المسؤول عن المواد المشعة التي تؤثر على أمن أو إدارة أمن المواد المشعة، وكذلك كيفية تنفيذ هذه السياسات والإجراءات.



يجب أن تُعيِّن الإدارة العليا الأفراد الذين سيكونون مسؤولين عن إعداد الخطة الأمنية والموافقة عليها داخليًا. وبعد الموافقة التنظيمية، يجب على الإدارة أيضًا توفير موارد كافية لتنفيذ الخطة، وأن يكون الفرد (الأفراد) المعيَّن مسؤولاً عن الصياغة.

تنفيذ ومراجعة وتحديث الخطة الأمنية

يجب أن يكون جميع الموظفين الذين لديهم دور محدد في الخطة الأمنية على دراية بمسؤولياتهم، بما في ذلك أي إجراءات أمنية تنطبق عليهم. وعلى وجه الخصوص، يجب استشارة قوات الاستجابة، سواء في الموقع أو خارجه، أثناء تطوير الخطة الأمنية لضمان فهم وتوثيق أدوارهم ومسؤولياتهم بشكل مناسب، ومن الضروري تنسيق الخطة الأمنية مع خطط وإجراءات الطوارئ الخاصة بالمنشأة لضمان الاتساق، واستشارة موظفي الاستجابة للطوارئ أثناء تطوير الخطة الأمنية

تحتوي خطط الأمن على معلومات حساسة ويجب حمايتها فقد تكون بعض المعلومات (مثل معلومات التهديد ومعلومات تقييم الضعف) حساسة بشكل خاص ويجب تضمينها في الملاحق التي يقتصر الوصول إليها على أفراد محددين بحاجة إلى معرفة هذه المعلومات من أجل أداء واجباتهم. وكما يجب أن تتضمن الخطة الأمنية قائمة بالمراجع المستعملة أو المشار إليها في متن الخطة الأمنية، وملاحق (مثل الإجراءات) تحتوي على معلومات مفصلة للغاية أو حساسة للغاية بحيث لا يمكن تضمينها في النص الرئيسي للخطة الأمنية. جرى توفير إرشادات مفصلة حول الشكل والمحتويات المقترحة لخطة الأمن باتباع هذا النهج في القسم 5 من هذا المنشور.

إدارة أمن المواد المشعة أثناء الاستعمال والتخزين-تتمة

تأهيل الموظفين

يجب أن يكون لدى جميع الأفراد وعي أمني كافٍ لتمكينهم من فهم الحاجة إلى أمن المواد المشعة وأهميته. يجب أن يكونوا قادرين أيضًا على التعرف على حدث الأمن النووي ومعرفة ما يجب فعله ومن يتصلون في حالة حدوث مثل هذا الحدث. يجب توفير تدريب منتظم للتوعية الأمنية لجميع الأفراد. يجب أن يكون الأفراد الذين لديهم مسؤوليات أمنية محددة أو يؤدون وظيفة أمنية معينة – مثل التحكم في وسائط الوصول (مثل البطاقات والمفاتيح) – أو يشاركون في الاستجابة لحدث أمني مؤهلين بشكل كافٍ ولديهم تدريب متخصص. قد يشمل هؤلاء الأفراد كلاً من الموظفين والمتعاقدين.

يستعمل التدريب لتزويد الموظفين بالمعرفة والمهارات والقدرات اللازمة لتنفيذ مسؤولياتهم الأمنية بفعالية وكذلك لتحديث معارفهم ومهاراتهم وقدراتهم. يتم استعمال التأهيل للتأكد من أن الموظفين الذين لديهم مسؤوليات أمنية محددة قادرون على أداء مسؤولياتهم الأمنية الموكلة إليهم وفقًا لمعيار مقبول. يجب أن تأخذ محتويات التدريب وتقديمه في كل منشأة في الحسبان الظروف الخاصة بالمنشأة ومؤهلات الموظفين بالإضافة إلى ضرورة توثيق التدريب والتأهيل والاحتفاظ بسجلات التدريب.

يجب أن تشتمل الدورات على المحتوى التدريبي التالي:

– التوعية الأمنية لجميع العاملين في المرفق؛
– نظام ووظائف الأمن للأفراد ذوي الأمن المحدد المسؤوليات.
– التدريب المتخصص أو المتقدم، مثل تدريب موظفي الاستجابة؛
– تدريب خاص أثناء العمل يتضمن إجراءات أو تعليمات خاصة بالمعدات؛
– التدريب التنشيطي

المحاسبة والمخزون

الجرد هو قائمة حالية لجميع المواد المشعة أو العناصر التي تحتوي على مواد مشعة مصرح للمشغل بامتلاكها. تُستعمل العمليات المحاسبية للتحقق من أن جميع المواد المشعة الموجودة في مخزن المشغل موجودة في الموقع المصرح به، مما يوفر وسيلة لاكتشاف فقدان أو الإزالة غير المصرح بها لأي مادة مشعة. تحدد الهيئة التنظيمية متطلبات المحاسبة والجرد في لوائحها الخاصة بأمن المواد المشعة ويجب على المشغل التحقق من وجود مادة مشعة في الموقع المصرح به من خلال الوسائل التالية:

– الفحوصات المادية؛
– المراقبة بالفيديو عن بعد؛
– فحص الأختام أو غيرها من وسائل البيان للعبث؛
– قياسات الإشعاع في نقاط قياس معينة.

يجب أن يتم التحقق على فترات زمنية تحددها الهيئة التنظيمية، وفقًا لنهج متدرج واتباع إجراءات محددة.

يجب أن تطلب الهيئة التنظيمية من المشغل الاحتفاظ بسجلات تشير إلى نتائج كل تحقق محاسبي، بما في ذلك التاريخ والفرد الذي أجرى التحقق والوسائل المستعملة للتحقق من وجود المادة المشعة. إذا تعذر التحقق من وجود المادة المشعة، يجب أن يُطلب من المشغل الإبلاغ عن الفقدان أو الإزالة غير المصرح بها للهيئة التنظيمية و / أو السلطات المختصة الأخرى بطريقة وفي غضون الوقت الذي تحدده المتطلبات التنظيمية وبدء الجهود من أجل تحديد واستعادة السيطرة على المواد المشعة.

