الفصل الحادي عشر

الحماية من الإشعاع الذري

١١-١ الحماية من المصادر الخارجية للإشعاع الذري.

١١-٢ الحماية من المصادر الداخلية للإشعاع الذري.

١١-٣ الحماية الإشعاعية في الطب.

١١-٣-١ قواعد أساسية

١١-٣-٢ قواعد عامة في التشخيص الإشعاعي.

١١-٣-٣ قواعد عامة في الطب النووي ومختبرات النظائر المشعة.

١١-٤ الحماية الإشعاعية في التصوير الإشعاعي في الصناعة.

١١-٤-١ التنظيم والإدارة.

١١-٤-٢ اختيار العاملين وتدريبهم.

١١-٤-٣ التحكم الفعال في التعرض الإشعاعي المهني.

١١-٤-٤ التحكم الفعال في تعرض الجمهور.

١١-٥-٥ التخطيط الفعال للطوارئ والاستعداد لذلك.

الفصل الحادي عشر
الحماية من الإشعاع الذري

نظراً لاتساع نطاق استخدام الإشعاع الذري بأنواعه المختلفة في العديد من مجالات الحياة كما مر بنا في الفصول السابقة، فقد وضعت الهيئات الدولية المختصة قواعد وأنظمة تحكم لكل واحد من هذه الاستخدامات، وذلك من أجل جلب المنافع ودرء المفاسد، ويصعب الحديث هنا عن الحماية من كل نوع من أنواع الإشعاع في كل مجال من هذه المجالات على حدة، ولهذا فسوف نحدد القواعد الأساسية للحماية الإشعاعية من المصادر الخارجية ومن المصادر الداخلية (وهي المصادر التي يمكن أن تلوث الجسم وتصل إلى الداخل)، وهي بمثابة قواعد عامة في جميع التطبيقات، ثم سنركز على الحماية الإشعاعية في المجال الطبي نظراً لأهميته لعموم الناس، فضلاً عن العاملين فيه، كما أنه أوسع مجالات استخدام الإشعاع على الإطلاق، كما سنتحدث عن الحماية الإشعاعية في أحد التطبيقات الصناعية والواسعة الاستخدام ألا وهو التصوير الإشعاعي، وهذه تعطي فكرة عن الحماية الإشعاعية في التطبيقات الأخرى.

تتمثل الأهداف الأساسية للحماية من الإشعاع الذري في أمرين:

أولهما: المحافظة على أن يكون تعرض الإنسان للإشعاع أقل ما يمكن عمليًا.

وثانيهما: تقليل دخول النظائر المشعة إلى جسم الإنسان عن طريق الفم والتنفس والامتصاص والجروح المكشوفة قدر المستطاع.

١١-١ الحماية من المصادر الخارجية للإشعاع الذري:

تأتي مخاطر الإشعاع الذري الخارجي من مصادره الموجودة خارج الجسم، مثل أجهزة الأشعة السينية. ويمكن التحكم في هذه المخاطر عن طريق واحد

أو أكثر من العـوامل الثلاث : الزمن والمسـافة والحاجـز الواقي، ويتم ذلك عن طريق :

- تحديد مدة التعرض للأشعة إلى أقل فترة زمنية ممكنة .
- الابتعاد ما أمكن عن مصدر الإشعاع إلى أقصى مسافة ممكنة .
- وضع حاجز واق بين مصدر الإشعاع والمشغل للجهاز.

١١-٢ الحماية من المصادر الداخلية للإشعاع الذري:

عنـدما تـوضع مادة مشعـة في أحـد الأواني المغلقة (الحاويـات) فإنها تشكل خطراً إشعـاعيًّا لـلأشخاص العـاملين بجوارهـا ما لم تكن محاطـة بطبقة عـازلة للإشعـاع، ومن جانب آخر عندمـا تتعرض المادة المشعة للتناثـر أو الانسكاب فإنها قـد تؤدي إلى التلـوث الإشعاعي للجسم، وذلك لأن الكميـة الصغيرة من المادة المشعـة والتي لا تمثل أي خطر خـارجي يذكـر يمكنها أن تقـود إلى جرعـة ملحـوظـة متى لامست الجسم أو دخلتـه، فعنـدمـا تـدخل الجسم تستمـر في تشعيعه حتى تضمحل أو يطرحها الجسم .

وهناك أربعة منافذ لتلوث الجسم بالمادة المشعة هي :

١ - التنفس المباشر للهواء الملوث .

٢ - البلع الذي يتم عن طريق الفم .

٣ - النفوذ عن طريق الجلد، أو عن طريق جرح مكشوف .

٤ - تلوث الجلد بالمادة المشعة مما يعرضه للتشعيع المباشر.

وهناك ثلاثة قواعد عامة للتحكم بالتلوث الإشعاعي وهي :

١ - التقليل ما أمكن من كمية المواد المشعة المتداولة .

٢ - وضع المواد المشعـة في حـاويين مغلقين على الأقـل للتقليل من احتمال انتشار المواد المشعة وحدوث التلوث عند انكسار أو تسرب أحدهما .

٣ - اتباع الخطوات الصحيحة في غسل الملابس الواقية، وفي غسل ومراقبة التجهيزات المختلفة في المختبرات للتأكد من عدم تلوثها.

١١-٣ الحماية الإشعاعية في الطب [٤٢، ٤٣]:

١١-٣-١ القواعد الأساسية للأمن الإشعاعي في الاستخدامات الطبية للإشعاع:

١ - يجب ألا يجرى الفحص أو العلاج بالإشعاع إلا عندما تكون له مزايا لا تتوافر في طرق أخرى بديلة.

