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

في هذا العدد: * قياس السترونسيوم-90 في عينات البول لتقدير الجرعة الإشعاعية الداخلية * دليل الأمان رقم 7 لعام 2018 الوقاية من الاشعاع المهني
* إرشادات عامة للأمان في العلاج بالأمواج فوق الصوتية * تقدير التعرض الإشعاعي الناتج عن المرضى الخاضعين لليود المشع -123 في التشخيص
* الوقاية الإشعاعية في التعرض المهني

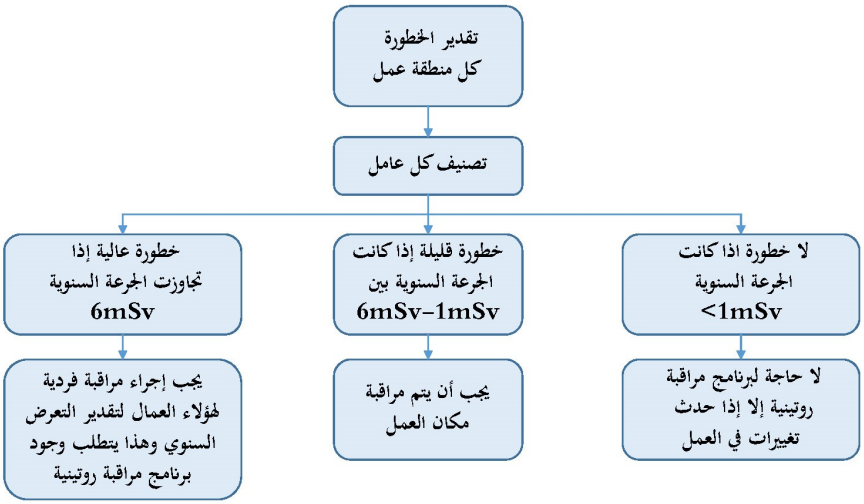
قياس السترونسيوم-90 في عينات البول لتقدير الجرعة الإشعاعية الداخلية

يتعرض الأفراد العاملون في بعض المراكز العلمية التي تتعامل مع السترونسيوم90 إلى احتمال حدوث اندخال إشعاعي عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع وذلك أثناء عمليات تحضير المركبات الصيدلانيه المشعة بهدف استخدامها في تشخيص ومعالجة بعض الأمراض. وتختلف كمية الإندخال الإشعاعي وفقاً للكمية التي يتم تحررها من المادة أثناء عملية التحضير وأيضا للظروف التي يتم العمل فيها وأساليب الوقاية الإشعاعية المتبعة في المركز. وتعود أهمية حساب الإندخال إلى إمكانية تعرض العاملين إلى جرعة داخلية غير مهملة مما قد يؤثر سلبا على صحتهم في المستقبل.

تستخدم عادة مقاييس التألق الحراري TLD (ThermoLuminescence Dosimeter) لإجراء المراقبة الإشعاعية الخارجية للعاملين في مركز النظائر المشعة المختص بعملية تحضير المركبات الصيدلانية الموسومة بالإيتريوم90 (Y-90) من مركبات تحتوي على السترونسيوم90 (Sr-90). وقد لوحظ تعرض بعض العاملين لجرعات إشعاعية خارجية مرتفعة نسبياً. يدخل السترونسيوم 90 عبر جهاز التنفس أو جهاز الهضم ويصل إلى الدم؛ وتعود أسباب خطورة Sr-90 ووليده الايتريوم90 إلى أنه مصدر أشعة بيتا وقد يحتجز في العظام أو في الأنسجة الرخوة، أو قد يطرح في البراز أو البول.

جرى تطبيق الطريقة المعتمدة لاجراء مراقبة مهنية للتعرض الداخلي لأربعة عاملين في مركز علمي يقوم بتحضير مركبات صيدلانية مشعة مرتين يومياً تحتوي في كل مرة على نشاط إشعاعي مقداره 20 mCi من السترونسيوم 90.