يجب على المشغل إجراء جرد لجميع المواد المشعة التي بحوزته، مع ملاحظة لكل مادة مشعة في الجرد المعلومات التالية:

– موقع المادة؛
– النويدات المشعة؛ النشاط في تاريخ محدد؛
– الرقم التسلسلي أو المعرّف الفريد؛
– الأشكال الكيميائية والفيزيائية؛
– تاريخ استعمال المواد، بما في ذلك الحركة إلى داخل وخارج مرفق المشغل
– استلام المواد أو نقلها أو التخلص منها؛
– معلومات أخرى، حسب الاقتضاء، لتمكين التعرف على المواد

يجب إنشاء هذا المخزون على النحو الذي تحدده الهيئة التنظيمية ووفقًا لإجراءات محددة ملخصة في الخطة الأمنية.

تقييم الامتثال والفعالية

يجب على المشغل إجراء تقييم ذاتي للتحقق من أن المنشأة متوافقة مع جميع متطلبات الأمن المعمول بها وتحديد أي نقاط ضعف يجب تصحيحها وتحديد أي فرص للتحسين، بما في ذلك تطوير تدابير حماية أكثر فعالية.

يساعد التقييم على ضمان تشغيل وصيانة نظام أمان المشغل بشكل موثوق، والوظائف على النحو المنشود وبفعالية لتلبية المتطلبات التنظيمية. يساعد التقييم أيضًا المنشأة على الاستعداد لعمليات التفتيش التنظيمية وبالتالي تجنب نتائج التفتيش السلبية المحتملة. قد يحدد أيضًا فرص تحسين فعالية تكلفة نظام الأمن. إذا كان المشغل يفتقر إلى القدرة على إجراء تقييم لنظامه، يمكن إجراء التقييم من قبل مقاولين من الباطن متخصصين في مجال الأمن أو من قبل السلطات المختصة.

يجب أن تضع إدارة المشغل عملية وجدول زمني لإجراء التقييمات وتعيين الأدوار والمسؤوليات لسلوكهم. اعتمادًا على حجم المنشأة ودرجة تعقيد التقييم، يمكن للمشاركين تضمين ما يلي :

– قائد فريق تقييم يتولى المسؤولية العامة عن التقييم؛
– أعضاء فريق التقييم المسؤولين عن التقييم المحدد المعين المواضيع؛
– ممثل المنشأة يعمل كحلقة وصل بين فريق التقييم وموظفي المنشأة الآخرين؛
– ضابط سلامة المنشأة الذي يضمن أن أنشطة التقييم الأمني، مثل اختبارات الأداء، لا تعرض السلامة للخطر. و يجب أن يتعاون جميع موظفي المرفق على النحو المطلوب في إجراء هذه التقييمات.

تعد اختبارات الأداء وسيلة مفيدة بشكل خاص لتقييم التدابير الأمنية لتحديد ما إذا كانت هذه التدابير يمكن أن تعمل بالفعل كما هو متوقع وتحقق النتائج المرجوة. يقدم القسم 4 من المنشور إرشادات حول اختبار الأداء، والتي يجب أن تكون جزءًا لا يتجزأ من عملية التقييم .النتائج لتحديد المشاكل الناشئة وفرص التحسين. يجب على المشغل أيضًا أن يدمج نتائج التقييم (الإيجابية والسلبية)، حسب الاقتضاء، في تعزيز الوعي الأمني لجميع الموظفين، وكذلك في تدريب الموظفين المكلفين بمسؤوليات أمنية.

إعداد الدكتور محمد سعيد المصري

مقدمة عن فلسفة الأمان الحتمي Deterministic Safety Philosophy

يُعّد مفهوم الأمان الحتمي مألوفا تماماً لدى معظم الناس وهو يتمثل في تصميم وإنتاج أي جزء من المعدات وفق معايير مقبولة من أنظمة أو إجراءات مكتوبة، وبذلك يفترض أن تعمل المعدات وفق ما هي مصممة لأجله. حسب هذه الفلسفة، يعد فشل هذه المعدة في أداء واجبها حدث غير ممكن، من هنا جاء مفهوم الحتمية في الأمان. إلا أنه أصبح هذا المفهوم في موقع تسائل، عندما بدأ التفكير في العواقب التي يمكن أن تحدث، فيما لو حصل الفشل، من أضرار على البشرية أو الممتلكات وخاصة في الصناعات النووية والكيميائية.

فلو فرضنا أنه تقرر مثلا بناء خزان بسعة 10000 طن من الأمونيا المضغوطة في وسط عاصمة ما ولتكن دمشق، فمن المتوقع أن يأخذ هذا القرار قلق الجمهور. حيث أن أي حادث يمكن أن يحدث لهذا الخزان سيؤدي إلى تعرض حياة الآلاف للخطر. فلا يمكن للجمهور أن يقبل الادعاء أنه لا يمكن أن يحدث أي حادث كبير لهذا الخزان فهم بحاجة لإثبات على ذلك. فإذا قيل أنه لا يمكن أن يحصل عطل ما يؤدي إلى حادث ما، فالسؤال الأول لماذا لا يمكن ذلك؟ ألم يحدث في أي مكان في العالم؟ ما الذي يمنع حصوله هنا. كل هذه الأسئلة بحاجة لإجابة.

لذلك هناك بعض المحدودية (Limitation) في تطبيق فلسفة الأمان الحتمي في الحالات التي يكون فيها الضرر الناتج عن أي عطل كبيراً، من هذه المحدوديات:

الحمل (Load) الذي لا علاقة له بالتصميم: من المعروف أن التصميم محدد على حمولات معروفة وممكنة، إلا أن هناك أيضاً حمولات غير ممكنة متوقعة الحدوث لا يمكن أن تؤخذ في الحسبان. فكما في المثال السابق (خزان الأمونيا) هناك احتمال قليل، أن تسقط طائرة على الخزان تؤدي إلى إحداث الضرر المتوقع، إلا أن سقوط طائرة لم يؤخذ بعين الاعتبار عند التصميم.

