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

في هذا العدد:

* مبادئ الوقاية الإشعاعية
*سبعة أمور يجب معرفتها عن النظائر المشعة المستخدمة في الطب
* التصوير الوعائي الإشعاعي التدخلي
* معالجة النفايات المشعة في الطب النووي
*اختبار التوافق الكهرطيسي (EMC Test)

مبادئ الوقاية الإشعاعية

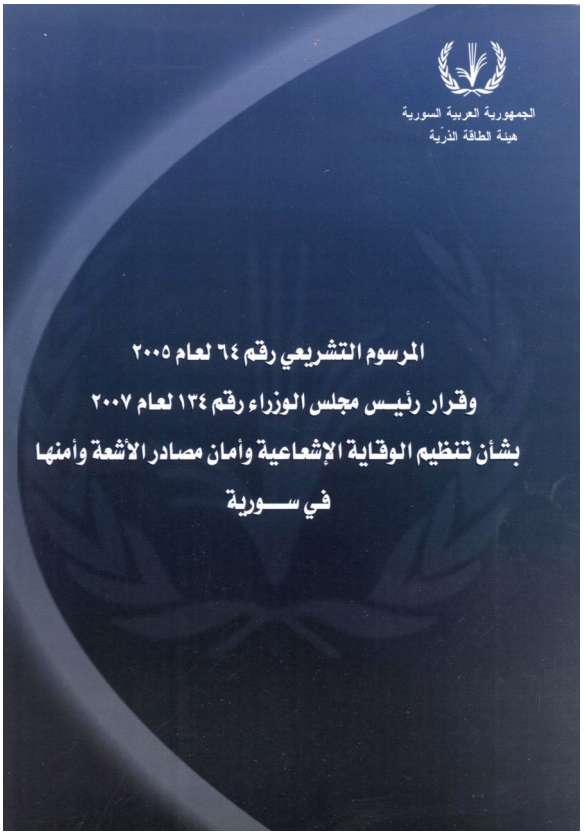
نصت المادة 13 "تبرير الممارسات" من القواعد التنظيمية القواعد التنظيمية العامة للوقاية الإشعاعية وأمان مصادر الأشعة وأمنها والصادرة بقرار السيد رئيس مجلس الوزراء رقم 134 لعام 2007 بما يلي:

أ. لا يجوز القيام بأية ممارسة ما لم تكن مبررة، بمعنى ان تكون لها فائدة تكفي لتبرير الضرر الإشعاعي الذي قد تحدثه، مع أخذ العوامل الاقتصادية والاجتماعية بعين الاعتبار.

ب.على المستثمر تطبيق مبدأ التبرير عند إدخال أي ممارسة جديدة أو تحديث أية ممارسة قائمة، بحيث تتم المفاضلة بين جميع الخيارات الممكنة لأخذ نسبة الضرر إلى المنفعة لكل من تلك الخيارات بعين الاعتبار.

ج.باستثناء الممارسات المبررة التي تنطوي على تعرضات طبية، بعد تعمد إضافة مواد مشعة إلى السلع والمنتجات التالية أو تنشيطها إشعاعياً غير مبرر:

1. الأغذية والمشروبات ومستحضرات التجميل وأية سلعة او منتج آخر يخصص للاستعمالات البشرية سواء عن طريق الفم تو الاستنشاق او الجلد او الاستعمال الموضعي او غيرها.
2. ألعاب الأطفال والحلي وأدوات الزينة الشخصية.
3. السلع والمنتجات التي لا يحقق استخدام الإشعاع او المواد المشعة فيها أية فائدة إضافية لا يمكن تحقيقها بالبدائل الأخرى.



وكما نصت المادة 14 "استمثال الوقاية الإشعاعية" على ما يلي:

أ. على المستثمر استمثال الوقاية الإشعاعية، مما يعني المحافظة على مقدار الجرعة الفردية، وعدد الأشخاص المتعرضين، واحتمال حدوث التعرض، عند أدنى حد يمكن التوصل إليه بشكل معقول (مبدأ ألارا)، مع أخذ العوامل الاقتصادية والاجتماعية بعين الاعتبار.