دلت نتائج المراقبة الخارجية بمقاييس TLD على وجود تعرضات كبيرة للعاملين تجاوزت في بعض الحالات حد التقصي (6 ميلي سيفرت)؛ وبعد إجراء حسابات الجرعة الداخلية من عينات بول أخذت من العاملين تبيّن أن الجرعات الداخلية صغيرة نسبياً (أقل من 1 ميلي سيفرت) مما يشير إلى احتمالية حدوث تلوث خارجي لمقاييس TLD، وهذا أدى بدوره تعرض العاملين بجرعة اشعاعية خارجية مرتفعة نسبياً. ولهذا أوصت الدراسة بضرورة إجراء مراقبة دورية للتعرض الإشعاعي الداخلي لهؤلاء العاملين كل ستة أشهر بهدف تقييم تعرضاتهم الداخلية والتأكد من التزامهم بقواعد الوقاية الإشعاعية.

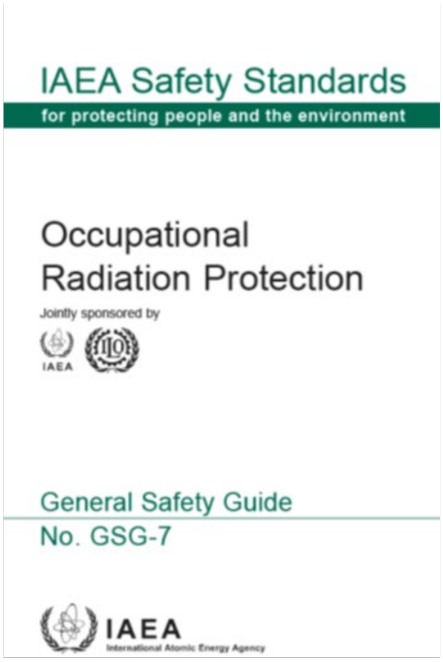


يتقرر وجود حاجة للمراقبة أم لا حسب المخطط

دليل الأمان رقم 7 لعام 2018 الوقاية من الاشعاع المهني

يمكن أن يحدث التعرض المهني للإشعاع نتيجة الأنشطة البشرية المختلفة، بما في ذلك العمل المرتبط بالمراحل المختلفة لدورة الوقود النووي؛ استخدام الإشعاع في الطب والبحث العلمي والزراعة والصناعة؛ والمهن التي تنطوي على التعرض بسبب مصادر طبيعية.

أصدرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية حديثا دليل الأمان العام رقم 7 للعام 2018 حول الوقاية من الاشعاع المهني. ويقدم دليل الأمان هذا، الذي أعدته الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومكتب العمل الدولي، إرشادات بشأن الالتزام بمتطلبات الأمان العامة الجزء 3 فيما يتعلق بالتعرض المهني، ويقدم هذا الدليل إرشادات عامة بشأن ظروف التعرض التي يلزم وضع برامج الوقاية من الإشعاع لها، بما في ذلك برامج مراقبة وتقييم الجرعات الإشعاعية التي يتلقاها العمال بسبب التعرض لمصادر خارجية للإشعاع والتعرض الناجم عن اندخال النكليدات المشعة (التعرض الداخلي).



استبدل دليل الأمان الجديد خمسة أدلة أمان ارشادية سابقة، وهي دليل الوقاية من الإشعاع المهني، دليل تقييم التعرض المهني الناجم عن اندخال النكليدات المشعة (التعرض الداخلي)؛ دليل تقييم التعرض المهني بسبب مصادر الإشعاع الخارجية، دليل الوقاية من الإشعاع المهني في تعدين ومعالجة المواد الخام؛ ونظام الإدارة للخدمات الفنية في الوقاية الإشعاعية.

ويهدف دليل الأمان الحالي إلى توفير التوجيه بشأن التحكم في التعرض المهني وعلى وجه الخصوص للهيئات التنظيمية، ولكن سيكون مفيدًا أيضًا لكل من المستثمرين، المرخص لهم والمسجلين وهيئات الإدارة ومستشاريها المتخصصين؛ لجان الصحة والسلامة المعنية بالوقاية من الإشعاع للعاملين، وكما يمكن أن يستخدم العمال وممثلوهم التوصيات الواردة في هذا الدليل لتشجيع ممارسات العمل الآمنة.

