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

في هذا العدد:

* متطلبات ترخيص استخدام مصادر الأشعة في التطبيقات الطبية التشخيصية والتدخلية
* النكليدات المشعة في مياه الشرب
* الكميات والواحدات المستخدمة في التعرضات الإشعاعية الطبية
* تصنيف فئات الليزر بحسب خطورتها
* فئات الطوارئ الإشعاعية

متطلبات ترخيص استخدام مصادر الأشعة في التطبيقات الطبية التشخيصية والتدخلية

يتطلب ترخيص استخدام المصادر المشعة المختلفة في الطب إلى عدد من الإجراءات نذكرها فيما يلي كما وردت في الملحق الرابع من تعليمات ترخيص الممارسات الإشعاعية الصادر عن هيئة الطاقة الذرية في عام 2008:

يجب تقديم طلب أصولي إلى الهيئة وفق النموذج المعتمد موقعاً من المستثمر، وممهوراً بخاتمه، وملصقاً عليه الطوابع القانونية. ويجب أن يتضمن الطلب المعلومات والوثائق التالية حسبما ينطبق:

1. بيانات المستثمر: الاسم والممثل القانوني ورقم التسجيل لدى الجهات الطبية المختصة والموطن المختار مفصلاً في سورية والهاتف...
2. مسؤوليات الوقاية الإشعاعية لدى المستثمر:
- تسمية الشخص المسؤول عن الممارسة مباشرة ومنصبه.
- تسمية الطبيب المشرف على التعرض الطبي وإرفاق صورة عن ترخيص وزارة الصحة له بمزاولة مهنة الطب في سورية في الاختصاصات المسموح بها حسب الأنظمة النافذة.
- تسمية مسؤول الوقاية الإشعاعية وبيان مؤهلاته والمهام الموكلة إليه خطياً.
3. توصيف مصادر الأشعة (أجهزة الأشعة السينية): النوع والشركة الصانعة والموديل والأرقام التسلسلية للجهاز ككل أو لمولد الجهد العالي وأنابيب الأشعة... حسب الحال.

وفي حال تعلق الطلب بحيازة جديدة لجهاز أشعة يجب:

- بيان الجهة التي تم أو سيتم الحصول على الجهاز منها.
- بيان ما إذا كان الجهاز جديداً أو مستعملاً (مجدداً أو غير مجدد).
- إرفاق تقرير ضبط جودة لجهاز الأشعة من قبل مزوّد خدمة معتمد من الهيئة في حال كان الجهاز مستعملاً.

4. توصيف مكان العمل: تحديد عنوان مكان العمل إن كان مغايراً للموطن المختار وتقديم مخطط هندسي للمكان يوضح عليه الأبعاد والجوار وغرف الأشعة وتوضع الأجهزة فيها ومكان وحدة التحكم (الكونترول) واتجاه الحزمة الإشعاعية والتدريع الموجود (ثخانته وارتفاعه) وآلية مراقبة المريض والإشارات التحذيرية الموجودة....
5. العاملون: تحديد أسماء العاملين المعرضين مهنياً وأرقامهم الوطنية وأعمارهم ومؤهلاتهم والعمل الموكل لكل منهم والدورات التدريبية في مجال الوقاية الإشعاعية إن وجدت.
6. المراقبة الفردية: بيان ما إذا كان العاملون المشاركون في إجراء التعريض الطبي مراقبين فردياً وذكر الجرعة الكلية التي تلقوها إضافة إلى جرعتهم السنوية في السنة السابقة.
7. معدات الوقاية الفردية الموجودة: يجب توافر عدد كافٍ من المآزر الرصاصية وواقيات الدرق والستائر والحواجز الرصاصية الملحقة بالجهاز وكذلك واقيات المناطق الحساسة في المرضى.
8. ضمان الجودة: الجهة المكلفة بإجراء ضبط الجودة الدوري وتاريخ آخر عملية ضبط جودة أجريت لأجهزة الأشعة ونسخة من تقرير ضبط الجودة لكل جهاز أشعة (أو رقم التقرير وتاريخه إن كان صادراً عن الهيئة).
9. سجلات العمل الإشعاعي المعتمدة: بيان السجلات الخاصة بالعمل الإشعاعي وآلية الإشراف عليها. وعلى وجه الخصوص يجب وجود السجلات التالية:
- سجل المراقبة الفردية. (صفحة 24 من 46 من التعليمات)
- سجل التعرض الطبي: يجب أن يتضمن تحديد بيانات المريض ونوع الإجراء ومعاملات التعريض وعدد الصور أو زمن التنظير وكذلك الجرعة الإشعاعية لكل مريض، والتعريضات الطبية الخاطئة إن وجدت.
- سجل ضمان الجودة وعلى الأخص سجل ضبط جودة أجهزة الأشعة.