الحمل الذي لم يؤخذ في الحسبان عند التصميم: فمن الممكن أن يكون هناك عمليات فيزيائية لم تؤخذ بالاعتبار عند تصميم المنشأة أو المحطة، كالكوارث الطبيعية كما حصل في حادث فوكوشيما في اليابان عام 2011.

أخطاء بشرية: فكما هو معروف فإن الإجراءات والأنظمة والكودات المتبعة في تنفيذ العمل تفترض أن جميع الخطوات والمتطلبات قد تحققت بالشكل صحيح والتام. وهنا يأتي السؤال عن مدى فعالية الأشخاص المنفذين. حيث يمكن أن يحدث خطأ بشري في إحدى المراحل التالية:

التصميم: من الممكن على سبيل المثال 1- استعمال كود مختلف، 2- تحديد نوع غير صحيح من المعدن، أو 3- إجراء حسابات غير صحيحة لمقاسات الأجزاء،...الخ.

التنفيذ: هناك عدد كبير من الاحتمالات التي تتعلق بالتصنيع غير الجيد أو نقص في تطبيق ضمان الجودة فمثلاً: 1- وصل خاطئ لأحد الأجزاء الهامة، 2- استعمال معدن مغاير خطأً، 3- تركيب خاطئ لأجزاء هامة.

التشغيل: هنا يمكن أن نقول أن للمشغلين إمكانيات غير متساوية في التعامل مع الأجهزة الوقائية حتى المتطورة منها.

من كل ما سبق نجد أن فلسفة الأمان الحتمي غير محققة في الواقع العملي، وهذا ما جعل أصحاب المنشآت الصناعية تهتم بالعمل على تقدير المخاطر عندما تكون عواقب الأعطال ذات تأثير لا يستهان به على عامة الناس.

لماذا أصبحت الخطورة والأمان من الاهتمامات الرئيسة في الصناعة؟

يمكن أن تكون الإجابة عن هذا السؤال منحصرة في زيادة الوعي عند الجماهير عن الأخطار الكامنة للحوادث. فالمعلومات التي تصل إلى الجماهير عبر الأوساط الإعلامية عن الحوادث الطبيعية والحوادث التي للإنسان دور فيها وما تتضمنه من أخطار على مستوى الفرد والمجتمع رفعت من مستوى الوعي الجمهوري ليتساءل عن المخاطر ومستويات الأمان، والضغط على أصحاب القرار للضغط على أصحاب المنشآت ذات الأخطار الكامنة. كما أن الضغط لتجنب الحوادث لم يكن فقط من الجماهير بل حتى من أصحاب المنشآت لما في ذلك من أضرار مادية إضافة للأضرار الجسدية.

عرفت الصناعة تقدير الخطورة على أنه وسيلة تساعد في القرارات الإدارية. فيمكن الإجابة عن بعض التساؤلات بسهولة أكثر من خلال تقدير الخطورة. من هذه التساؤلات:

- هل نظام الأمان الجديد يستحق الاهتمام؟
- ما هي الميزات النسبية من ناحية السلامة لِخِيَارات التصاميم المختلفة؟
- هل مستويات الأمان المطبقة على الأنظمة الميكانيكية تتوازن مع تلك المطبقة على الأنظمة الكهربائية؟
- كيف يعمل الأشخاص ومن يدير الإجراءات؟

ربما أن السبب الأهم الذي جعل الصناعة تهتم وتطبق مفاهيم تقدير الخطورة، هو أنها تؤدي إلى الاستفادة من الفهم المتطور لتفاعل كل من الأجزاء والأنظمة والأشخاص والبيئة مع بعضهم البعض. وبذلك يتم الحصول على أمثلة الأداء وزيادة الإنتاج. وربما هذا يهم أصحاب المعامل أكثر من ضغط السلطات المشرعة عليهم.

الخطورة وتقبل الجماهير

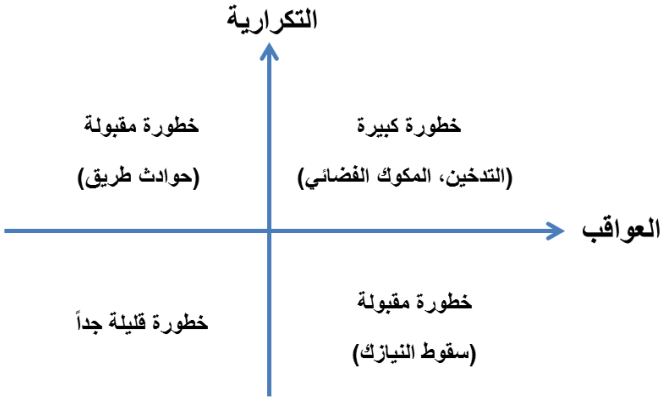
الخطورة في الحقيقة مختلفة عن الخطر. فيحمل المشي في الشارع درجة معينة من الخطورة، إلا أنه لا يمكن اعتبار ذلك خطر. فالخطورة بشكل عام مرتبطة بدرجة تقبلنا لحجم الضرر الناتج واحتمال حدوث الخطر. فمن الصعب التخلص من الخطورة. فمثلاً يمكن التخلص من الخطورة التي تحيط بنا أثناء التنقل بالسيارة وذلك بالبقاء في المنزل بشكل دائم. إلا أن هذا سيرفع من خطورة حصول حادث في المنزل. لذلك فإنه علينا الموازنة بين الخطورة والمنفعة. فالبقاء في البيت وإشعال موقد المازوت يمكن أن يؤدي إلى نشوب حريق في المنزل. وبنفس الوقت يمكن أن يموت عدد أكبر من الناس من البرد في حال منعت الدولة استعمال المازوت في المنازل. فهنا المنفعة تطغى على الخطورة والخيار بسيط. إلا أنه تصبح خيارات الخطورة والمنفعة معقدة في حال أخذ قرار بشأن بناء مفاعل نووي. فمثل هذا القرار صعب للغاية ومن المستحيل على شخص لوحده أخذ قرار بذلك، وعادة ما يتم الاستفتاء عليه.