يتناول دليل الأمان الحالي الجوانب الفنية والتنظيمية للتحكم في التعرض المهني ويوفر نهج متكامل للتحكم في التعرض الاشعاعي الخارجي والتعرض الداخلي للإشعاع من المصادر الصنعية والمصادر الطبيعية.

يعرض القسم الثاني من كتيب دليل الأمان 7 لعام 2018 لمحة عامة عن الإطار الأساسي للوقاية من الإشعاع المهني، بما في ذلك شرح لأنواع التعرض الثلاثة (حالات التعرض المخطط لها وحالات التعرض الطارئة وحالات التعرض القائمة) والمبادئ الأساسية للوقاية من الإشعاع وتطبيقها في وقاية العاملين وكميات الجرعة الاشعاعية المستخدمة. في حين تقدم الأقسام من 3 إلى 5 إرشادات بشأن استيفاء متطلبات الأمان العامة الجزء 3 في كل نمط من أنماط التعرض الثلاثة.

يتناول القسم 3 الوقاية الإشعاعية المهنية في حالات التعرض المخطط لها، بما في ذلك تطبيق مبادئ التحسين والحد من الجرعة، وبرنامج الوقاية من الإشعاع، وتوجيهات محددة بشأن وقاية العمال المعرضين بسبب المصادر الطبيعية. ويتناول القسم 4 وقاية العاملين في حالة الطوارئ النووية أو الإشعاعية، بما في ذلك إعداد خطة الطوارئ، وتطبيق مبادئ التحسين والحد من الجرعة في حالات الطوارئ، وتقييم وإدارة التعرض لعمال الطوارئ. يتناول القسم 5 وقاية العاملين في حالات التعرض القائمة، بما في ذلك وضع استراتيجية الوقاية المناسبة والإطار القانوني والتنظيمي. كما يوفر إرشادات محددة بشأن وقاية العاملين من التعرض للمواد المشعة المتبقية من الأنشطة السابقة أو الحوادث، والتعرض لغاز الرادون في أماكن العمل والإشعاع الكوني في الطائرات والمركبات الفضائية.

تقدم الأقسام من 6 إلى 10 إرشادات بشأن جوانب محددة أكثر من الوقاية الإشعاعية المهنية. يصف القسم 6 التدابير الخاصة الواجب اتخاذها لوقاية مجموعتين محددتين من العمال: العاملات أثناء الحمل وبعده والعاملين المتجولين. يقدم القسم 7 إرشادات مفصلة عن رصد وتقييم التعرض المهني، بما في ذلك: برامج المراقبة، والنظم والمعدات؛ اختبار ومعايرة؛ تفسير نتائج المراقبة؛ والحفاظ على السجلات. ويشمل التوجيه كل من المراقبة الفردية ومراقبة مكان العمل، والتعامل مع التعرض الخارجي والتعرض الداخلي بالإضافة إلى تلوث الجلد، ويتضمن أيضا تقييم التعرض في حالات الطوارئ. يقدم القسم 8 إرشادات بشأن نظام الإدارة لمقدمي الخدمات التقنية في مجال الوقاية الإشعاعية المهنية، ولا سيما خدمات المعايرة والاختبار وقياس الجرعة. يصف القسم 9 الضوابط الهندسية والإدارية الوقاية والسلامة المهنية، بما في ذلك الحفاظ على نوعية الهواء الجيدة، وتوفير التدريع الكافي والتحكم في التلوث. كما يتم توفير إرشادات حول استخدام معدات الوقاية الشخصية. يتناول القسم 10 برامج مراقبة صحة العمال، بما في ذلك التوجيهات بشأن الفحص الطبي للعاملين والسجلات الطبية، فضلاً عن العناية بالعاملين المعرضين للعلاج.

احتوى الدليل على خمسة ملاحق ومرفق شملت إرشادات إضافية وأكثر تفصيلاً فيما يتعلق بتعرض العمال بسبب المواد المشعة والطرق والأنظمة من أجل المراقبة الفردية لتقييم التعرض الخارجي، وأدوات مراقبة مكان العمل لتقييم التعرض الخارجي، وطرق المراقبة والتقييم للتعرض الداخلي بما في ذلك النمذجة وتقنيات قياس الجرعات بأثر رجعي.