- سجل الإصلاح والصيانة الطارئة لأجهزة الأشعة.
- سجل التقصي: ويشمل تقصي جميع الأمور والواقعات غير الاعتيادية ذات العلاقة بالتعرض الإشعاعي مثل تجاوز مستويات التقصي والحوادث الإشعاعية وتلقي العاملين جرعات زائدة والتعريضات الطبية الخاطئة... يجب أن يتضمن هذا السجل تاريخ الواقعة وتوصيفها وأسبابها والمسؤولين عن وقوعها وأسماء المرضى والأشخاص المتعرضين والجرعات التي تلقوها فضلاً عن الإجراءات المتخذة لمنع تكرارها.

إضافة إلى ذلك يعد وجود السجلات التالية مؤشراً على مستوى ثقافة الأمان والاهتمام بقضايا الوقاية والأمان والأمن:

- سجل المراقبة الصحية للعاملين.
- سجل تدريب العاملين في مجال الوقاية الإشعاعية.
- سجل الصيانة الدورية.
- سجل استهلاك أفلام التصوير الإشعاعي (لمراقبة مؤشرات الالتزام بأحكام القواعد عملاً بالمادة 26 منها)

النكليدات المشعة في مياه الشرب

يعد وجود النكليدات المشعة في مياه الشرب خطراً إشعاعياً كامناً فاستهلاكها هو طريق لدخول النكليدات المشعة إلى الجسم. ففي بعض البلدان، يشرب السكان مباشرة من المصدر كالآبار والمياه المعدنية. وتتبع نسبة النكليدات المشعة بطريقة أو بأخرى المنطقة (الصخور الأم) التي تستجر منها المياه. ولهذا لا بد من تقدير نسبة النكليدات المشعة فيها.

النشاط الإشعاعي الطبيعي

توجد النكليدات المشعة الطبيعية في مياه الشرب إلى درجة معينة وخاصة إذا كان مصدرها جوفي (آبار وينابيع) أو مياه معدنية. ويعد كل من الراديوم226 والرادون222 أكثر النكليدات المشعة تواجداً في المياه. يعتمد وجود الراديوم في المياه على منشأ هذه المياه. ففي مياه الآبار المعدنية، يعتمد وجودها على محتوى اليورانيوم238 في الصخور الأم حيث يخزن الماء. وتحدد الميزات الجيوكيميائية للحامل المائي انحلالية الراديوم من الصخر الأم وانتقاله إلى الماء. ومن المعروف، أن الراديوم226 يزال بسهولة في معامل معالجة المياه في كثير من الأحيان. على أية حال، لا يجر تنقية مياه الآبار قبل استهلاكها وتعبئ في معظم الأحيان المياه المعدنية مباشرة دون أي معالجة. يعتمد وجود الرادون222 ابنة الراديوم226 في المياه على عدد من المتغيرات بما في ذلك درجة الحرارة والضغط وسلوك الراديوم226 في المياه. ويبدو أن عملية انتقال المياه هي التي تتحكم بغاز الرادون في المياه أكثر من انتشاره في الصخور. يعتمد وجود الراديوم226 والرادون222 في المياه على الميزات الجيولوجية للصخر الأم ومن المعروف ان المناطق الغرانيتية تنتج مياه ذات تراكيز مرتفعة من الراديوم226 والرادون222. ومن جهة أخرى، يعد التريتيوم النظير الآخر الذي يتواجد في المياه، ويعود المصدر الرئيس له إنتاجه بفعل الإشعاع الكوني وسقطه ومن ثم انتقاله إلى المياه الجوفية وتعتمد تركيزه في الآبار والمياه المعدنية على عمر هذه المياه. وفي الحقيقة، تحتوي المياه الجوفية في الحوامل المائية المغلفة تراكيز منخفضة جداً من التريتيوم.