أحد العوامل التي تؤثر على مستوى الخطورة لحدث ما هو مدى تكرار حدوث هذا الحدث. ويعبر عن هذا عادة بالاحتمالية أي رقم بين الصفر والواحد أو كتكرار بالسنة.

والعامل الآخر الذي يؤثر على مستوى الخطورة هو العواقب الكامنة لهذا الحادث. فبعض الناس ستقلق إذا قيل لها أن هناك احتمال قدره 0.5 (أي خمسون بالمائة) أن يخسروا مثلاً

الخطورة وتقدير المخاطر-تتمة

1000 ليرة سورية. إلا أنهم سيكونون أكثر قلقا إذا كان المبلغ الذي من المحتمل خسارته هو مليون ل.س. كذلك يقلق الناس من سقوطهم أثناء هبوط الدرج إلا أن قلقهم أكبر في حال كان السقوط من الدرج سيؤدي إلى السقوط في حوض ماء يحوي سمك القرش مثلاً. هناك طريقة يمكن أن نمثل فيها علاقة التكرارية بالعواقب (Frequency-Consequence) وهي كما يلي:



ما هي الخطورة المقبولة "Acceptable Risk"؟

هذا سؤال صعب الإجابة عليه وذلك لخصوصيته. فهناك جواب سيئ وهو أن الخطورة مقبولة مادمنا ننتفع والآخرين يعانون. فتلوث المياه السطحية مقبول مادام ذلك بعيداً عنا. كما أن تجارة المخدرات آمنة مادمت أربح ببيعها والآخرين يتحملون خطورة ترويجها. وللأسف كثير ما تؤخذ القرارات لاشعورياً وفق هذا المنحى.

والجواب الأمثل والأصح هو أن تكون الفائدة أكبر من الخطورة لمعظم الناس المتأثرين. فكثير من الناس يعتقدون أن راحة السفر بالسيارة تفوق بكثير الخطورة الممكنة لتورطهم بحادث أليم. والناس الذين يمارسون الرياضات الخطرة مثل تسلق الجبال يعتقدون أن متعة هذه الرياضة تفوق خطورتها أو ربما أنهم لا يقدرن الخطورة بشكل صحيح.

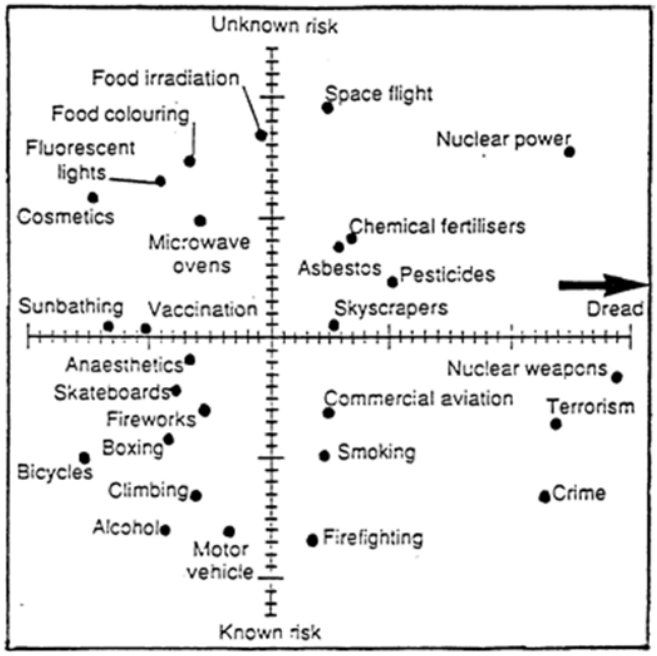
كما أن الطريقة التي ينظر الناس فيها للخطورة في بعض الأحيان قد لا تعبر دائماً عن الاحتمالية. فاحتمالية الموت نتيجة اختطاف طائرة أقل من احتمالية الموت اثر حادث يحصل لك وأنت ذاهب إلى المطار. إلا أن الناس يخافون أكثر من اختطاف الطائرات.

الخطورة والخوف أو الرعب:

إن الطريقة التي يتصرف فيها الكائن الحي مع الخطورة هي نتيجة عوامل فيزيولوجية. فالعاملون في مصالح خطرة عادة ما يفشلون في أخذ الاحتياطات، فهم معتادون على الخطر الذي لم يعودوا يخافون منه. وبنفس الطريقة فنحن نخاف من المجهول. ونعتقد أن الخطر غير المألوف أكثر خطورة مما هو عليه حقيقة. حتى أنه من الممكن أن تكون الاحتياطات التي أخذناها ليست مفيدة بالشكل الذي كنا نعتقده. فهناك نظرية معروفة تسمى فرضية تعويض الخطورة "Risk Compensation Hypothesis" والتي تقول أن احتياطات الأمان قد تزيد من التعرض للخطورة. فمن الممكن أن يخاطر لاعب السرك إذا علم بوجود شبكة نجاة تحته بشكل أكبر من مخاطرته بدونها. كما أنه عندما يرتدي السائقون حزام الأمان يمكن أن يشعروا بالأمان ويقودوا السيارة بحرص أقل وهذا قد يؤدي إلى زيادة عدد الحوادث عوضاً من تقليلها.

يبين الشكل التالي مخطط الخطورة مقابل الرعب (dread) والذي يعبر عن التعرض لمخاطر مختلفة. فنحن مثلاً نخاف من الجرائم أكثر من تسلق الجبال رغم أن الخطورة لكليهما واحدة. فكما يبدو فإن تقبل الإنسان للخطورة مرتبط كثيراً بالرعب الذي يرافق المجازفة.

يتعلق الحكم على مستويات الخطورة بطبيعة هذه الخطورة. فمن الظاهر أن الناس مستعدون لقبول خطورة أكبر عندما تطبق عليهم، فمثلاً كثير من الناس مستعدون تماماً لقبول خطورة التدخين أو تسلق الجبال.