إرشادات عامة للأمان في العلاج بالأمواج فوق الصوتية

في يومنا الحالي، تستخدم الأمواج فوق الصوتية في التطبيقات الطبية التشخيصية منها والعلاجية بشكل واسع الانتشار ضمن مجموعة واسعة من التطبيقات، ويسود اعتقاد لدى العامة "بأمان" عمليات الفحص بالأمواج فوق الصوتية. لكن هناك عدد من الأسباب التي قد تسلب المرء شعوره بالأمان مع تعرضه للأمواج فوق الصوتية بمجرد أن يتعرف على الآثار البيولوجية المرافقة للتعرض لها. فمن المعروف أن الأمواج فوق الصوتية تستخدم ليس فقط للتشخيص وإنما للمعالجة أيضاً وذلك لقدرتها على إحداث تغييرات في النسيج الحيوي، سواء بالاستطاعات المنخفضة للعلاج الطبيعي وإيصال الدواء، أو بالاستطاعات العالية لعلاج السرطان. لذلك من المهم التأكد من أن الفائدة المكتسبة من هذه التطبيقات تفوق المخاطر المصاحبة لها، كما يجب الالتزام بقواعد التعامل معها والانتباه للنقاط التالية:

سلامة المشغل:

إن مشغل الجهاز غير معرض بشكل عام لخطر التضرر من الأمواج فوق الصوتية، ويمكن أن يبقى في غرفة المعالجة ويطبق الموجات فوق الصوتية بأمان مع إمكانية حمل أداة تطبيق الأمواج فوق الصوتية باليد في بعض التطبيقات. ومع ذلك ينبغي اتباع بعض الاحتياطات البسيطة لضمان سلامة المشغل، على سبيل المثال، لا يسمح باختبار جهاز المعالجة بالأمواج فوق الصوتية على النفس أو على الآخرين (على العكس من التصوير بالأمواج فوق الصوتية التشخيصية التي يمكن استخدامها على نماذج المتطوعين لغرض التدريب وتحت إشراف طبي).

سلامة المريض:

بما أن أجهزة المعالجة بالأمواج فوق الصوتية قادرة على إحداث تأثيرات بيولوجية كبيرة، فإنه يجب توخي الحذر للتقليل من احتمال حصول أي ضرر للمريض، كما يجب أن يكون المريض على دراية كاملة بالمخاطر المحتملة وكذلك الفوائد المرجوة.

ضمان الجودة:

إن أجهز المعالجة بالأمواج فوق الصوتية معقدة ومعرضة للتلف أو الفشل، لذلك يجب مراقبة كل جهاز واختباره على أساس منتظم للتشغيل الآمن والتحقق من حقول الأمواج فوق الصوتية المستخدمة لضمان العلاج الفعّال.

تراكم الأثر البيولوجي:

على الرغم من عدم تحديد أي جرعة تراكمية لأي علاج بالأمواج فوق الصوتية، فإنه يمكن أن تتراكم الاختلالات الحيوية غير المرغوب بها مثل الندوب الناتجة عن الحروق أو الإصابات الوعائية التي تحدث أثناء العلاج مع العلاجات المتكررة، ويجب أن يكون ذلك متوقعاً. على سبيل المثال، تظهر الدراسات على الحيوانات المخبرية فقداً دائماً للوظيفة الكلوية عند استخدام الأمواج فوق الصوتية لتفتيت الحصى في الكلية، وبالتالي فإن العلاجات المتكررة تؤدي إلى إصابة الكلى المعرضة للأمواج فوق الصوتية للخطر بالفعل.

نسبة الفائدة إلى الضرر:

تختلف الفوائد والمضار المرافقة للطرائق العلاجية المختلفة للأمواج فوق الصوتية على نطاق واسع، ويجب أن يتم تقديرها من قبل المشغّل. على سبيل المثال، المعالجة الفيزيائية بالأمواج فوق الصوتية تنطوي على خطر منخفض لحصول أذيّة في إيدي معالجين فيزيائيين مهرة، لكن توقع الفائدة العلاجية هو أيضاً منخفض. في حين، وعلى النقيض من ذلك، فإن تفتيت الحصى له فائدة هائلة في علاج مرض خطير وبدون جراحة (حيث كان سابقاً يتطلب إجراء عمليات جراحية كبيرة)، إلا أنه ينطوي على خطر حدوث نزف خطير وإصابة طويلة الأمد في الكلى.