إن تراكيز الراديوم226 في مياه الشرب متغير جداً. أظهرت الدراسات على مياه الشرب في الولايات المتحدة الأمريكية أن تركيز الراديوم226 في مياه الشرب قد تصل إلى 180 بكرل م$^{-3}$ ويمكن أن تحتوي المياه أكثر من 7×104 بكرل م$^{-3}$ من غاز الرادون وفي بعض الأحوال تصل إلى 3.7×105 بكرل م$^{-3}$. ولابد من الإشارة هنا أن الاستخدامات المنزلية للمياه الحاوية على غاز الرادون يمكن أن ترفع من تركيز الرادون في هواء المنازل.

وصلت تراكيز الرادون222 في مياه الشرب المستجرة من المناطق الغرانيتية في النمسا حوالي 800 بكرل ل$^{-1}$ في حين وصل تركيز الراديوم226 حوالي 0.5 بكرل ل$^{-1}$، في حين تراوح تركيز الراديوم226 والرادون222 في 452 مصدر للمياه في البرازيل بين 2.2-235 ميلي بكرل ل$^{-1}$ و0.40-315 بكرل ل$^{-1}$ على الترتيب. وأوضحت دراسة أخرى حول مياه الشرب في بولونيا أن تركيز الرادون قد وصل إلى 38.3 كيلو بكرل م$^{-3}$. أما في المياه المعدنية المعبأة، فوصل تركيز الراديوم226 والراديوم228 والرادون222 في البرازيل 0.097 و0.027 و0.066 بكرل ل$^{-1}$ على الترتيب، في حين وصل تركيز الراديوم226 في مياه اسبانيا المعدنية إلى 600 ميلي بكرل ل$^{-1}$ وتركيز الرادون222 إلى 52 بكرل ل$^{-1}$. وكدراسة نموذجية حول أثر معالجة المياه على نزع النكليدات المشعة الطبيعية والصنعية، جرى استخدام خليط من $Al_2(SO_4)_3$ و$FeCl_3$ في عملية التنقية. دلت النتائج أن العملية تزيل حوالي 85% من اليورانيوم وأكثر من 90% من نظائر الثوريوم والبولونيوم. وصلت تراكيز اليورانيوم238 الثوريوم232 والثوريوم230 والثوريوم228 والبولونيوم210 في المياه المعالجة إلى 0.16 و0.004 و0.013 و0.11 و0.65 ميكرو بكرل ل$^{-1}$ على الترتيب.

النشاط الإشعاعي الصنعي

تدخل النكليدات المشعة الصنعية إلى الأحواض المائية بواسطة العديد من الآليات. يمكن أن تزود مياه الأمطار الحاوية على النكليدات المشعة الصنعية مباشرة أو غير مباشر الأحواض المائية وبهذه الطريقة تنقل النكليدات المشعة الناجمة عن التجارب النووية وانبعاثات الصناعة النووية إلى مياه الشرب. هذا ويمكن أن تؤثر الحوادث النووية في مستوى النشاط الإشعاعي الصنعي في مياه الشرب. وبشكل عام، تزيل عمليات التنقية في محطات معالجة المياه معظم النكليدات المشعة ولكن يوجد بعض الحالات حيث لا تؤدي هذه العمليات إلى إزالة كاملة لهذه النكليدات.