٢ - يجب إجراء هذا الفحص أو العلاج ما أمكن في قسم إشعاعي خاص، أو في أجنحة خاصة، وبأيدٍ مدربة لكي لا تكون هناك ضرورة لإجراء الفحص أكثر من مرة.

٣ - ينبغي تخفيض الجرعة التي يتعرض لها المريض باستخدام أفضل التقنيات المتوافرة، كما يجب أن تتخذ التدابير الكافية لحماية أجزاء الجسم الأخرى من الأشعة إلى أقصى حد ممكن.

٤ - ينبغي أخذ التدابير المعتادة لخفض جرعة المنْسَلين (الغدد التناسلية)، إلى أقل قدر ممكن، ففي حالة الأشعة السينية - مثلاً - يمكن أن يتم هذا بتحديد مساحة التشعيع للجزء المطلوب، وتوفير الحواجز الواقية للأجزاء الأخرى.

٥ - يجب تجنب تعريض كل من الحوامل أو الأطفال الصغار للإشعاع - ما أمكن - إلا لضرورة قصوى.

٦ - يجب إجراء كل الفحوصات الإشعاعية بطريقة تحمي الأشخاص الآخرين، وخصوصاً المرافقين للأطفال عند فحصهم.

١١-٣-٢ قواعد عامة في التشخيص الإشعاعي:

١ - ينبغي وضع الأجهزة في غرف مناسبة ومحمية بحيث لا ينفذ الإشعاع إلى خارجها، والتأكيد من ذلك بالمسح الإشعاعي عند تثبيت هذه الأجهزة.

٢ - يجب استخدام الأجهزة من قبل الأشخاص المرخص لهم بذلك فقط.

٣ - يجب ألا تستخدم الأجهزة إلا إذا كانت تعمل بشكل صحيح مع توافر حماية إشعاعية كافية للجميع.

٤ - ينبغي أن تتوافر في غرف الأشعة ما يلي:

- إشارة تحذير واضحة على الغرفة.

- تعليمات واضحة، وتنبيهات عن مخاطر الإشعاع، وتوضع بخط بارز، مع استخدام لغات المراجعين المترددين على غرف الأشعة.

- مصباح أحمر فوق باب الغرفة يكون متصلاً كهربائيًا بجهاز الأشعة بحيث يضاء عند عمل الجهاز ويطفأ عند توقفه.

- تقفل الغرفة من الداخل أثناء تشغيل الجهاز وذلك من قبل فني الأشعة العامل بداخل الغرفة، هذا إذا لم يتوافر قفل آلي يمنع اشتغال الجهاز ما دام الباب مفتوحاً.

٥ - ينبغي توافر الملابس الواقية مثل المعاطف والقفازات المدرعة بالرصاص في غرف الأشعة، وذلك لاستعمالها عندما يتحتم وجود مرافق للمريض بحجرة الأشعة، وذلك لحمايته من الإشعاع، وكذلك لحماية أجزاء جسم المريض التي لا يراد تعريضها للأشعة.

٦ - لا يسمح للعاملين بالأشعة مساندة المريض أثناء التصوير الإشعاعي إلا في الحالات الطارئة، ويفضل قيام أحد أقارب المريض بذلك على أن يرتدي الملابس الواقية، ولا يسمح للنساء الحوامل أو اللاتي يشك في حملهن بمساندة المريض أثناء التصوير الإشعاعي.

٧ - يمنع الدخول أو الانتظار في غرف الأشعة منعًا باتًّا لغير العاملين بها .

٨ - ينبغي إجراء الفحوص الإشعاعية في أقسام الأشعة ما أمكن ، والتقليل من استخدام أجهزة الأشعة السينية المتنقلة في الأجنحة أو في مسارح العمليات .

٩ - تمشياً مع قاعدة «التقليل ما أمكن من التعرض الإشعاعي» ينبغي مراعاة ما يلي :

- تقليص مساحة حقل الأشعة على الفيلم إلى الحد الأدنى الضروري ، لمنع تعريض أجزاء أخرى من الجسم للإشعاع دون مبرر.

- استخدام المرشح المناسب للتخلص من الأشعة السينية غير المرغوبة .

- معرفة آخر يوم في الدورة الشهرية للنساء المراجعات لتجنب عمل أشعة لهن إلا في الحالات الاستثنائية .

- إعطاء إهتمام خاص لوقاية الرحم والجنين عند الفحص الإشعاعي للنساء الحوامل .

- وضع حماية مناسبة للمَنْسَلين في المرضى الذين هم في عمر الإنجاب عندما يشمل الفحص الإشعاعي ، ذلك إذا لم يتعارض هذا مع ظروف وأهداف الفحص .

- أن تكون أفلام الأشعة وألواح التقوية وأجهزة تسجيل الصورة حساسة بما يتناسب والفحص المطلوب .

- أن تكون مواد وطرق تحميض الأفلام المتبعة مطابقة لمواصفات الشركة المصنعة للأفلام ، أو تكون مجربة بحيث تعطي أكبر معلومات ممكنة لما يحتويه الفيلم المحمض .

١٠ - ينبغي عند استخدام أجهزة أشعة متنقلة أن يتأكد عامل التشغيل من عدم وجود أشخاص في «منطقة الإشعاع» دون ضرورة . ومنطقة الإشعاع هي المنطقة التي تقع في طريق الحزمة الرئيسية للأشعة حتى تمتص ، وكذلك المنطقة

المحيطة بأنبوبة الأشعة إلى بعد مترين، وينبغي لعامل التشغيل ارتداء معطف واق، ويفضل أن يكون على بعد لا يقل عن مترين عن كل من المريض وأنبوبة الأشعة أثناء التشغيل.