الأبحاث المتعلقة بالسلامة:

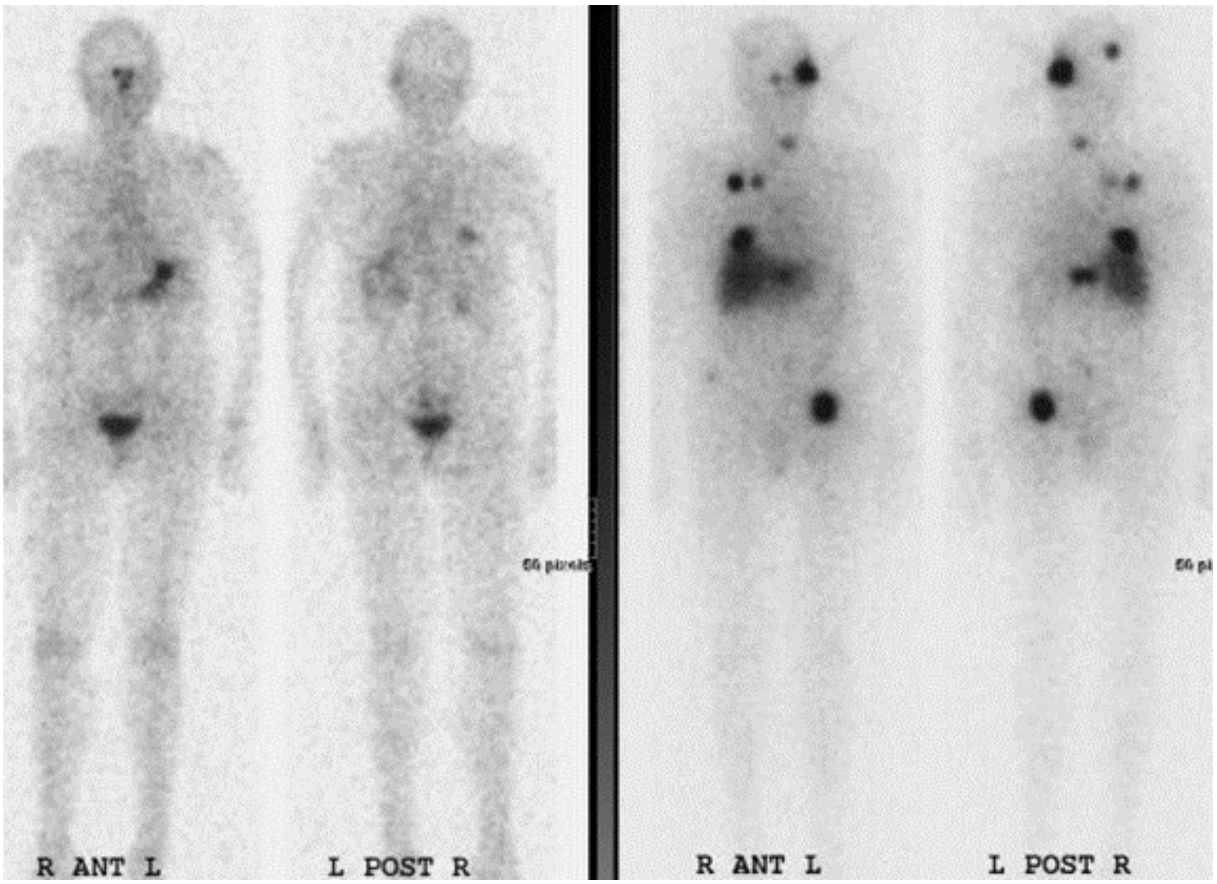
إن البحث عن تطبيقات جديدة لهذه الأداة القوية يجب متابعتها بعناية، مع اختبار شامل في النماذج الحيوانية المناسبة لتحديد الآثار الضارة على البشرية قبل البدء في التجارب السريرية. إذ يجب أن يتبع التقييم المحكم والدقيق للحقول الصوتية في الماء وفي الموقع إجراءات قياس التعرض وقياس الجرعة والنمذجة العددية التي تم الوصول إليها من خلال الأبحاث النظرية المنشورة. هذا ويجب أن يكون هناك أجهزة لرصد التسخين أو الآثار الأخرى، مثل التجويف الصوتي، الناتج عن استخدام الأمواج فوق الصوتية. وعلاوة على ذلك، يجب أن تتواصل الأبحاث المتخصصة باستمرار للوصول إلى أساليب أفضل وأكثر أماناً لتعزيز العلاجات الحالية ومراقبتها.