ب.على المستثمر استمثال الوقاية الإشعاعية في جميع المراحل بدءاً من تصميم الممارسة والتجهيزات والمصادر والمنشآت مروراً بإجراءات التشغيل... وانتهاء بالتخلص من النفايات المشعة وإخراج المنشآت من الخدمة.

- يراعى عند استمثال الوقاية الإشعاعية تطبيق قيود جرعة وفقاً للتعليمات الصادرة عن الهيئة.

أما المادة 15 "حدود الجرعة" فقد نصت على:

أ. على المستثمر تقييد التعرض العادي للأفراد بحيث لا تتجاوز الجرعة الفعالة الكلية أو الجرعة المكافئة الكلية لأي عضو أو نسيج متعرض والناجمة عن تراكب التعرضات الممكنة من ممارسات مرخصة حدود الجرعة المذكورة في الملحق الثاني.

سبعة أمور يجب معرفتها عن النظائر المشعة المستخدمة في الطب

1. ما هي النظائر المشعة؟

يحتوي كل عنصر ذري عدد محدد من البروتونات والنيوترونات التي يحتاجها بالضبط في مركزه (نواته) من أجل أن يكون مستقراً (أن يبقى في شكله العنصري). النظائر المشعة هي العناصر الذرية التي لا تملك النسبة الصحيحة من عدد البروتونات بالنسبة لعدد النيوترونات كي تبقى في الحالة المستقرة. مع وجود عدد غير متوازن من البروتونات والنيوترونات، تطلق الذرة طاقة في محاولة للوصول إلى حالة الاستقرار.

على سبيل المثال، تملك ذرة الكربون المستقرة ستة بروتونات وستة نيوترونات. في حين تملك نظيرتها غير المستقرة (النشطة إشعاعياً) الكربون-14 ستة بروتونات وثمانية نيوترونات. يسمى الكربون 14 وجميع العناصر الأخرى غير المستقرة بالنظائر المشعة.

التفكك الإشعاعي هو السعي نحو الاستقرار، وخلال التفكك يصدر عن الذرة طاقة على شكل إشعاع. يمكن تتبع هذا الإشعاع وقياسه، مما يجعل النظائر المشعة مفيدة جداً في الصناعة والزراعة والطب.

2. ما هو مصدر النظائر المشعة؟ وكيف يتم انتاجها؟

يوجد عملياً نظائر مشعة طبيعية وصنعية. ومن أجل التطبيقات الطبية، يتم فقط استخدام النظائر المشعة الصنعية التي يجري إنتاجها في المفاعلات النووية أو السيكلترون وذلك لأنها سهلة الإنتاج ولها الخصائص اللازمة لاستخدمها في التصوير الإشعاعي، إضافة لكون عمر النصف لها أقل بكثير من أعمار نصف مثيلاتها من النظائر المشعة الطبيعية .

يعرف عمر النصف للمادة المشعة بأنه الزمن اللازم لكي يتفكك نصف عدد ذرات النظير المشع وبالتالي ينخفض نشاطه الإشعاعية إلى النصف، وبالتالي يمكن أن يخبرنا كم من الوقت ستبقى النظائر المشعة. تعدُّ النظائر المشعة طويلة عمر النصف أكثر استقراراً وبالتالي أقل نشاطاً إشعاعياً. يمتد عمر النصف للنظائر المشعة المستخدمة في الطب من بضعة دقائق إلى عدة أيام.

على سبيل المثال، يبلغ عمر النصف للروبيديوم-82، الذي يستخدم في تصوير تروية عضلة القلب، 1.26 دقيقة. في حين يبلغ عمر النصف لليود-131، المستخدم في تشخيص وعلاج الغدة الدرقية، ثمانية أيام. على العموم، يوجد حوالي 1800 نظيراً مشعاً يستخدم قرابة 50 نظيراً منها في الطب.

3. كيف يتم استخدام النظائر المشعة في الطب؟

تصدر بعض النظائر المشعة أشعة ألفا أو بيتا وتستخدم هذه لعلاج بعض الأمراض مثل السرطان، في حين تصدر نظائر مشعة أخرى أشعة غاما أو بوزيترونات، تستخدم في التشخيص الإشعاعي باستعمال الكاميرات والماسحات الطبية المتطورة للحصول على صور تشريحية ووظيفية داخل الجسم.