١١ - إن «منطقة الإشعاع» عند استخدام أجهزة تصوير الأسنان محدودة كما هي الحال في أجهزة الأشعة المتنقلة، ولذلك قد لا يهتم بإيجاد وسيلة واقية في منطقة الإشعاع، وفي هذه الحالة ينبغي على المشغل ارتداء معطف واق أثناء التصوير.

وإذا لم يكن في الإمكان تثبيت فيلم تصوير الأسنان في مكانه، لا ينبغي أن يمسكه طبيب الأسنان أو مساعده، بل ينبغي أن يقوم بذلك المريض بنفسه.

١٢ - ينبغي إجراء المسح الإشعاعي على أجهزة الأشعة المستخدمة، وذلك بصورة دورية للتأكد من سلامتها وعدم وجود أي تسرب إشعاعي أثناء عملها.

١١-٣-٣ قواعد عامة للعمل في الطب النووي ومختبرات النظائر المشعة:

يجب على العاملين في هذا المضمار ما يلي:

١ - استعمال الملابس الواقية المناسبة مثل المعاطف والقفازات والكمامات والأحذية الخاصة.

٢ - عدم حمل النظائر المشعة بالأيدي المجردة.

٣ - عدم الأكل أو الشرب أو التدخين في مناطق الإشعاع.

٤ - عدم سحب السوائل المشعة بالفم بواسطة استعمال الماصة.

٥ - يجب تغطية أي جرح بغطاء مانع للماء قبل دخول أماكن الإشعاع، وهذا مهم جدًّا حيث إن الجروح المكشوفة توفر ممرًّا للتلوث الإشعاعي المباشر إلى مجرى الدم.

٦ - يجب أن يبلَّغ عن الجروح التي تحدث في مناطق الإشعاع إلى الشخص المسئول عنها، وأن تعالج حال حدوثها.

٧ - يجب عدم استعمال المناديل الاعتيادية في مناطق الإشعاع، بل ينبغي أن توفر دائماً مناديل ومناشف ورقية يمكن التخلص منها بعد الاستعمال حيث تعامل كفضلات مشعة.

٨ - لا يسمح بنقل الحاجيات من منطقة الإشعاع إلا بعد إذن المسؤول.

٩ - ينبغي إجراء المسح الإشعاعي لمنطقة العمل أثناء العمل وبعده بطريقة دورية.

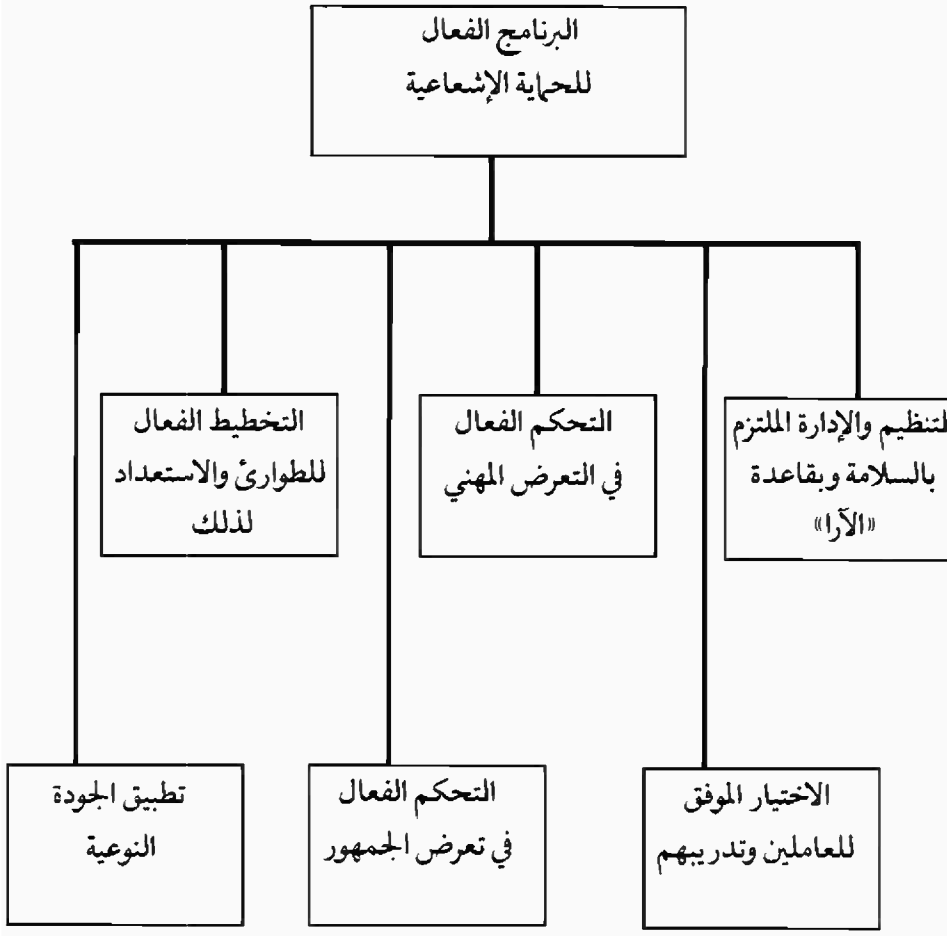
١٠ - ينبغي توافر التهوية الجيدة في الأماكن التي يستخدم فيها الغاز المشع، والتي تحفظ فيها كميات كبيرة من المواد المشعة المتسامية مثل «اليود ١٣١» المشع.

١١ - ينبغي خزن المواد المشعة وكذلك المخلفات المشعة في حاويات رصاصية مناسبة، وفي أماكن بعيدة ما أمكن عن العاملين، وعن مناطق وجود الأشخاص.