تقدير التعرض الإشعاعي الناتج عن المرضى الخاضعين لليود المشع -123 في التشخيص

يعد اليود المشع (I-123 و I-131) النظير الأساسي المستخدم ضمن فعاليات الطب النووي الذي تستخدم فيه المستحضرات الصيدلانية المشعة في تشخيص ومعالجة المرضى وبالتالي فهو المصدر الرئيسي الذي يتسبب بتعريض الجمهور والأقارب عند معالجة أو تشخيص المرضى بهذا المصدر المشع المفتوح. يستخدم اليود المشع ^{123}I بشكل روتيني في إجراء مسح كامل الجسم (WBS) في التشخيص وذلك باستخدام جرعة من اليود المشع I^{123} كتصوير ما بعد الجراحة لتقييم مدى انتشار سرطان الغدة الدرقية.

ومن أجل الحصول على تقدير كمي لمقدار التعرض الإشعاعي الناتج عن المرضى الخاضعين لليود-123 المشع في التشخيص فقد تم رصد عينة من المرضى مؤلفة من 112 مريض جرى حقنهم باليود المشع 123 من أجل إجراء مسح كامل الجسم. وجرى قياس معدل الجرعة الخارجية في الغدة الدرقية على مسافات 5 و50 سم وذلك بعد مضي 10 دقائق على تلقيهم للجرعة الإشعاعية.

جرى تصنيف عينة المرضى إلى مجموعتين وفقا لجنس المريض. ولوحظ أن معدل الجرعة الخارجية لمجموعة المرضى الإناث على مسافة 5 سم تقع ضمن المجال $18.2\ \mu Sv.h^{-1}$ – $52.4\ \mu Sv.h^{-1}$ وبينما كانت تقع ضمن المجال $20.0\mu Sv.h^{-1}$–$4.45\ \mu Sv.h^{-1}$ من أجل مسافة 50 سم، في حين تراوحت معدلات الجرعة الإشعاعية عند الذكور وعلى مسافة 5 سم ما بين $15.0\mu Sv.h^{-1}$– $50\ \mu Sv.h^{-1}$ وعلى مسافة 50 سم ما بين $2.90\mu Sv.h^{-1}$– $13.20\ \mu Sv.h^{-1}$ ومن أجل تقييم التعرضات الإشعاعية الناتجة عن المريض المحقون باليود المشع 123 فقد تم اقتراح سيناريوهين واقعيين لتعرض الطاقم الطبي، في السيناريو الأول أن يتم التواصل مع المريض لمدة 5 دقائق عن كثب وعلى مسافة 5 سنتيمترات منه، وأما في السيناريو الثاني فقد حدد التواصل مع المريض لمدة 20 دقيقة وعلى مسافة 50 سم. وتبين بالنتيجة أن الحد الأقصى للجرعة المحسوبة التي يتلقاها الطاقم الطبي لكلتا الحالتين هو 4.37 و6.67 µSv على التوالي. وبناء عليه ومن أجل الحفاظ على التوافق مع مفاهيم الوقاية الإشعاعية وبخاصة فيما يتعلق بتقنين التعرضات المهنية، يُنصح الطاقم الطبي بتقنين التواصل مع مرضى مسح كامل الجسم WBSباليود المشع 123 في الوقت والمسافة إلى أدنى مقدار ممكن.