ظهرت النكليدات المشعة الصنعية في بداية الحقبة النووية. وتواجد هذه النكليدات يعتمد بشكل كبير على طرائق معالجة مياه الشرب قبل الاستهلاك. ومع مرور الزمن، تطورت طرائق التنقية مما أدى إلى خفض ليس فقط نسب النكليدات المشعة الصنعية ولكن الطبيعية أيضاً. على أية حال، يعد مراقبة مياه الشرب بشكل روتيني للكشف عن النكليدات المشعة الصنعية في الكثير من البلدان فمثلاً في دول الاتحاد الأوروبي، يراقب كل من التريتيوم والسترونسيوم90 والسيزيوم137 في مياه الشرب.

النشاط الاشعاعي في مياه الشرب في سورية

تتباين التشكيلات الجيولوجية في سورية حيث تشمل الصخور البازلتية البركانية في الجنوب والصخور الفسفاتية في الوسط والصخور الخضراء البركانية الرسوبية في الشمال ويؤدي هذا التباين إلى اختلاف في توزع النشاط الإشعاعي في المياه المرافقة لهذه التوضعات والتي تستخدم كمصدر لمياه الشرب في سورية. ويعد كل من الرادون والراديوم والبولونيوم210 والرصاص210 واليورانيوم من أهم النكليدات المشعة الطبيعية الواجب مراقبة تراكيزها في مياه الشرب كونها مصدرات لجسيمات ألفا.

أجرت هيئة الطاقة الذرية منذ بداية الثمانينات العديد من الدراسات حول النشاط الاشعاعي في مياه السرب إذ لوحظت تراكيز منخفضة في معظم مصادر مياه الشرب في سورية باستثناء العينات التي جمعت بالقرب من مناجم الفوسفات في وسط سورية حيث بلغت قرابة 113 بكرل ل$^{-1}$ و350 ميلي بكرل ل$^{-1}$ و8 ميلي بكرل ل$^{-1}$ و350 ميلي بكرل ل$^{-1}$ لكل من الرادون والراديوم226 والبولونيوم226 واليورانيوم على الترتيب. أما في المناطق الأخرى فتراوح تركيز غاز الرادون في الينابيع بين 1.3 و13 بكرل ل$^{-1}$ وفي الآبار بين 0.7 و113 بكرل ل$^{-1}$ وتراوحت تراكيز الراديوم226 بين 2 و100 ميلي بكرل ل$^{-1}$ في الينابيع أما تركيز البولونيوم210 فكانت القيم الوسطية لها 1.5 ميلي بكرل ل$^{-1}$ للآبار و2.3 ميلي بكرل ل$^{-1}$ للينابيع. وفي دراسة أخرى عينت أهم النكليدات المشعة الطبيعية في مياه الشرب للمناطق الساحلية والشمالية والشرقية والجزيرة في سورية. دلت الدراسة أن وسطي تراكيز غاز الرادون في مياه المنطقة الساحلية قد تراوح بين 200 ميلي بكرل ل$^{-1}$ و2350 ميلي بكرل ل$^{-1}$ في مياه عين الدالية بكسب حيث بلغت أعلى قيمة 4150 ميلي بكرل ل$^{-1}$ في حين سجلت أعلى قيمة في الدراسة لغاز الرادون في عينة عين الطيبوت في المنطقة الشمالية والتي بلغت قرابة 10500 ميلي بكرل ل$^{-1}$