وللنظائر المشعة استخدامات سريرية عديدة في المستشفيات، فهي تستخدم لعلاج أمراض الغدة الدرقية والتهاب المفاصل، للتخفيف من آلام المفاصل والألم الذي يصاحب سرطان العظام، وعلاج أورام الكبد. أما في المعالجة الإشعاعية الداخلية تستخدم النظائر المشعة لعلاج سرطانات البروستات والثدي والعين والدماغ. تعد النظائر المشعة فعالة أيضاً لتشخيص مرض الشريان التاجي وموت العضلة القلبية.

يعد التكنيسيوم-99 واليود-131 من أكثر النظائر المشعة المستخدمة في الطب. يتم استخدام أشعة غاما الصادرة عن التكنيسيوم-99m بشكل أساسي من أجل تصوير الهيكل العظمي وعضلة القلب، ولكن يمكن استخدامها أيضاً لتصوير الدماغ، والغدة الدرقية والرئتين (التروية والتهوية)، والكبد، والطحال، والكلى (بنية ومعدل ترشيح)، والمرارة، ونخاع العظام، والغدد اللعابية والدمعية والعديد من الدراسات الطبية المتخصصة الأخرى. يستخدم اليود-131 على نطاق واسع لعلاج فرط الغدة الدرقية وسرطان الغدة الدرقية وتصوير الغدة الدرقية. يعد اليود-131 مصدراً لجسيمات بيتا مما يجعله مفيداً في المعالجة. وتستخدم النظائر المشعة أيضاً لإجراء البحوث الطبية كدراسة الأداء الطبيعي وغير الطبيعي لأنظمة الجسم كما تساعد النظائر في أبحاث تطوير الأدوية.

4. لماذا نستخدم النظائر المشعة في الطب؟ ما هو الشيء المميز فيها؟

تعد النظائر المشعة مميزة لأن بعض الأعضاء في الجسم تستجيب بشكل مميز بحسب المادة المستخدمة. على سبيل المثال، تمتص الغدة الدرقية اليود أكثر من أي مادة كيميائية أخرى، ولذلك يتم استخدام اليود-131 على نطاق واسع لعلاج سرطان الغدة الدرقية وتصوير الغدة الدرقية. وبالمثل، يتم اختيار بعض المواد الكيميائية المشعة التي يمكن استقلابها من قبل بعض الأعضاء الأخرى مثل الكبد والكلى والدماغ. ولكن، تحتاج معظم النظائر المشعة إلى الربط (الوسم) مع مواد كيميائية أخرى (جزيئات نشطة بيولوجياً) للوصول إلى العضو المطلوب. على سبيل المثال، غالباً ما يتم وسم التكنيسيوم-99 على مركب 6 methoxyisobutylisonitrile- للوصول الى أنسجة القلب لتشخيص اضطرابات العضلة القلبية. تدعى هذه التركيبات من النظائر المشعة الموسومة مع مركبات كيميائية بالصيدلانيات المشعة، والتي يتم استنشاقها أو بلعها أو حقنها لمساعدة الأطباء على قياس حجم الأعضاء وأدائها، وتحديد الشذوذ، واستهداف المعالجة لمنطقة معينة.

تعد النظائر المشعة مميزة لأن استخدامها يوفر على المرضى والأطباء على حد سواء عناء استخدام التقنيات الجراحية، والتي من الممكن أن تكون أكثر خطورة بكثير والتي كانت تستخدم في الماضي. تسمح النظائر المشعة بتوفير العلاج لجميع الأجزاء المنظورة وغير المنظورة من المناطق المصابة في الجسم.

5. هل تشكل النظائر المشعة خطراً على المرضى؟

بشكل عام، تصبح النظائر المشعة المعطاة للمرضى الذين يخضعون للتشخيص أو العلاج مستقرة (غير مشعة) في غضون دقائق أو ساعات اعتماداً على عمر نصفها أو يتم التخلص منها بسرعة من الجسم.