نتيجة هذه الخصوصية فإن التعبير عن الخطورة كمياً لشيء يمكن أن يتقبله المجتمع كله شيء صعب. فيمكن أن تعطي حسابات تقدير الخطورة فكرة جيدة عن الخطر المرتبط ببعض الفعاليات كما يمكن أن تعطي مستويات الخطورة معلومات حول تقبل الجماهير، إلا أنها لا يمكن أن تعطي قاعدة صلبة وسريعة حول أي المخاطر مقبولة وأيها لا.

تقدير المخاطر "Risks Assessment"

تقدير الخطورة هو في الحقيقة عمل نقوم به خلال حياتنا من وقت لآخر. وعلى الأغلب يتم ذلك لا شعورياً فمثلاً عندما ننظر إلى اليمين واليسار قبل عبورنا الطريق، نقرر أن عبور الطريق آمن. وهذا لا يعني أنه لا توجد سيارات على الطريق بل أننا حددنا من خلال الخبرة أن خطورة الاصطدام بسيارات التي نراها منخفض ومقبول بالنسبة لنا.

قبل أن نعرف تقدير الخطورة بشكل معنوي يجب أن نعرف المصطلحات التي تدخل فيه. فالخطر والخطورة "Hazard and Risk" هما مفتاحي الموضوع. فهما من حيث الظاهر لهما المعنى نفسه إلا أنه في موضوع تقدير الخطورة فلهما معنيين مختلفين.

فالخطر هو وضعية فيزيائية فيها خطر كامن لإصابة إنسان أو تدمير أبنية أو ضرر للبيئة أو خليط من كل ذلك. أما الخطورة فهي خليط من احتمالية حصول الخطر والعواقب الناتجة عنه

الخطورة وتقدير المخاطر-تتمة

من المهم أن نتذكر دائماً أن الخطورة هي تابع لتكرارية حصول الحدث وشدة عواقبه. وهذا يعني أنه إذا أردنا أن نقلل المخاطر من حدث معين فيمكن ذلك إما بتقليل تكرارية حدوثه أو تقليل شدة عواقبه وذلك مثلا بوضع قوانين مناسبة للمنطقة (وضع مسافات فاصلة) أو فرض خطوات وقائية أخرى.

يمكن أن يعبر عن الخطورة بالتكرارية (عدد حوادث معينة خلال فترة زمنية) أو الاحتمالية (احتمالية حدوث حدث ما بعد حدث سابق) وذلك حسب الظروف. من أجل الحوادث النادرة فيمكن للتكرارية أن ترتبط بعدد الحوادث خلال فترة زمنية كبيرة بشكل كاف أو احتمالية حدوث هذا الحدث خلال فترة قريبة.

أشكال الخطورة:

يمكن أن يعبر عن الخطورة بعدة أشكال أهمها: 1- الخطورة الشخصية أو الفردية "Individual Risk" و 2-الخطورة الاجتماعية أو الجماعية "Societal Risk".

ويعتمد الشكل الذي سيعبر به عن مستويات الخطورة بحسب الاستعمال النهائي للنتائج.

تعرف **الخطورة الفردية** على أنها: التكرار الذي يمكن أن يتعرض له الفرد لمستوى معين من الضرر الناتج عن خطر معروف ومحدد. وترتبط الخطورة الفردية بالشخص والمكان ومن المتعارف عليه حساب الخطورة الفردية في مواقع مختلفة من المنشأة. فيجب أن تحسب الخطورة العظمى من أجل شخص من مجموعة الأشخاص الذين هم أكثر عرضة للخطر مثل ربات المنازل، الأطفال دون سن المدارس، كبار السن والمقعدون الذين يقضون معظم وقتهم في مواقع محددة ومن الصعب عليهم الهروب من تأثير الأخطار. من الشائع أن تحسب الخطورة الفردية بواحدة تكرارية تلقي الفرد مستوى معين من الضرر في السنة.

بينما تعرف **الخطورة الجماعية** على أنها: العلاقة بين التكرارية وعدد الأشخاص الذين سيعانون من مستوى معين من الضرر الناتج عن خطر معروف ومحدد. تتطلب حسابات تقدير الخطورة الجماعية تقدير عدد الأشخاص المتضررين من خطر حادث ما عوضا عن عدد الأشخاص الممكن تأثرهم في موقع محدد.

هناك تراكيب كثيرة للمصطلحات خطر "Hazard"، خطورة "Risk" وأمان "Safety" تستعمل المصطلحات تقدير "Assessment"، تحليل "Analysis" و تقيم "Evaluation". فتحليل الخطر "Hazard Analysis" يتضمن تحديد الحوادث غير المرغوب فيها والآلية التي يمكن أن تحدث وفقها تخمين تحليل العواقب الممكنة وربما احتمالية الحدوث.

أما المصطلح تحليل الخطورة "Risk Analysis" فيتضمن بالتعريف الفعاليات المذكورة سابقاً من تحليل العواقب الممكنة واحتمالية الحدوث مع التأكيد على ضرورة تضمين الخطوات الأولى قبل البدء بهذه الفعاليات. فيما يتطلب تقدير الخطورة "Risk Assessment" أخذ قرارات حول معنوية النتائج التي حصل عليها، وبذلك يمكن أن يعرف على أنه: "تقدير كمي لإمكانية حصول حدث غير مرغوب به وإمكانية حصول ضرر أو تخريب ويرافق ذلك قرارات مأخوذة حول معنوية هذه النتائج".

يمكن اعتبار تعريف المصطلحين تقدير الخطورة الاحتمالية " Probabilistic Risk Assessment (PRA)" وتقدير الأمان الاحتمالي " Probabilistic Safety Assessment (PSA)" على أنه مطابق للتعريف السابق إلا أن استخدام هذين المصطلحين يعبر عن الوصول الكمي الاحتمالي.

طريقة تقدير المخاطر "The Methodology of a Risks Assessment"

الهدف الحقيقي من تقدير الخطورة هو الإجابة على التساؤلات التالية:

ما درجة السوء الممكنة؟ "How bad could it be?" .