وهي أيضاً أعلى من كثير من القيم المسجلة لمياه الشرب في المنطقة الجنوبية والوسطى، هذا ولوحظت أخفض القيم في المنطقة الشرقية والجزيرة حيث تراوح وسطي تركيز الرادون بين 200 ميلي بكرل ل$^{-1}$ و1075 ميلي بكرل ل$^{-1}$ هذا ويعود ربما سبب الانخفاض إلى أن معظم مياه الشرب تجر من مياه نهر الفرات أو من آبار ليست عميقة ومياهها متجددة. أما وسطي تركيز الراديوم226 فلقد تراوح في مياه المنطقة الساحلية بين 70 و500 ميلي بكرل ل$^{-1}$ (سد بلوران) ولوحظت قيم مماثلة في المنطقتين الشمالية والجزيرة وكما لوحظ أن بعض القيم المسجلة في هذه الدراسة منخفضة بالمقارنة مع القيم المسجلة للمنطقة الجنوبية والوسطى، وبعضها الآخر مرتفعة نسبياً (1350 ميلي بكرل ل$^{-1}$ في مياه الرقة). وعلاوة على ذلك، تراوح تركيز البولونيوم210 في مياه المنطقة الساحلية بين 0.93 ميلي بكرل ل$^{-1}$ و5.74 ميلي بكرل ل$^{-1}$ في مياه صافيتا وبلغت أعلى قيمة له والتي سجلت في منطقة المالكية (منطقة الجزيرة) حوالي 59.36 ميلي بكرل ل$^{-1}$ في حين تراوح وسطي تركيز البولونيوم210 في المنطقة الشمالية بين 0.87 و26.55 ميلي بكرل ل$^{-1}$ وبين 1.32 و30.30 ميلي بكرل ل$^{-1}$ في المنطقة الشرقية والجزيرة.

الجرعة الإشعاعية

يمكن أن يسهم استهلاك مياه الشرب في رفع الجرعة الإشعاعية الداخلية وخاصة تلك المتعلقة بغاز الرادون والراديوم226. وبافتراض معدل استهلاك مياه الشرب وقدره 2 ل يوم$^{-1}$ يمكن أن تصل الجرعة الإشعاعية الناجمة عن اندخال الراديوم226 إلى حوالي 26 ميكروسيفرت سنة$^{-1}$ ولقد وصلت إلى 100 ميكروسيفرت سنة$^{-1}$ في اسبانيا، في حين بلغت 170 ميكروسيفرت سنة$^{-1}$ لغاز الرادون. وهناك العديد من المنشورات حول الجرعة الإشعاعية الناجمة عن استهلاك مياه الشرب.

الكميات والواحدات المستخدمة في التعرضات الإشعاعية الطبية

يتم التعبير عن الأثر البيولوجي للأشعة في النسيج الحي بمقادير خاصة هي:

1. الكيرما (KERMA: Kinetic Energy Released per unit MASs): تحدث تأيينات مختلفة نتيجة لتفاعل الإشعاع مع المادة الحية وتتعلق هذه التأيينات بنوع الإشعاع وطاقته والمادة الحية و...إلخ. وتقيس الكيرما **مجموع الطاقات الحركية الأولية** لجميع الجسيمات المشحونة المتحررة من قبل أشعة مؤينة غير مشحونة (أي مثل الفوتونات والنترونات) في واحدة الكتلة. وواحدتها في الجملة الدولية J/kg وتدعى بالغراي (Gy: Gray).
2. الجرعة الإشعاعية الممتصة (Absorbed Radiation Dose): وتعتبر الحجر الأساس في قياس الأثر الذي تحدثه الأشعة أثناء تفاعلها مع النسيج الحي؛ وهي تساوي عددياً الطاقة الممتصة في واحدة الكتلة وأيضاً واحدتها في الجملة الدولية J/kg أو غراي (Gy) والواحدة القديمة كانت الراد (rad). سنطلق فيما يأتي على الجرعة الإشعاعية الممتصة اختصاراً بـ "الجرعة الممتصة".
3. الجرعة المكافئة (Equivalent Dose): يتعلق الأثر البيولوجي الذي تحدثه الأشعة بشكل رئيسي بنوع الأشعة المستخدمة وبطاقتها. لن تؤدي، بالضرورة، الجرعات الممتصة المتساوية نتيجة التعرض لأنواع مختلفة من الأشعة إلى التأثيرات البيولوجية نفسها. ولهذا تم إدخال معامل ترجيح (weighting factor) مرتبط بكل نوع من الأشعة للدلالة على التأثيرات البيولوجية بالمقارنة مع التأثيرات التي تحدثها أشعة من الفوتونات. وعددياً تُحسب الجرعة المكافئة بضرب الجرعة الممتصة بمعامل الترجيح المناسب وفق المعادلة التالية:

$$H_{T,R}=D_T*W_R$$

حيث $H_{T,R}$ الجرعة المكافئة في النسيج T من الإشعاع R، و D_T الجرعة الممتصة في النسيج T، و W_R معامل الترجيح للإشعاع R. وواحدة الجرعة المكافئة في الجملة الدولية J/kg أو سيفرت (Sv: Sievert) والواحدة القديمة كانت الريم (rem).

أهم المقادير الفيزيائية والكميات الإشعاعية المستخدمة في التعرضات الطبية

المقدار	الواحدة التقليدية	الواحدة الدولية	معامل التحويل
الكيرما	-	غراي (Gy)	-
الجرعة الممتصة	راد (rad)	غراي (Gy)	1rad=10^{-2} Gy
الجرعة المكافئة	ريم (rem)	سيفرت (Sv)	1rem=10^{-2} Sv
الجرعة الفعالة	ريم (rem)	سيفرت (Sv)	1rem=10^{-2} Sv

قيم معامل الترجيح الإشعاعي (WR) لبعض أنواع الأشعة

نوع الإشعاع	معامل الإشعاع المرجح
فوتونات (جميع الطاقات)	1
إلكترونات وميونات (جميع الطاقات)	1
نيوترونات (القيمة تعتمد على الطاقة)	20-5
بروتونات (للطاقات أكبر من 2MeV)	5
جسيمات ألفا ونوى خفيفة	20

4. الجرعة الفعالة (Effective dose): وتأخذ بالاعتبار طبيعة العضو أو النسيج الذي تعرض إلى الإشعاع بالإضافة إلى نوع الإشعاع، ويستخدم لذلك معامل نسيج مرجح خاص بكل عضو أو نسيج في جسم الإنسان (الجدول 3.16)، وتُعطى الجرعة الفعالة بالمعادلة التالية:

$$E = \sum_T W_T H_T$$

حيث E الجرعة الفعالة لكامل الجسم، و H_T الجرعة المكافئة في العضو أو النسيج T و W_T العامل المرجح للعضو أو للنسيج T. ويتم الجمع لجميع أعضاء وأنسجة الجسم.

تصنيف فئات الليزر بحسب خطورتها

إن الانتشار الواسع والمتزايد لاستخدام الليزرات في مختلف المجالات والتطبيقات (الإلكترونيات، الصناعة، الطب والتطبيقات العسكرية ...إلخ) يتطلب أن يكون المستخدم على دراية بالمخاطر الكامنة والمصاحبة للاستخدام الخاطئ لهذا المنتج الهام في العلم الحديث. وتتضمن المخاطر الكامنة في جهاز الليزر:

1. مخاطر على صحة العين: يمكن أن يسبب التعرض الحاد حروق وتخريب في القرنية، الجسم البلوري والشبكية بحسب الطول الموجي لليزر، كما يمكن أن يسبب التعرض المزمن إصابة في الشبكية.
2. مخاطر على صحة البشرة: يتسبب التعرض الحاد بحروق في البشرة. ومن الممكن حدوث سرطان في البشرة عند استخدام ليزرات في مجال الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية.
3. مخاطر كيميائية: تأتي من المواد المستخدمة مع الليزر مثل مواد الإكسايمر والأصبغة أو من الليزرات الكيميائية والتي من الممكن أن تكون سامة. بالإضافة لذلك، التفاعلات الكيميائية المحفزة بأشعة الليزر يمكن أن ينتج عنها جسيمات أو غازات خطرة.
4. مخاطر كهربائية: بالأخصية تلك التي تنتج عن ليزرات الطاقات العالية.
5. مخاطر ثانوية:
   - اشتعال الحرائق.
   - حصول انفجار بسبب خلل في المضخة الضوئية أو المنبع الضوئي المستخدم.
   - إصدار الأشعة السينية في حالة حدوث خلل عند استخدام التوترات العالية (< 15 kV).