يختار الأطباء النظائر المشعة التي تملك عمر النصف والطاقة المناسبين من أجل الحصول على أفضل تشخيص أو معالجة من دون التسبب بالضرر للنسج السليمة. على سبيل المثال، يبلغ عمر النصف للتكنيسيوم-99 ست ساعات ويصدر فوتونات أشعة غاما طاقتها 140 keV والتي تعد منخفضة ولا تكفي لتسبب الأذى للمرضى. يكون الأطباء حذرين أيضاً حول كمية النظائر المشعة التي يعطونها للمرضى وذلك من أجل التقليل من الجرعة الإشعاعية مع ضمان الحصول على صور ذات نوعية مقبولة. وتستخدم النظائر المشعة قصيرة عمر النصف من أجل تقليل الجرعة الإشعاعية (الصغيرة أصلاً) التي يتلقاها المرضى من جراء استخدام الصيدلانيات المشعة.

6. هل تشكل النظائر المشعة داخل المريض خطراً على الجمهور؟

يتبع الطاقم الطبي قواعد صارمة ويتم تدريبه بشكل جيد لضمان أن يبقى أولئك المرضى الذين يتم إعطاءهم جرعات علاجية من النظائر المشعة (وهذه تستخدم فقط لمعالجة السرطان وأنماط أخرى من المعالجة، ولا تستخدم أبداً في التشخيص) معزولين في غرفهم داخل المستشفى حتى يتم تقليل تعرض العاملين والجمهور الناتج عن المرضى ليصل إلى مستوى آمن. يجب أن يحافظ الممرضون والأطباء والحمالون، المكلفون برعاية المرضى، على مسافة آمنة خلال أي تعامل مع المرضى وارتداء مقاييس الجرعات الشخصية الخاصة بهم والتي يمكن أن تمثل دلالة على الجرعة الإشعاعية التي يتلقونها خلال العمل وذلك لضمان ألا تتجاوز هذه الجرعة الحدود المسموحة والتي هي أقل بكثير من عتبة الأمان. بمجرد أن تتفكك النظائر المشعة إلى مستوى يكون فيه التعرض منخفضاً بدرجة كافية، يمكن للمرضى العودة إلى حياتهم الطبيعية وممارسة أعمالهم الاعتيادية.

7. مع أنه يتم تنبيه الطاقم الطبي بالحفاظ على مسافة عن المرضى، فلماذا يسمح بإجراء مثل هذه المعالجة باستخدام النظائر المشعة؟

في الواقع، يستفيد المرضى من خصائص الأشعة في معالجة السرطان. أولئك المرضى الذين يحتاجون هذه المعالجة يكون إجراؤها لهم مبرراً. كل هذا يتعلق بـ "التبرير"، وهو مفهوم أساسي في الطب النووي. التبرير يعني أن الفائدة المستمدة من استخدام الأشعة يجب أن تفوق الضرر المحتمل للمريض. وبالنسبة لمرضى السرطان، يمكن لاستعمال النظائر المشعة قصيرة عمر النصف خلال المعالجة أن يشفيهم من السرطان أو أن يطيل أمد حياتهم. ويتم تدريب العاملين في مجال الرعاية الصحية على الممارسات السريرية اللازمة لإدارة التعرض الإشعاعي على النحو الأمثل وذلك كونهم يقدمون الدعم للمرضى الذين يخضعون للمعالجة الإشعاعية. لذلك غالباً ما تكون هذه المعالجة مبررة في نظر كل من المريض والطبيب في آن معاً.