ما التكرارية الممكنة لحصولها؟ "How often might it happen?".

هل الوضع مقبول؟ "Is the position acceptable?".

هذه هي الأسئلة التي تسأل من قبل العامة ويضاف عليها تساؤلات أصحاب المعامل الصناعية وهي:

- كيف يمكنني أن أقلل الآثار؟ "How can I minimize the effects?".
- كيف يمكن تخفيض فرصة حصولها؟ "How can I reduce the chance of it happening?".
- يمكن تقسيم طريقة تقدير الخطورة إلى خمسة مراحل رئيسية ,هي:
- تحديد الخطر "Hazard Identification": تحديد مصادر الحوادث المعنوية والطرق التي تحدث بها.
- تحليل التكرارية "Frequency Analysis": تقدير كمي لاحتمالية حصول الحوادث. حيث يتم هنا محاولة التقدير فيما إذا كان من الممكن أن يحدث حادث غير مرغوب به كل عشرة سنوات أوكل مليون سنة أو ما شابه ذلك .
- تحليل العواقب "Consequence Analysis": تقدير كمي للعواقب الكامنة للحوادث. حيث يتم هنا محاولة تقدير احتمالية موت أو إصابات بالغة للناس الموجودين في أوساط بيئية مختلفة على مسافات مختلفة من موقع الحادث غير المرغوب به.
- حساب الخطورة "Calculation of Risk": تحسب بضم كل من تقدير التكرارية و العواقب المحسوبتان في المرحلتين السابقتين. ويعبر عادة عن الخطورة على أنها احتمالية الوفاة أو الإصابة الشديدة لأحد عناصر القوة العاملة أو السكان القريبين، كما يمكن أن يعبر عنها بمعاملات أخرى مثل الخسارة المادية الناتجة.
- التقدير "Assessment": وهو الخطوة التي تجيب عن "وماذا يعني هذا؟" وفيها يتم التقدير وفق تقديرات مستويات الخطورة المقبولة مع إمكانية الحاجة لإجراء ترميمي.

يمكن استعمال طرائق مختلفة من أجل تقدير المخاطر، من أهمها:

- المخطط الصندوقي للموثوقية "Reliability Block Diagram".
- قائمة الاختبارات "Checklist".
- تحليل أساليب الفشل ونتائجه "Failure Modes and Effects Analysis".
- تحليل الخطر والعمليات التشغيلية "Hazard and Operability Analysis".
- شجيرات الحوادث "Event Trees".
- شجيرات الأخطاء "Fault Trees".

ويعتبر اختيار الطريقة التي سيتم استعمالها في تقدير الخطورة مهمة من أجل حل المسألة بشكل كامل ودقيق، والتي هي في النهاية جمع للخطوات الخمسة المشروحة سابقة.

اعداد الدكتور رياض شويكاني

استعمال مؤشرات التعرض لتحسين التصوير الشعاعي الرقمي للأطفال

أضحى التصوير الشعاعي الرقمي المعيار الأساسي في أقسام التصوير الطبي لما له من خصائص هامة للأطباء الشعاعيين كالقدرة على الاستعراض الدائم للصور، والمعالجة اللاحقة لها، وكذلك تبادل الصور وأرشفتها على مستوى النظام الصحي. ومع ذلك، فقد أوجدت هذه التطورات التقنية تحديات جديدة لمجتمع الشعاعيين، بما في ذلك الحاجة إلى إعادة تثقيف العاملين الشعاعين في أقسام التصوير الطبي والحد من التعرضات الإشعاعية غير المبررة. ويعد ذلك أكثر أهمية لأولئك الذين يقومون بالتصوير الشعاعي عند الأطفال حيث يكون الحفاظ على جودة الصورة التشخيصية بجرعة إشعاعية مناسبة أمراً بالغ الأهمية نظراً لأن الأطفال أكثر حساسية من البالغين للآثار المحتملة للإشعاع المؤين، فمن المهم إيلاء اهتمام خاص للتقنيات الرقمية وعلاقتها بجرعة المريض.

النهج القياسي في التصوير الشعاعي الرقمي للأطفال:

تعد أساسيات التقنيات الإشعاعية مهمة اليوم كما كانت في الماضي. ومع ذلك، يتطلب النهج القياسي للتصوير الشعاعي للأطفال خبرات محددة وأدوات مساعدة قد لا تتواجد في العديد من أقسام التصوير الشعاعي الرقمي. وفي حالة وجودها، فإنها تعد نقاط انطلاق مثالية لتعريض المريض بدقة وبشكل مناسب. ولا بد من الإشارة إلى أن الإعدادات المسبقة للتصوير الشعاعي المبرمج تشريحياً (APR)، والتي توفرها الشركات المصنعة لأجهزة التصوير الشعاعي عادة، قد لا تكون مناسبة لتصوير الأطفال وبالتالي يجب أن يعمل كل من فيزيائي التصوير الطبي وطبيب الأشعة والفني الشعاعي ومهندسي الشركات المصنعة لأجهزة التصوير الشعاعي معاً من أجل تطوير ووضع مخططات تقنية لإجراءات تصوير الأطفال على أن تكون إما مطبوعة أو مدمجة في أنظمة تشغيل أجهزة التصوير الشعاعية.

الإجراءات المناسبة عند إجراء فحوصات التصوير الشعاعي الرقمي على الأطفال:

يعد تطبيق المبادئ الأساسية للتصوير الشعاعي أمراً حيوياً من أجل تحسين جودة الصورة التي يتم إنتاجها بجرعة منخفضة في التصوير الشعاعي الرقمي للأطفال، لذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار النقاط التالية:

- يجب أن يكون تعريض المرضى الأطفال في أقل ما يمكن تحقيقه وفقاً لمبدأ (ALARA).
- يجب ضبط الحقل الشعاعي بما يتناسب مع المنطقة المراد تصويرها سريرياً لتجنب تعريض أجزاء كبيرة من الجسم غير مهمة من الناحية التشخيصية.
- يجب استخدام الشبكات المانعة للتبعثر فقط عندما تكون سماكة جزء جسم الطفل المعرضة مناسبة حيث لا يُنصح باستخدامها عندما تكون هذه السماكة أقل من 10 سم إلى 12 سم.
- يتميز التحكم التلقائي في التعرض (AEC) بالعديد من المزايا، ولكنه قد لا يعمل بشكل جيد مع المرضى الأطفال ذوي الأجسام الصغيرة. ومع ذلك وفي حال استخدامه يجب تجنب وضع الحساس الخاص به في أسفل المناطق التي يتواجد بها واقيات للغدد التناسلية أو عند منطقة الثدي.