١١-٤ الحماية الإشعاعية في التصوير الإشعاعي في الصناعة (٤٤):

تتباين أعداد المشغلين في التصوير الإشعاعي الصناعي بتباين حجم المنشأة الصناعية ذاتها، وتباين طبيعة عملها، وفي كل الحالات ينبغي الالتزام بقواعد محددة كالإدارة الفعالة، والاختيار الموفق للعاملين المدربين، والتحكم الفعال في التعرض الإشعاعي وغيرها (انظر الشكل ١١-١)، إلا أن التطبيق العملي لهذه القواعد يختلف باختلاف نوع الاستخدام وحجمه. ومصادر الإشعاع المستخدمة في الصناعة تختلف في نوعها وشدتها تبعاً للاستخدام الذي وضعت من أجله، فيمكن أن تكون أشعة سينية أو أشعة جاما، ويمكن أن تكون أجهزة التصوير الإشعاعي ثابتة في مكان مخصص، كما يمكن أن تكون متنقلة[١].

وفيما يلي ذكر لقواعد الحماية الإشعاعية في التصوير الإشعاعي الصناعي، مع عرض مقتضب للأسس العملية لتطبيق ذلك.



شكل (١١-١)

المركبات الستة الرئيسة للبرنامج الفعال للحماية الإشعاعية[٤٤]

١١-٤-١ التنظيم والإدارة:

لا بد من التنظيم الإداري الفعال، ويعتمد هذا التنظيم على حجم وطبيعة نشاط المنشأة، إلا أنه حتى في المنشآت الصغيرة التي تضم عدداً قليلاً من العاملين لا بد من تعيين شخص مسئول، لديه من المعلومات والخبرة الكافية ما يمكنه القيام بمهمة مسئول الوقاية الإشعاعية، ويمكن أن يكون هذا المسئول أحد العاملين في المنشأة، أو مستشاراً من خارج المنشأة، وينبغي كذلك أن تكون مسئولياته منفصلة عن الإنتاج وهذا هو الوضع الأمثل، إلا أنه في المنشآت الصغيرة قد يكون ذلك غير ممكن وحينئذ يمكن للمالك أن يقوم بهذا الدور، وفي كل الأحوال ينبغي أن تكون المسئوليات محددة تماماً، وأن تكون جميع خطط العمل والتشغيل والسلامة مقومة تقويماً دقيقاً، وأن يُقدِّم النصح إلى الإدارة العليا في المنشأة بهذا الخصوص بصورة دورية، ومن الأمور الأساسية أن يكون لجميع العاملين بالمنشأة مسئوليات وصلاحيات محددة بوضوح من ناحيتي السلامة والإنتاج.

وينبغي لصاحب العمل أن يفوض المشغلين المصرح لهم بتشغيل معدات التصوير الإشعاعي بإشراف أو بدون إشراف، وأن يكون هذا التفويض منصوصاً عليه بوضوح في وصف عمل المشغلين، ويكون معلوماً لدى جميع العاملين بالمنشأة، وهذا التفويض ينبغي ألا يعطى إلا بعد توافر شروط الكفاءة في المشغل، وهذه الشروط إما أن يضعها صاحب العمل بعد موافقة الجهة المسئولة بالدولة عن ذلك، أو أن تضعها هذه الجهة المسئولة.

وينبغي للإدارة العليا للمنشأة الالتزام بقاعدة «أقل مستوى للإشعاع يمكن معه إنجاز عمل»، ويعلن ذلك للعاملين، وأن يكون العمل الآمن أحد العوامل التي يقوَّم بها كل من المشرفين والمشغلين.

١١-٤-٢ اختيار العاملين وتدريبهم:

ينبغي لجميع العاملين من المشغلين ومسئولي السلامة الإشعاعية أن يتلقوا التدريب المناسب على تشغيل أجهزة التصوير المستخدمة مع التدريب على استخدام أجهزة قياس الإشعاع، ومقاييس الجرع الشخصية، وأن يتعلموا الإجراءات الواجب اتخاذها في حالة الحوادث التي تشمل أي مصدر إشعاعي.

ولا بد من تحديد المؤهلات المطلوبة في المشغل بوضوح، فالجهات المسئولة في الدولة تشترط مؤهلات محددة للمشغلين قبل الترخيص للمنشأة، وقد يتطلب من المشغل اجتياز امتحان تعقده الجهة المسئولة، أو يجريه معهد متخصص، وينبغي لصاحب العمل التأكد أن جميع المشغلين تتوافر فيهم حدود دنيا من المعرفة في مجال السلامة والوقاية من الإشعاع.

ويمكن أن يشمل التدريب المسبق، المعرفة بما يلي:

أ - الحسابات البسيطة للجرع ومعدلها، ومن ضمنها استخدام قانون التربيع العكسي، وقانون الاضمحلال الإشعاعي، مع التأكيد على أعلى معدل جرعة قريبا من المصدر المشع.

ب - المتطلبات النظامية.

ج - المصطلحات العملية والوحدات الإشعاعية.

د - مبادئ تأثيرات الإشعاع.

هـ - الإجراءات العملية الآمنة.

و - الإجراءات اللازمة في حالة الطوارئ.

وينبغي أن يكون مسئول الوقاية الإشعاعية - سواء كان أحد موظفي المنشأة أو كان مستشاراً لها - قد أخذ تدريباً مسبقاً في الوقاية الإشعاعية والسلامة، وعنده القدرة في توجيه موظفي التشغيل عند الضرورة.