الوقاية الإشعاعية في التعرض المهني

نصت القواعد التنظيمية العامة للوقاية الإشعاعية وأمان المصادر الأشعة وأمنها المرافقة المنفذة لأحكام المرسوم التشريعي رقم / 64 / تاريخ 2005 فيما يخص الوقاية الاشعاعية في التعرض المهني على:

المادة 37 تصنيف مناطق العمل

أ. على المستثمر تصنيف أماكن العمل إلى مناطق مراقبة ومناطق إشراف إن اقتضت طبيعة العمل الإشعاعي ذلك وفق المادة 38 والمادة 39 على التوالي.

ب. يخضع دخول أفراد من الجمهور إلى مناطق المراقبة أو الإشراف إلى أحكام المادة 60.

ت. يجب أن يجري المستثمر مراجعة دورية للظروف المحيطة بمناطق المراقبة أو الإشراف لتحديد المستجدات التي قد تستدعي إعادة النظر في حدود هذه المناطق والتدابير الوقائية المتخذة فيها.

المادة 38 مناطق المراقبة

أ. تصنيف مناطق العمل على أنها مناطق مراقبة في إحدى الحالتين التاليتين:

1. إذا كانت الجرعة المتوقعة للعاملين فيها تزيد 6 ميلي سيفرت في السنة.
2. إذا كان يلزم فيها اتخاذ تدابير وقائية محددة لمراقبة التعرضات العادية، أو للحيلولة دون انتشار التلوث في أثناء ظروف العمل المادية، أو لمنع التعرضات الكامنة أو تقليل مقدارها.

ب. على المستثمر القيام بما يلي:

1. وضع حدود مناطق المراقبة بوسائل مادية أو –إذا لم يكن ذلك ممكناً من الناحية العملية–استخدام أي وسائل أخرى.
2. وضع علامات تحذيرية وتعليمات ملائمة باللغة العربية–وعند اللزوم بلغة ثانية يفهمها العاملون–عند منافذ مناطق المراقبة وفي الأماكن الأخرى المناسبة داخلها.
3. اتخاذ تدابير خاصة بوقاية العاملين، بما في ذلك وضع قواعد وإجراءات داخلية تلائم مناطق المراقبة.
4. تقييد الدخول إلى مناطق المراقبة بوساطة إجراءات إدارية مثل استخدام تصاريح العمل، أو حواجز مادية كالأقفال أو الأقفال المترابطة، بحيث تتناسب درجة التقييد مع مقدار التعرضات المتوقعة واحتمالات حدوثها.
5. توفير معدات الوقاية الفردية ومعدات المراقبة ومستلزمات العمل (مثل تغيير ملابس) حسب اللزوم في منافذ مناطق المراقبة.

ت. في الحالات التي يتم فيها تشغيل مصدر بشكل متقطع، أو عندما يكون المصدر نقالاً يتغير مكان استخدامه بشكل متواتر، فيجب تعريف منطقة المراقبة عند التشغيل ووضع حدودها باستخدام وسائل مناسبة.

المادة 39 مناطق الإشراف

أ. تصنف مناطق العمل–غير المصنّفة على أنها مناطق مراقبة–كمناطق إشراف في إحدى الحالتين التاليتين:

1. إذا كانت الجرعة المتوقعة للعاملين فيها بين 1 و6 ميلي سيفرت في السنة.
2. إذا كانت ظروف التعرض المهني فيها تستدعي إبقاءها قيد الإشراف حتى وإن لم تقتضِ الحاجة عادةً اتخاذ تدابير محددة الوقاية الإشعاعية وأمان المصادر وأمنها.

ب. يجب أن يقوم المستثمر بما يلي:

1. وضع حدود مناطق الإشراف باستخدام وسائل ملائمة.
2. وضع علامات تحذيرية وتعليمات ملائمة عند منافذ مناطق الإشراف باللغة العربية، وعند اللزوم بلغة ثانية يفهمها العاملون.

شارك في هذا العدد:

د. محمد سعيد المصري د. م. يحيى لحفي
د. محمد حسن عبيد د. عبد القادر بيطار
الإخراج الفني: زهير شعيب

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

الصفحة 5