مؤشرات التعرض الإشعاعي

لم يتغير الهدف من الحصول على الأشعة السينية التشخيصية مع التصوير الشعاعي الرقمي حيث لا يزال يتطلب صورة بجودة مناسبة وجرعة منخفضة للمريض وبخاصة عند الأطفال.

تخفض عملية الاستحواذ الرقمي للصورة الشعاعية من تكرار الصور الشعاعية الناتج عن التعريض غير الصحيح بسبب إمكانية المعالجة الرقمية اللاحقة للصورة. وهنا أيضاً يجب الحد من التعرضات المنخفضة والتعرضات المفرطة للمريض. ففي حين يؤثر التعرض المنخفض سلباً على جودة الصورة، يؤدي التعرض المفرط إلى تعريض المريض الطفل إلى جرعة أكبر من اللازم. ويمكن التغلب على ذلك من خلال الملاحظات التي يتلقاها الفني الشعاعي حول مدى ملاءمة أسلوب التصوير الشعاعي الذي اختاره لكل صورة شعاعية رقمية. ويوفر مؤشر التعريض تغذية خلفية مهمة من خلال الإشارة إلى التعرض النسبي لمستقبل الصورة، والذي يعتمد على كفاءة وحساسية المستقبل الرقمي للأشعة السينية. والتي يمكن الاستفادة منها من قبل الممارسين التقنيين لفهم وتفسير الفروقات بين الحصول على الصور الرقمية ومعالجتها وعرضها. ويستخدم مصنعو معدات التصوير الشعاعي الرقمي طرقًا مختلفة لتحديد مؤشر التعرض وتوجد اختلافات واسعة في المصطلحات والوحدات والصيغ الرياضية وظروف المعايرة لمؤشرات التعرض هذه مما يزيد من الالتباس لدى الفنيين الشعاعيين عندما يتوجب عليهم العمل مع أنظمة من أكثر من مصنع واحد أو عندما لا يتم توفير التدريب المناسب لهم عليها. ومن هنا برزت الحاجة إلى اعتماد مصطلحات موحدة قياسية، لذلك فقد دعي مجتمع الأشعة، بما في ذلك اختصاصيو الأشعة والتقنيون والفيزيائيون الطبيون، إلى وضع مصطلحات موحدة منذ مؤتمر "مفهوم ALARA في التصوير الرقمي CRوDR للأطفال" في عام 2004. واستجابة لذلك نشرت اللجنة الدولية الكهروتقنية (IEC) معياراً لمصطلح التعرض في عام 2008. ونشرت الرابطة الأمريكية للفيزيائيين في الطب (AAPM) تقريرها عن ذلك في عام 2009.

وفي قمة Image Gently 2010 وافق الجميع على اعتماد المعيار IEC 62494-1 لمؤشرات التعرض والذي سيطبق على أنظمة التصوير الشعاعي الرقمية المستخدمة في التصوير الشعاعي (على سبيل المثال، أنظمة CR وأنظمة DR). يتضمن المعيار المقترح كلاً من المصطلحات التالية: مؤشر التعرض (EI)، مؤشر التعرض المستهدف (EIT)، ومؤشر الانحراف (DI):

EI هو مؤشر التعريض على الكاشف في منطقة الصورة ذات الصلة. ويشتق وفقاً للمعيار من نسبة إشارة الصورة إلى الضجيج (SNR)، والتي تتعلق بالطاقة الممتصة في الكاشف (وليس المريض) بعد كل تعرض.

EIT هو التعرض المرجعي المستهدف الذي يتم الحصول عليه عند تعرض مستقبل الصورة بشكل صحيح. وتختلف قيمه من أجل كل جزء من أجزاء الجسم وكذلك نوع الإسقاط المستخدم (على سبيل المثال الصدر والبطن والقدم) وقد يختلف أيضاً بحسب حساسية الكاشف المستخدم.

DI مؤشر الانحراف والذي يقيس مدى انحراف قيمة مؤشر التعريض EI الفعلية عن قيمة التعريض المرجعي المستهدف EIT الخاصة بالإسقاط باستخدام المعادلة التالية:

$$DI = 10 \times (\text{Log10}\,[EI / EIT])$$

يعد الاستخدام السريري لـ DI كمؤشر على التعرض الصحيح للتصوير الشعاعي لأنه يقدم ملاحظات فورية إلى التقني فيما يتعلق بالتعرض المناسب وبشكل عام، فإن الهدف الأساسي هو ضمان اتباع نهج موحد لإدارة جرعة الإشعاع لمرضى الأطفال مما يؤدي إلى جودة الصورة المناسبة تشخيصياً.

اعداد الدكتور يحيى لحفي

تحديد جرعة المدخن والمدخن السلبي من البولونيوم 210 والرصاص 210

يوجد تأثيرات طويلة الأمد لاندخال النكليدات المشعة إلى الجسم البشري. ويأتي إسهام كبير للجرعة الإشعاعية التي يراكمها الجمهور من سلاسل التفكك الطبيعي لليورانيوم، وخاصة البولونيوم 210 (^{210}Po) والرصاص 210 (^{210}Pb)، ويُقدّر إسهام البولونيوم بحوالي 7% من الجرعة الفعالة للفرد حسب تقرير UNSCEAR.