١١-٤-٣ التحكم في التعرض الإشعاعي المهني:

يعتبر تحديد عدد المصادر المشعة واختيار الشدة الإشعاعية المثلى من ضرورات التحكم في تعرض المهنيين للإشعاع، فمخزون مصادر التصوير الإشعاعي ينبغي أن يحدد بما هو مطلوب للتشغيل. فإذا اضمحل المصدر المشع إلى أقل من الشدة المفيدة ينبغي التخلص منه بالطرق المصرح بها، وهذه قد تشمل إعادته إلى المورِّد الأصلي إذا كانت قد عملت ترتيبات مسبقة بذلك، أو ينقل إلى مستودعات خزن المخلفات المشعة التابعة للجهة المسئولة في الدولة، وينبغي أن تكون الشدة الإشعاعية للمصدر أو المصادر مرتبطة بنوع العمل، فلا ينبغي أن تكون الشدة منخفضة بحيث يكون التعرض الإشعاعي طويلاً جدًّا للحصول على معلومات مفيدة، كما ينبغي أيضاً ألا تكون الشدة الإشعاعية عالية بحيث إن معدل الجرعة يكون عاليًا بشكل خطر.

كذلك يعد وجود المخزن الآمن والمؤمَّن من ضرورات حماية المهنيين من الإشعاع، فعند عدم استخدام أجهزة التصوير الإشعاعي ينبغي حفظها في مستودع مصرح به ومؤمن، ومراقبة معدل الجرع الإشعاعية في المناطق القريبة من موقع المستودع والمسموح بدخولها، وينبغي زيادة الدروع الواقية إذا كانت الجرعة الإشعاعية في تلك الأماكن عالية، وإعطاء اهتمام في مراقبة الجرع الإشعاعية في الغرف المجاورة والعلوية والسفلية، وإذا تبين أن الجرعة الإشعاعية لا يمكن تقليلها إلى مستويات مقبولة في تلك الأماكن فينبغي البحث عن موقع بديل للمستودع، كما يجب تعليم مواقع المستودعات بالعلامات التحذيرية المناسبة.

ويعد وجود سجل ثابت لجرد المخزون من المواد المشعة بطريقة دورية من ضرورات الحماية من الإشعاع وذلك للمحافظة على تسجيل جميع المصادر المشعة التي في حوزة المشغل، وينبغي تجديد السجل بشكل دوري، وتصحيح الشدة

الإشعاعية للمصادر المشعة والتي تنخفض مع الزمن بالاضمحلال، وعند أخذ أحد المستخدمين المصرح لهم لأحد المصادر المشعة من المستودع ينبغي تسجيل هوية المستخدم، ومكان استخدامه للمصدر والمدة المتوقعة للاستخدام، ويتحتم تدقيق سجل الجرد بشكل دوري، وينبغي للإدارة العليا للمنشأة التأكد من توثيق التدقيق والمراجعة الدورية لسجلات الجرد بانتظام.

الاحتياط بالحواجز المادية:

الحواجز (الدروع) الواقية: في التجهيزات الثابتة يجب تصميم الغرفة الرئيسية للتشعيع بحيث يكون معدل الجرع منخفضاً بشكل مقبول في جميع الأماكن المسموح بالوصول إليها خارج الغرفة. ويستحسن أن تكون مداخل غرف التشعيع على شكل ممرات، وإلا فينبغي وضع دروع واقية كافية في الأبواب لتقليل الأشعة المخترقة لها. كما يتحتم العناية بوضع الحواجز الكافية لحماية الناس الذين يشغلون المساحات فوق وأسفل تجهيزات التشعيع، ويؤخذ في الاعتبار حيود الأشعة بذرات الهواء (ظاهرة SKYSHINE) في التجهيزات ذات السقف الرقيق أو العديمة السقف. وإذا كانت غرفة التشعيع مصممة بحيث إن حزمة الأشعة الرئيسية محددة باتجاه ما فيستدعي أن يكون جميع العاملين على علم بذلك.

وفي الاستخدام الحقلي يتطلب تدريع المصدر المشع بشكل كاف عندما يكون في موضع عدم التشغيل، وعندما يكون المصدر المشع مكشوفاً يمكن تقليل معدل الجرع الإشعاعية في المناطق المجاورة بالاختيار المناسب لاتجاه الحزمة وطريقة تسديدها، وحجز الحزمة بعد مرورها بالفيلم، وينبغي ألا تكون منطقة التحكم في التشغيل في اتجاه الحزمة المفيدة.

أنظمة الأمان الكافية: يمكن لأجهزة الأشعة السينية ولحاويات النظائر المشعة أن تشبك كهربيًّا مع باب الغرفة التي هي فيه بحيث إن مجرد فتح الباب يقطع

التيار الكهربائي عن ماكنة الأشعة السينية أو يضع المصدر الإشعاعي في الموضع الآمن. وهذا الإجراء يجب أن يكون إلزاميًّا بالنسبة لحاويات المصادر المشعة. وبالمثل يتحتم أن تكون مفاتيح الأمان متوافرة داخل الغرفة بحيث يمكن التحكم بمصدر الأشعة من الداخل.

ويجب توفير العلامات المسموعة والمرئية في التجهيزات الثابتة لتحذير الأفراد الذين قد يكونون في غرف التصوير لإعلامهم بأن المصدر المشع سيتم إخراجه. أما في الاستخدام الحقلي فعلى المشغِّل التأكد من عدم اقتراب أي شخص غير مصرح له من المصدر المكشوف، وهناك طرق متعددة لتحقيق هذا الغرض وهي تختلف من موقع لآخر.