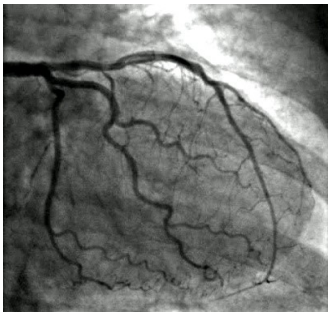
التصوير الوعائي الإشعاعي التدخلي

تسمى الإجراءات التصويرية التي تسمح برؤية الأوعية الدموية باستخدام الأشعة السينية بالأنجيوغرافي (Angiography) والتي يمكن أن تستخدم مثلاً لمشاهدة الأوعية الدموية الدماغية أو الشرايين والأوردة الكلوية. ولكن يبقى الاستخدام الأكثر شيوعاً هو التصوير الوعائي القلبي والذي يسمح بمشاهدة الحجرات القلبية الداخلية والأوعية الدموية المغذية للقلب أو تلك الواردة أو الصادرة عنه. وبالرغم من تطور تقنيات تصويرية أخرى كالتصوير بالأمواج فوق الصوتية، والطب النووي، وتصوير الأوعية الدموية بالرنين المغنطيسي والتصوير المقطعي المحوسب متعدد الشرائح، فإن تصوير الأوعية الإشعاعي يقدم أفضل صورة تشريحية لبنية جهاز الدوران في الجسم، ويسمح بالتدخل العلاجي بعد تحديد المشكلة مباشرة.

يُستخدم في التصوير الوعائي الاشعاعي مادة ظليلة لزيادة تباين الصورة الإشعاعية، حيث يتم حقنها وريدياً عند تصوير الأوعية في الأطراف، في حين تحقن ضمن القثطرة عند تصوير الأوعية الدموية القلبية. يتم اقتباس مجموعة من الصور الإشعاعية أثناء حقن المادة الظليلة ضمن الوعاء الدموي المراد تصويره وبسرعة عالية وبشكل متزامن مع مستقبل الصورة الإشعاعية وجهاز ضبط التعرض الآلي.

جرى تطوير طريقة التصوير الوعائي الإشعاعي بالطرح الرقمي DSA (Digital Subtraction Angiography)لزيادة تباين صور الأوعية الدموية الإشعاعية حيث تحفظ صور الأوعية الإشعاعية بصورة رقمية ومن ثم تعاد معالجتها باستخدام الحاسوب. تستخدم في عملية الطرح صورتان للمسقط ذاته، إحداهما مقتبسة أثناء مرور المادة الظليلة، حيث يقوم الحاسوب بعد ذلك بحذف البنى الثابتة من هذه الصورة والتي تكون مشتركة ما بين الصورتين مبقياً فقط على صورة إشعاعية ذات تباين محسن للأوعية. حلت هذه التقنية حالياً مكان التصوير الإشعاعي الوعائي التقليدي وخاصة عند تصوير الأوعية الدموية الدماغية.

على الرغم من انحسار استخدام التصوير الإشعاعي للأوعية لأغراض التشخيص وحدها بسبب ظهور تقنيات تصويرية أخرى، إلا أن استخدامه كطريقة تدخلية علاجية مستمر في الازدياد. ويعرف التصوير الإشعاعي التدخلي بالإجراء غير الجراحي لمعالجة أو إصلاح إصابات الأوعية الدموية بشكل مباشر وموضعي، وعادة ما يكون أثناء تشخيصها إشعاعياً. وتستخدم أنواع من القثاطر لتطبيق مختلف طرق العلاج حيث يقوم الطبيب المختص بتقييم الحالة المرضية من الصورة الإشعاعية وتطبيق العلاج المناسب لها. ومن أكثر التطبيقات شيوعاً: توسيع الشرايين بواسطة البالون (Percutaneous Translumminal Angioplasty)والتخثير بالقثطرة (Transcatheter Embolization)ومعالجة تصلب الأوردة (Sclerotic Therapy). يوضح الشكل المرفق مثالاً لجهاز تصوير الإشعاعي تدخلية نقال وصورة شعاعية تظهر الشرايين الدموية أثناء حقن المادة الظليلة فيها.



معالجة النفايات المشعة في الطب النووي

نصت المادة 4 من المرسوم التشريعي رقم 64 لعام 2005 على أنه لا يجوز إطلاق مواد مشعة في البيئة أو التصرف بالنفايات المشعة بأي شكل من الأشكال إلا وفق القواعد والتعليمات والإرشادات الصادرة في الجمهورية العربية السورية. وأشارت المادة 22 أنه يعاقب من يخالف أحكام المادة 4 بالحبس من ستة أشهر إلى ثلاث سنوات وبالغرامة من مئة ألف إلى ثلاثة ملايين ليرة سورية أو بإحدى هاتين العقوبتين؛ وقد تشدد العقوبة إلى الاعتقال من ثلاث إلى خمس سنوات والغرامة من مليون إلى ثلاثة ملايين ليرة سورية إذا سبَّب المصدر المشع ضرراً جسيماً للشخص أو للبيئة أو للممتلكات.