نتيجة لوجود تراكيز نشاط عالية نسبياً من البولونيوم 210 والرصاص 210 في التبغ ومنتجاته، يستقر معظم البولونيوم 210 والرصاص 210 الموجود في سيجارة المدخن في رئات المدخنين أنفسهم وفي رئات من حولهم (الذين يُسمّون المدخنون السلبيون)، ويسهم ذلك في زيادة الجرعة الإشعاعية الداخلية مما قد يؤدي لزيادة احتمالية الإصابة بسرطان الرئة لدى المدخنين.

حسب دراسات سابقة فإنه ينتقل وسطياً حوالي 50% من البولونيوم 210 الموجود في تبغ السجائر إلى الدخان، ويبقى 35% في العقب وحوالي 15 % في الرماد.

تتحكم بعض العوامل بدرجة التعرض لدخان السجائر منها: نوعية التبغ (المنطقة الجغرافية مكان زراعة التبغ)، جودة التبغ المقطوف، وجود أو غياب الفلتر، حجم ومكونات الفلتر، وعادات التدخين...إلخ. وهناك اهتمام كبير ومستمر للتقليل من المحتوى المسبب للسرطان مثل تعديل طريقة تصنيع التبغ، واستخدام فلاتر حديثة للسجائر، وخفض مستويات المحتوى الإشعاعي.

وجدت دراسة سابقة، أجريت في هيئة الطاقة الذرية السورية، أن تراكيز البولونيوم 210 والرصاص 210 تتراوح بين 4 و16.4 ميلي بكرل/سيجارة على الترتيب. بينما وصلت نسب توزع البولونيوم في مكونات السجائر المستهلكة حوالي 12% و73% و1.6% في الرماد والدخان والفلتر على الترتيب. في حين بلغ متوسط تركيز البولونيوم 210 في دم غير المدخنين والمدخنين 97 و 130 ميلي بكرل/لتر على الترتيب؛ بينما كان متوسط تركيز الرصاص 210 أعلى نسبياً حيث بلغ 155 و 176 ميلي بكرل/لتر في دم غير المدخنين والمدخنين على الترتيب.

هدفت هذه الدراسة إلى تعيين نشاط البولونيوم 210 والرصاص 210 في الهواء الذي ينطلق من دخان السجائر في البيوت، وجرى تحديد الجرعة الفعالة السنوية التي يتلقاها المدخن الإيجابي والمدخن السلبي. تم شراء 10 أنواع من التبغ المتوفر بالسوق المحلية: خمسة أنواع من التبغ الوطني، وخمسة أنواع من التبغ الأجنبي المستورد.

جرى سحب الدخان الناتج عن احتراق السجائر لعلبة كاملة باستعمال خرطوم مرن حيث تم تثبيت حامل الفلتر في إحدى طرفيه والسيجارة في مدخل حامل الفلتر، ويوصل الطرف الآخر للخرطوم إلى جهاز السحب الذي يظهر في الصورة.

جرى سحب دخان السجائر بطريقة مشابهة لما يقوم به المدخن سحبتين/ دقيقة، وعند انطفاء السيجارة تستبدل بأخرى حتى انتهاء علبة السجائر. يؤخذ الفلتر بعد ذلك ويصبح جاهزاً للتحليل والقياس.

من أجل سحب عينات المدخن السلبي: جرى جمع عينات من الهواء المحيط في غرفة تحوي مدخنين متطوعين. جُمعت العينات على فلاتر Whatman، وحُدد زمن جمع العينة موافقاً لزمن تدخين باكيت كامل.

بلغت الجرعة الفعالة السنوية الناجمة عن البولونيوم-210 والرصاص-210 للمدخن الإيجابي البالغ من الدخان الوطني حوالي 43 µSv و 14 µSv على الترتيب، ومن الدخان المستورد 37 µSv و 12 µSv على الترتيب.

بينما بلغت الجرعة الفعالة السنوية الناجمة عن البولونيوم-210 والرصاص-210 للمدخن الإيجابي المراهق من الدخان الوطني حوالي 52 µSv و 17 µSv على الترتيب، ومن الدخان المستورد 45 µSv و 15 µSv/y على الترتيب.

حُسبت الجرعة الفعالة للمدخن السلبي من أجل عدة فئات عمرية وفي حالة وجود / عدم وجود تهوية كما في الجدول التالي

	الجرعة الفعالة السنوية للمدخن السلبي مقدرة بـ (µSv/y)											
	مع تهوية						بلا تهوية					
	بالغ		مراهق (10 سنوات)		طفل (1 سنة)		بالغ		مراهق (10 سنوات)		طفل (1 سنة)	
النظير المشع	^{210}Po	^{210}Pb	^{210}Po	^{210}Pb	^{210}Po	^{210}Pb	^{210}Po	^{210}Pb	^{210}Po	^{210}Pb	^{210}Po	^{210}Pb
الدخان الوطني	1.18	1.08	1.07	0.96	0.82	0.76	2.78	1.29	2.52	1.15	1.93	0.91
الدخان الأجنبي	1.86	3.19	1.69	2.83	1.29	2.24	3.91	0.57	3.54	0.51	2.71	0.40

خلصت الدراسة إلى أن الجرعة الفعالة المودعة الناتجة من كلا النظيرين (Po-210 & Pb-210) صغيرة نسبياً، ولكنها تبقى غير مبررة من وجهة نظر الوقاية الإشعاعية. كما أن التأثيرات الضارة من النظيرين المشعين البولونيوم 210 الرصاص 210 يمكن أن تكون ضئيلة مقارنة بالتأثيرات الناجمة عن المواد الكيميائية الخطرة الموجودة في تبغ السجائر.

اعداد الدكتور عبد القادر بيطار

شارك في هذا العدد:

د. محمد سعيد المصري ، د. رياض شويكاني
د. يحيى لحفي ، د. عبد القادر بيطار
الإخراج الفني: زهير شعيب

للمراسلة:
هيئة الطاقة الذرية السورية—قسم الوقاية والأمان
دمشق - سوريا - ص.ب 6091
هاتف: 00963112132580- فاكس:00963116112289
بريد إلكتروني: atomic@aec.org.sy
الموقع الالكتروني: www.aec.org.sy