التحكم في الجرعة الداخلية: إنَّ التحكم في الجرعة الداخلية غير مطلوب عند استخدام المصادر المشعة المغلقة، إلا أنَّ هناك احتمال حدوث تلوث داخلي نتيجة تلف المصدر المشع، ولهذا فإن برامج تدريب المشغلين وخطط الطوارئ ينبغي أن تقوم بتوعية المشغلين بهذا الاحتمال وبكيفية تبين هذه المشكلة، كما أنَّ المداومة على الفحص الدوري للمصدر المشع للبحث عن تسرب إشعاعي حسب المتطلبات النظامية، أمر مطلوب وواجب محتم.

حدود التحكم المناسبة: إن الحدود الإشعاعية للتعرض مثل معدل الجرعة في المناطق المسموح دخولها تحدد - عادة - من قبل الجهة المسئولة في الدولة. وإذا كانت هذه الحدود غير مبينة فينبغي على إدارة المنشأة تبيين حدود التشغيل، وبرمجة أسلوب المراقبة ليشمل كلاًّ من:

أ - المراقبة الكافية لمكان العمل.

ب - اختبار مقاييس الجرع الشخصية المناسبة.

ج - إجراء الصيانة الدورية لمنع وقوع الحوادث.

١١-٤-٤ التحكم الفعال في تعرض الجمهور للإشعاع:

من التدابير الأمنية لحماية الجمهور من الإشعاع أنه ينبغي خزن أجهزة التصوير الإشعاعي في مستودع آمن عند عدم استخدامها، كما ينبغي عدم تركها بدون مراقبة في المناطق التي يمكن أن يصل إليها الناس، ويجب تدقيق الجرد بشكل دوري للتأكد من وجود المصادر المشعة وسلامتها، كما ينبغي تقييد التعرض الإشعاعي أثناء الاستخدام وذلك بتوفير العلامات المناسبة والدروع الواقية كما ذكر آنفاً، ومع هذا فإن مراقبة المنطقة ذات أهمية خاصة لأن الناس لم يدربوا على تقدير أهمية العلامات التحذيرية.

١١-٤-٥ التخطيط الفعال للطوارئ والاستعداد لذلك:

يجب تحديد وتقويم حالات الحوادث المحتملة وذلك بوضع عدة تصورات لحوادث محتملة بناء على الخبرة السابقة ومنها ما يلي:

أ - فشل آلية نقل المصدر مما يجعل المصدر المشع مكشوفاً دائماً.

ب - فشل أجهزة السلامة.

ج - حدوث عدة تلوثات إشعاعية بسبب تسرب أو تلف مصدر مشع.

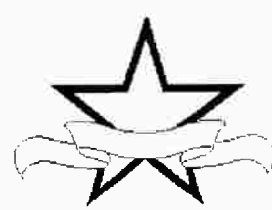
وينبغي تطوير احتياطات الطوارئ للتعامل مع مثل هذه الحوادث المتوقعة، والتي من أهمها ما يلي:

أ - البقاء بعيداً عن المصدر المشع.

ب - منع الآخرين من الاقتراب من المصدر.

ج - طلب المساعدة. ولكن لا تترك المنطقة خالية دون أحد.

وهناك أمثلة على الإجراءات التي ينبغي اتخاذها للتعامل مع مثل هذه الحوادث[٤٤].



المصـادر

١ - محمد الجار الله «تأثير الإشعاع المؤين على الإنسان»، مكتبة الحرمين، الدمام ١٤٠٧هـ/ ١٩٨٦م.

٢ - Eric J. Hall, "Radiobiology for the Radiologist" Horper and Row 2nd edition 1978.

٣ - Cember "Introduction to Health Physics" Pergamon Press 2nd edition 1983.

٤ - United Nations Environment Programme "Radiation: Doses, Effects, Risks" Black-well 2nd edition 1991.

٥ - M. Eisnbud "Environmental Radioactivity" Academic Press 3rd edition 1987.

٦ - National Radiological Protection Board "Living with Radiation" 4th edition 1989.

٧ - H. A. Khan "Radon: A Friend or a Foe" Nucl. Tracks Radiat. Meas. Vol. 19, Nos 1-4 pp. 353-362, 1991.

٨ - Bodansky, Maurice & Stadler "Indoor Radon and its Hazards" Univ. of Washington Press 1987.

٩ - Abu-Jarad and M. Al-Jarallah, "Radon in Saudi Houses", Radiation Protection Dosimetry, Vol. 14, No. 1, pp. 243-249, 1986.

١٠ - United Nations Environment Programme "Radiation: Doses, Effects, Risks" Black-well 1st edition 1985.

١١ - NCRP "Control of Radon in Houses" NCRP Report No. 103, 1989.

١٢ - Talha Qari "Analysis of Radom Assay under Different simulated Environment Conditions", Msc. Thesis, Department of Nuclear Engineering, KAU, 1992.

١٣ - مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، مجلة «العلوم والتقنية»، السنة السادسة، «الذرة والإشعاع الذري»، العدد الحادي والعشرون، محرم ١٤١٣هـ/ يوليو ١٩٩٢م.

١٤ - الهيئة العربية للطاقة الذرية نشرة «الذرة والتنمية»، العدد الخامس، المجلد الرابع، ١٩٩٢م.

١٥ - أرك هول «الإشعاع والحياة»، ترجمة محمد الجار الله وعادل الشويخ، الدار العربية للموسوعات، ١٩٨٣م.

١٦ - الهيئة العربية للطاقة الذرية «الطاقة النووية ومستقبل الطاقة في الوطن العربي» ١٩٩١م.

١٧ - الهيئة العربية للطاقة الذرية، نشرة «الذرة والتنمية»، العددان الثامن والتاسع، المجلد الثاني، ١٩٩٠م.