واحتوى الفصل الرابع عشر، من قرار رئيس مجلس الوزراء رقم 134 لعام 2007، على قواعد التصرف الآمن بالنفايات المشعة.

على العموم، تعتمد طرائق معالجة النفايات المشعة في الطب النووي على حالتها الفيزيائية: صلبة أم سائلة أم غازية.

أولاً: النفايات الصلبة: إن إدارة النفايات المشعة الصلبة يجري عادة في أماكن تشكلها، ويجب عزل النفايات المشعة عن النفايات العادية لخفض كمية النفايات المشعة وهذه الخطوة أساسية في إدارة النفايات المشعة.

يجب توفير حاويات ملائمة لجمع النفايات المشعة المتشكلة وأن يكتب بالدهان على هذه الحاويات إشارات وعبارات تدل على هويتها وبلون ملفت للنظر (باللون الأصفر) وأن توضع عليها إشارة واضحة للتحذير من الإشعاع وذلك لتمييزها عن تلك المستخدمة لجمع النفايات غير المشعة. أما المواد الملوثة والمراد إعادة استعمالها فيجب أن تخزن في حاويات ملائمة يوجد على سطحها ملصقات تشير إلى ذلك ريثما تتفكك إلى مستوى مقبول من النشاط الإشعاعي (عادةً، الخلفية الطبيعية).

يمكن تصنيف النفايات المشعة الصلبة إلى مجموعتين:

1) النفايات القابلة للاحتراق والقابلة الكبس: تستخدم في محابر النظائر المشعة والمخابر الحارة في المراكز الطبية من أجل جمع النفايات المشعة القابلة للاحتراق والقابلة للكبس حاويات خاصة ذات غطاء يمكن فتحه بواسطة القدم. يجب أن تبطن هذه الحاويات بأكياس بلاستيكية متينة وكتيمة خالية من الثقوب يجري سحبها من الحاوية وربطها بإحكام بعد الامتلاء. من جهة ثانية، يجب الأخذ في الحسبان المشاكل الكيميائية والصحية/البيئية المرتبطة بعمليات حرق النفايات الحاوية على المواد البلاستيكية.

2) النفايات غير القابلة للاحتراق وغير القابلة الكبس: يستخدم من أجل جمع النفايات الطبية المشعة غير القابلة للاحتراق وغير القابلة للكبس مثال الأدوات الزجاجية المكسرة والقطع المعدنية وما شابه ذلك حاويات قوية غير قابلة للاختراق (صفائح معدنية أو بلاستيك مقسى).

طرائق معالجة النفايات المشعة الصلبة:

الحجر والتفككك: تحتوي النفايات المشعة الصلبة الناتجة عن النشاطات التي تجرى من قبل أفراد وتستخدم فيها المواد المشعة على كميات صغيرة من النكليدات المشعة قصيرة العمر مثل اليود 123 و اليود 131. يمكن أن تخزن هذه النفايات في مكان معزول وبعيد عن تواجد الناس لفترة من الزمن كافية لكي تتفكك وتصل إلى الحدود التي تعتبر عندها النفايات غير مشعة ويتم التخلص منها كباقي النفايات الطبية غير المشعة. يعدُّ التخزين والحجر على النفايات المشعة الحاوية على تركيز نشاط إشعاعي (0.1- $1mCi/m^3$) لمدة زمنية قدرها عشر أعمار النصف كافية من أجل تخفيض النشاط الإشعاعي إلى نسبة 1/1000 من النشاط الإشعاعي الأولي.

الحرق: تخفض عملية الحرق حجم النفايات بشكل كبير. ولكن محتوى النشاط الإشعاعي للنفايات سوف يتواجد في الرماد المتبقي وذلك اعتماداً على المواصفات الفيزيائية والكيميائية لمكونات هذه النفايات. يجب أن تكون منشأة الحرق تحت رقابة الهيئة الرقابية (مكتب التنظيم الإشعاعي والنووي). حيث تقوم هذه الهيئة بإجراء تفتيش دوري على هذه المنشأة من أجل التحقق من تلبيتها لمتطلبات الوقاية الإشعاعية.