تبعاً لذلك، ولوضع معايير السلامة لليزر، كان ينبغي:

- تصنيف الليزرات تبعاً للخطر الكامن المصاحب لها والذي يعتمد على إصدارها الضوئي.
- تحديد تدابير الرقابة التي تتناسب مع تصنيف الخطر.

وقد أدت هذه الفلسفة إلى ظهور عدد من خطط التصنيف المحددة، نذكر منها تلك الصادرة عن المعهد القومي الأمريكي للمقاييس (The American National Standards Institute, ANSI) والتي اعتمدت لدى العديد من المنظمات الدولية. يحتوي مخطط ANSI على أربع فئات للخطر، يعتمد التصنيف فيها على استطاعة خرج الحزمة الليزرية. وكلما كان رقم الفئة مرتفعاً، كان الخطر الكامن المرافق لليزر أكبر. يمكن تلخيص هذه الفئات الأربعة كما يلي:

- الفئة 1: تضم الليزرات والنظم الليزرية التي لا تشكل خطراً تحت شروط التشغيل العادية.
- الفئة 2: تضم الليزرات النظم الليزرية المرئية ذات الطاقة المنخفضة والتي لا تشكل خطراً عادةً (وذلك بسبب رد الفعل الطبيعي للإنسان تجاه الفعل المنفر لهذه المصادر مثل رمش العين أو حركتها ... إلخ)، ولكن يمكن أن تنطوي على خطر كامن في حال التحديق لها بشكل مباشر ولفترات ممتدة. يطلب ارتداء نظارات واقية من أجل حالات التحديق لفترات طويلة.
- الفئة 3: وتقسم بدورها إلى فئتين:
- الفئة 3-أ: تتضمن الليزرات والنظم الليزرية التي يتطلب التعامل معها ارتداء النظارات الواقية. هذه الليزرات لا تسبب أذية للعين عند النظر إليها لفترات لحظية (خلال فترة استجابة النفور ~ 0.25 sec) بالعين المجردة، لكنها قد تشكل خطراً عند النظر إليها من خلال بصريات مجمّعة للحزمة، أو عند النظر إليها دون حدوث استجابة نفور (في حال الأشعة غير مرئية كفوق البنفسجية وتحت الحمراء).
- الفئة3-ب: تضم الليزرات والنظم الليزرية التي تشكل خطراً في حال النظر إليها بشكل مباشر أو من خلال رؤية الحزمة الليزرية المنعكسة عن المرآة. عادةً، لا تنطوي هذه الفئة من الليزرات على خطر الانعكاس العشوائي. يجب ارتداء النظارات الواقية بشكل دائم عند استخدام هذه الليزرات.
- الفئة 4: تضم الليزرات والنظم الليزرية والتي تشكل خطراً ليس فقط من خلال رؤية الحزمة بشكل مباشر أو من خلال انعكاسها عن المرآة، ولكن أيضاً من خلال خطر الانكاس العشوائي. هذه الليزرات تتضمن خطراً كبيراً على البشرة كما أنها قد تتسبب بالحرائق، ويجب ارتداء النظارات الواقية بشكل دائم عند استخدام هذه الليزرات.

يجب قانونياً وضع رقم الفئة الخاصة بالليزر من قبل المصنع، لكن في حال عدم وجودها فإنه يمكن تحديد الفئة من خلال القياس أو الحسابات. وتجدر الملاحظة أنه في حال كان الليزر عنصراً في منظومة ليزرية ناتجاً عن حزمة معدلة عن حزمة ليزرية أولية لا تغادر حدود المنظومة، بينما الحزمة المعدلة هي التي تصدر خارج النظومة، فإن الحزمة المعدلة هي التي تستخدم من أجل التصنيف، الأمر الذي يجب أن يؤخذ بالحسبان لدى من يضطر إلى التعامل مع المنظومة الليزرية وهي مفتوحة، كورشات الصيانة مثلاً.