١٨ - الهيئة العربية للطاقة الذرية، نشرة «الذرة والتنمية»، العدد الرابع، المجلد الأول ١٩٨٩م.

١٩ - الهيئة العربية للطاقة الذرية، نشرة «الذرة والتنمية»، العدد الرابع، المجلد الرابع ١٩٩٢م.

٢٠ - IAEA "IAEA Yearbook 1990".

٢١ - طالب ناهي الخفاجي، «المفاعلات النووية ونقل تقنيتها»، مكتب التربية العربي لدول الخليج، ١٩٨٩م.

٢٢ - Wolfson "Nuclear Choices" The MIT Press 1991.

٢٣ - الهيئة العربية للطاقة الذرية، نشرة «الذرة والتنمية»، العدد الحادي عشر، المجلد الثاني، ١٩٩١م.

٢٤ - هيئة الطاقة الذرية السورية «النظائر المشعة في الحياة اليومية»، مترجم عن IAEA "ISOTOPES IN DAY LIFE"، منشورات هيئة الطاقة الذرية السورية ١٩٨٥م.

٢٥ - IAEA "Isotopes in Everyday life" IAEA 1990.

٢٦ - جريس يوروز «حفظ الأغذية بالإشعاع» ترجمة يحيى حسن ويحيى فودة، قسم النشر بالجامعة الأمريكية بالقاهرة ١٩٧٢م.

٢٧ - محمد الجار الله «أصل المادة وماهيتها» مجلة القافلة العدد الثامن المجلد السابع والثلاثون ١٤٠٩هـ/ ١٩٨٩م.

٢٨ - محمد الجار الله «تأثير الإشعاع الذري على الإنسان»، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن ١٤١١هـ.

٢٩ - IAEA "The Radiological Accident in Goiania" 1988.

٣٠ - IAEA "Summary Report on the Post Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident" Safety Series No. 75. 1986.

٣١ - Mould "Chernobyl: The Real Story" Pergamon Press 1988.

٣٢ - Energy Research lab. "Internal Report" Research Institute, KFUPM 1986.

٣٣ - الهيئة العربية للطاقة الذرية . ، نشرة «الذرة والتنمية»، العدد الأول، المجلد الرابع، ١٩٩٢م.

٣٤ - الهيئة العربية للطاقة الذرية، نشرة «الذرة والتنمية»، العدد الثالث، المجلد الرابع، ١٩٩٢م.

٣٥ - IAEA "Emergency Response Planning and Preparedness for Transport Accident Involving Radioactive Material" Safety Series No. 87, 1988

٣٦ - Pochin "Nuclear Radiation: Risk and Benefit" Oxford 1983.

٣٧ - قصي سعيد «الوقاية من الإشعاع والتلوث»، منظمة الطاقة الذرية العراقية، ١٩٨٦م.

٣٨ - بهاء الدين حسين معروف، «الوقاية من الإشعاعات المؤينة»، منظمة الطاقة الذرية العراقية ١٩٨٩م.

٣٩ - ICRP "1990 Recommendation of the Commission" 11 December 1990.

٤٠ - ICRP "Recommendation of the International Commission on Radiological Protection" No. 26, 1977.

٤١ - مارتن وهاربسون «المدخل إلى الحماية الإشعاعية»، ترجمة محمد الجار الله وعادل الشويخ، دار الإصلاح ١٤٠٥هـ/ ١٩٨٤م.

٤٢ - محمد الجار الله «نشرة الحماية الإشعاعية في الطب»، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، ١٩٩١م.

٤٣ - KFS Hospital "Radiation Safety Manual" 1990.

٤٤ - IAEA "Recommendations for the Safe Use and Regulation of Radiation Sourses in Industry, Medicine, Research and Teaching" Safety Series No. 102, 1990.

٤٥ - J. Turner "Atoms, Radiation, and Radiation Protection" Pergamon Press 1986.

٤٦ - Laws "The X-ray Information Book" Mcgraw Hill, 1983.

٤٧ - الهيئة العربية للطاقة الذرية، نشرة «الذرة والتنمية»، العدد الثاني عشر، المجلد الثالث ١٩٩١م.

٤٨ - Glassrtone S., and F. Dolan "The Effect of Nuclear Weapons" US Dept. of Defence, 3rd edition 1977

٤٩ - الهيئة العربية للطاقة الذرية، نشرة «الذرة والتنمية» العدد الأول، المجلد الثالث، ١٩٩١م.

٥٠ - إيان روكبيرك «الكون الذري»، ترجمة موسى الجنابي، الناشر: منظمة الطاقة الذرية العراقية.

٥١ - J. Jagger "The Nuclear Lion" Plenum Press, 1991.

مصادر أخرى مفيدة

٥٢ - سعود رعد «الإشعاع النووي: قصة تشيرنوبيل ومستقبل البشرية» الناشر: جروس برس ١٩٨٦م.

٥٣ - تيوني نيرو «دليل المفاعلات النووية» ترجمة حمزة الدجيلي وصالح الخفاجي الناشر: منظمة الطاقة الذرية العراقية ١٩٨٧م.

٥٤ - أحمد شريف عودة «الطاقة الذرية واستخداماتها»، الناشر: جامعة الملك عبد العزيز، ١٤٠٧هـ/ ١٩٨٧م.

٥٥ - خالد كماخي «الذرة بين الحرب والسلم» مطابع البلاد، السنة غير مذكورة.

٥٦ - محمد عمار «الطاقة: مصادرها واقتصادها» مكتبة النهضة المصرية ١٩٨٦م.

٥٧ - محمد أحمد وأحمد السريع «الإشعاعات المؤينة: خصائصها وتأثيراتها واستخداماتها» جامعة الملك سعود ١٩٨٢م.