الدفن (الطمر): تعدُّ عملية الطمر الصحي للنفايات الطبية المشعة الصلبة والحاوية على نشاط إشعاعي منخفض (قريب من سوية الخلفية الطبيعية) من أكثر الطرائق المستخدمة شيوعاً بهدف التخلص من هذه النفايات. يجب أن تكون منطقة الطمر المستخدمة للتخلص من النفايات المشعة الطبية الصلبة معزولة ومحاطة بسور لمنع الدخول إليها من قبل الحيوانات والأشخاص غير المخولين.

ثانياً: النفايات السائلة: تعالج النفايات المشعة السائلة الناتجة عن استخدام المواد المشعة في الطب النووي وفق طريقة الحجر والتفكك؛ حيث يجري تجميع النفايات الطبية المشعة السائلة الناتجة عن منشآت الطب النووي والمشافي في خزانات ترقيد ذات مرحلتين ومن ثم تصرف إلى شبكة المجاري العامة بعد أن يصل تركيز النشاط الإشعاعي إلى الحدود المسموح بها لإطلاقها في البيئة. يجب أن تكون الخزانات مصنعة من مواد بحيث تكون مقاومة للتأثير الكيميائي الناجم عن السوائل التي تخزن بها. ويجب أن تسحب عينات من السوائل قبل تصريفها إلى شبكة المجاري من أجل التحليل الإشعاعي والتحقق من وصول السوية إلى القيمة المسموح بها. أما في المخابر الصغيرة، فيجب أن تجمع النفايات المشعة السائلة في كالونات من البولي إيتيلين وتخزن لفترة كافية ثم تصرف.

وتُعامل مفرزات المرضى وعينات الدم والبول المأخوذة من المرضى المحقونين بالمواد المشعة بالطريقة ذاتها حيث تُحفظ في الخزانات المشار إليها أعلاه مع السوائل الأخرى وتصرف معها.

يجب التحقق قبل التصريف من أن المواد المشعة التي تضخ إلى شبكة المجاري العامة منحلة كلياً وموزعة بشكل متجانس؛ فإذا كانت السوائل تحتوي جزيئات صلبة معلقة أو رواسب فيجب عندئذ إخضاعها للفلترة قبل تصريفها؛ وتُعزَل الأجسام الصلبة على حدة وتخزن ريثما يتفكك محتواها من المواد المشعة.

ثالثاً: النفايات المشعة الغازية: تعدُّ إطلاقات المواد المشعة في البيئة على هيئة أبخرة وغازات مشكلة رئيسة نظراً لإمكانية تلقي الناس الموجودين في محيط المنشآت الطبية لجرعات اشعاعية عن طريق استنشاق هذه الغازات. يجب أن تُستعمل فلاتر مناسبة من أجل التقاط واستخلاص اليود المشع الخارج مع الغازات الأخرى إلى البيئة، ثم تُعامل الفلاتر المستخدمة معاملة النفايات المشعة الصلبة.

بشكل عام، يجب على إدارة المنشأة التي تعالج النفايات المشعة فتح سجلات بالتصريفات والإطلاقات البيئية التي تجريها والاحتفاظ بها لكي يتم الاطلاع عليها دورياً من قبل الهيئة الرقابية.

اختبار التوافق الكهرطيسي (EMC Test)