فئات الطوارئ الإشعاعية

يختلف التخطيط للطوارئ بحسب الأنشطة التي تتم في كل منشأة أو موقع يتم فيه التعامل مع المنابع المشعة، لذلك تصنف الممارسات والمنشآت والمواقع التي يحتمل حدوث طوارئ إشعاعية أو نووية فيها في خمس فئات يمكن تعريفها باختصار كما يلي:

الفئة الأولى

وتشمل المنشآت التي قد يؤدي إطلاق المواد المشعة منها إلى ضرر صحي حتمي خارج الموقع. يندرج ضمن هذه الفئة المنشآت التالية:

المنشآت النووية التي تتجاوز طاقتها الحرارية 100 MW.

مخازن الوقود النووي المستهلك التي تضم كمية من الوقود النووي المكافئ حين استخدامه لـ 3000 MW حراري.

مخازن لمواد مشعة مفتوحة إذا كانت كمية المواد المشعة المفتوحة أكثر من 10^4 A_2 حيث A_2 القيمة المعتمدة لأقصى نشاط إشعاعي لمادة مشعة ليست ذات شكل خاص يسمح بنقلها في طرد من النوع A.

الفئة الثانية

وتشمل المنشآت التي قد يؤدي إطلاق المواد المشعة منها إلى تجاوز مستويات التدخل ولكن باحتمال ضعيف للضرر الصحي الحتمي خارج الموقع. ويندرج ضمن هذه الفئة المنشآت التالية:

المنشآت النووية التي تكون طاقتها الحرارية بين 2 و100 MW.

مخازن الوقود النووي المستهلك التي تضم كمية من الوقود النووي المكافئ حين استخدامه لما بين 10 و3000 MW حراري.

مخازن لمواد مشعة مفتوحة إذا كانت كمية المواد المشعة المفتوحة بين 100 A_2 و10^4 A_2.

الفئة الثالثة

وتشمل المنشآت التي لا تمثل احتمالاً معنوياً للأضرار خارج الموقع، ولكنها تنطوي على احتمال ضرر صحي حتمي ضمن الموقع. ويندرج ضمن هذه الفئة المنشآت التالية:

المنشآت التي تنطوي على احتمال معدل جرعة من المادة المشعة غير المدرعة تتجاوز 10 Sv/h على بعد 30 سم.

منشأة نووية طاقتها الحرارية أقل من 2 MW.

مخازن لمواد مشعة مفتوحة إذا كانت كمية المواد المشعة المفتوحة لا تتجاوز 10 A_2.

الفئة الرابعة

وتشمل المناطق التي لا يوجد فيها خطر محدد مثل الحوادث التي قد تنشأ عن حوادث نقل مواد مشعة. وهذه الفئة تمثل الحد الأدنى اللازم لتخطيط الطوارئ لأن حوادث سرقة منابع مشعة أو حوادث عند نقل مواد مشعة ممكنة في كل مكان.

الفئة الخامسة

وتضم المناطق التي قد تكون فيها الحاجة للتدخل نتيجة حادث إشعاعي أو نووي خارج البلاد.

يلاحظ من فئات التهديد المذكورة أن المنشآت غير النووية جميعها وحتى المنشآت النووية ذات الطاقة المنخفضة (أي أقل من 2 ميغاوات حراري) تندرج ضمن الفئة الثالثة؛ وهذه هي الحال في معظم البلدان العربية. وينعكس ذلك على مستوى التخطيط اللازم في الدول.

شارك في هذا العدد:

د.محمد سعيد المصري د. م. يحيى لحفي
د. رياض شويكاني د. محمد حسن عبيد

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

الصفحة 5