٥٨ - طالب الخفاجي «الذرة» الدار العربية للموسوعات ١٩٨٧م.

٥٩ - كشغ هيرت «موارد الطاقة العالمية» منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، السنة غير مذكورة.

٦٠ - فون ديرهاردت وروتجير «دليل التصوير النيوتروني»، ترجمة صلبوا وكريم خليل، منظمة الطاقة الذرية العراقية ١٩٨٨م.

٦١ - محمد جمعة وصلاح الدين كمال «الإشعاع الذري: دليل وطرق الوقاية»، دار الراتب الجامعية بيروت، ١٩٨٤م.

٦٢ - محمد عياد «الإشعاع الذري: المخاطر - النواحي الطبية والتطبيقية - طرق الحماية والعلاج»، ١٤١٢هـ/ ١٩٩٢م.

٦٣ - محمد جمعة «تلوث البيئة والإشعاع والأمان»، مكتبة الخريجي ١٤٠٥هـ/ ١٩٨٥م.
٦٤ - «النظائر في البحوث والإنتاج»، الأسس التكنولوجية: ترجمة محمد عبد اللطيف، المؤسسة الشعبية للتأليف في لايبزغ، مؤسسة الأهرام.
٦٥ - محمد أحمد وأحمد السريع «أسس الفيزياء الإشعاعية»، جامعة الملك سعود ١٤٠٩هـ.
٦٦ - خضر حمزة وغسان الخطيب «الطاقة الذرية واستخداماتها» منظمة الطاقة الذرية العراقية، ١٩٨٤م.
٦٧ - Raymond L. Murray "Nuclear Energy" Pergamon Press 2nd edition 1980.
٦٨ - M. R. Raju "Heavy Particle Radiation Therpy" Academic Press 1980.
٦٩ - Thomas J. Deeley "Principle of Radiation Therapy" Pub. Butterworths 1976.
٧٠ - D. Hughes "Notes on Ionizing Radiation" Science Review Ltd 1982.
٧١ - IAEA "Radiation Protection Glossary" Safety Series No. 76, 1986.
٧٢ - IAEA "Radiation Safety of Gamma and Electron Irradiation Facilities" Safety Series No. 107, 1992.
٧٣ - IAEA "Extension of the Principles of RAdiation Protection to Sources of Potential Exposure" Safety Series No. 104, 1990.
٧٤ - NCRP "Measurement of Radon and Radon Daughters in Air" NCRP Report No. 97, 1988.
٧٥ - NCRP "Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States" NCRP Report No. 93, 1987.
٧٦ - NCRP "Developing Radiation Emergency Plans for Academic, Medical, or Industrial Facilities" NCRP Report No. 111, 1991.
٧٧ - NCRP "Radiation Protection for Medical and Allied Health Personnel" NCRP Report No. 105, 1989.
٧٨ - NCRP "Medical X-Ray, Electron Beam and Gamma-Ray Protection for Energies upto 50 MeV (Equipment Design, Performance and Use) NCRP Report No. 102, 1989.
٧٩ - NCRP "Comparative Carcinogenicity of Ionizing Radiation and Chemicals" NCRP Report No. 96, 1989.
٨٠ - NCRP "Implementation of the Principle of AS LOW AS REASONABLY ACHIEVABLE (ALARA) for Medical and Dental Personnel" NCRP Report No. 107, 1990.
٨١ - NCRP "Conceptual Basis for Calculations of Absorbed-Dose Distribution" NCRP Report No. 108, 1991.
٨٢ - IAEA "Acceptance, Contyrol and Trade in Irradiated Food" IAEA, 1989.

كلمة الناشر:

إن من أهم الظواهر الكونية تلك الظاهرة المعروفة باسم الإشعاع الذري أو التحلل الإشعاعي للعناصر، فمنذ اكتشاف هذه الظاهرة قبل حوالي قرن من الزمان واستخدامات الإشعاع الذري لم تزل في اتساع مطرد، ولا يزال الناس بين مؤيد للاستفادة منه دون وعي بمخاطره ودون احتراز منه، أو رافض له جملةً وتفصيلاً لارتباطه في أذهانهم بالهلاك والدمار اللذين أحدثتهما قنبلتا هيروشيما وناجازاكي، وبما يتحدث عنه الإعلام من مخاطر الترسانات النووية لدى بعض الدول واحتمال نشوب حرب نووية لا تبقي ولا تذر. وبين هؤلاء وأولئك فريق ثالث يرى أن التقانة النووية مثلها مثل غيرها من ثمار التقدم العلمي والتقني الحديث لها محاسن ومساوئ، فإذا استغلت الاستغلال الصحيح الواعي بالمخاطر وطرق الوقاية منها، ومع المراقبة الدورية أعطت الثمار المرجوة منها، وأما إذا أسيء استخدامها، وتم تداولها بطريقة غير واعية لمخاطرها ولطرق الوقاية منها انقلبت وبالاً على مستخدميها، وربما طالت من حولهم.

ويأتي هذا الكتاب ليكون في متناول الجميع، فيعطي فكرة متكاملة عن الإشعاع الذري من مختلف جوانبه: المصادر والاستخدامات، والمخاطر والتأثيرات، وأسس وطرق الوقاية، فهو نافع للمتخصص، وغير المتخصص، حيث يوسع معرفة الأول بالأفق الرحب للإشعاع خارج نطاق تخصصه، ويحذره المخاطر، ويعرفه الوقاية، كما أنه يعطي غير المتخصص الصورة الكاملة عن الإشعاع الذري ليكون في موقع يمكنه من تكوين رأي مستقل قائم على علم ومعرفة.