يعد التلوث الكهرطيسي من أهم مظاهر التلوث في العصر الحديث وقد تزايد مستواه خلال العقود الماضية نتيجة التطور الهائل في علوم الاتصالات اللاسلكية والخلوية إضافة إلى وسائط الإعلام ونقل المعلومات. ولا يؤثر هذا التلوث على الإنسان والكائنات الحية الأخرى فحسب وإنما يؤثر أيضاً على أداء الأدوات الكهربائية والعناصر الإلكترونية الدقيقة التي تدخل في كل مجالات الصناعة. يدور التوافق الكهرطيسي حول ظاهرتين أساسيتين، الأولى تتعلق بالإنبعاث الكهرطيسي العشوائي الصادر عن أي مصدر كان والذي من الممكن أن يسبب آثاراً غير مرغوب بها، والثانية ترتبط بقابلية التأثر الكهرطيسي والتي تعبر عن قابلية المعدات الإلكترونية، ضمن بيئة كهرطيسية معينة، للتأثر وتردي الأداء أو حتى التوقف عن العمل نتيجة التداخل الكهرطيسي (للتوضيح، هذه الظاهرة هي نقيض الحصانة الكهرطيسية للتجهيزات الإلكترونية والتي تعبر عن قدرتها على العمل بشكل صحيح ضمن بيئة كهرطيسية غير ملائمة). ويضاف إلى ما سبق، ظاهرة "الاقتران" بين ما يصدر عن العنصر الإلكتروني وما هو منتشر في المحيط من حقول كهرطيسية والذي يؤثر غالباً في الأداء. دفعت هذه الظواهر الباحثين والمنتجين إلى تطوير اختبار تقني، سمي إختبار التوافق الكهرطيسي (Electromagnetic Compatibility Test)، يهدف إلى وضع الآثار الجانبية للتلوث الكهرطيسي تحت السيطرة وأيضاً إلى تخفيض التشويش ودعم الحصانة الكهرطيسية للمعدات الإلكترونية؛ وبالتالي، تأمين متطلبات السوق وتفادي خسائر رجوع المنتجات إلى منتجها بسبب سوء الأداء. وأصبح اختبار التوافق الكهرطيسي مطلباً أساسياً في مختلف المجالات الصناعية والتطبيقات التقنية كصناعة التجهيزات الطبية، وصناعة السيارات والقطارات والسفن والطائرات والمراكب الفضائية وفي الصناعات الثقيلة والحربية وغيرها.

ولتحقيق اختبارات التوافق الكهرطيسي لا بد من توفر منظومة خلية الأمواج المستعرضة (Transverse Electromagnetic Cell (TEM Cell) والتي تأخذ أشكالاً وأحجاماً مختلفة بحسب الهدف منها وذلك في حالة دراسة التجهيزات الصغيرة والمتوسطة، أو توفر المختبر المناسب ووسائط توليد الإشارات الكهرطيسية والقياس في حالة دراسة التجهيزات الضخمة. إن منظومة خلية الأمواج الكهرطيسية المستعرضة هي عبارة عن نظام تجريبي عملي يسمح بتوليد الحقول الكهرطيسية ضمن حجيرة مناسبة يكون فيها الحقل معلوم الخواص ومعزول عن جميع التأثيرات الخارجية. فيمكن توليد موجة كهرطيسية مستوية ذات سوية إشعاعية محددة تنتشر بشكل متجانس ضمن الخلية؛ وهذا يسمح بإجراء تشعيع عينات مختلفة الكترونية أو حيوية ودراسة التأثيرات المتبادلة بين الحقول الكهرطيسية المطبقة والعينات المختبرة. ومن جهة أخرى، لهذه الخلية تطبيق هام في مجال كشف وتحليل الحقول الكهرطيسية المتولدة عن أي مصدر يمكن وضعه داخل الخلية وذلك ضمن مجالها الترددي. تغطي خلية الأمواج الكهرطيسية المستعرضة طيفاً ترددياً واسعاً يرتبط مجاله بالبنية الهندسية للخلية وبنوعية مولدات ومضخمات الإشارة المطبقة. إن اختبار التجهيزات الضخمة كالسيارات والقاطرات وغيرها يتطلب توفر بيئة مناسبة تحقق شروط العمل التجريبي إضافةً إلى تجهيزات توليد الإشارة الكهرطيسية (مولدات إشارة وهوائيات إرسال مناسبة) ومستلزمات المراقبة واختبار التجهيزات المدروسة.

شارك في هذا العدد:

د. محمد سعيد المصري د. م. يحيى لحفي
د. عبد القادر بيطار د. عصام ابو قاسم
ف. أسامة أنجق

الإخراج الفني: زهير شعيب

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