الفصل السادس

نظام الحماية الإشعاعية

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس

نظام الحماية الإشعاعية

6-1 دور الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية:

انبثقت الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية (ICRP) عن المؤتمر الدولي الثاني لعلم الإشعاع (ICR) عام 1928م، وصارت - منذ ولادتها - إحدى الهيئات العالمية المعترف بها المسؤولة عن التوصية بمعايير السلامة للحماية الإشعاعية. ولا بد من التأكد أن توصيات الهيئة ليست لها أي قوة قانونية، ولكن معظم القوانين الوطنية المتعلقة بالتعرض للإشعاع معتمدة على توصياتها.

انصبت أوائل توصيات الهيئة على الاهتمام بالحماية من الأشعة السينية والراديوم، واهتمت بعض التوصيات المبكرة بطول الوقت الذي يجب أن يلتزم به العاملون في الحقل الإشعاعي، وكانت:

أ- لا يتجاوز العمل 7 ساعات في اليوم.

ب- لا يتجاوز العمل 5 أيام في الأسبوع.

جـ- لا تقل العطلة عن شهر في السنة.

د- قضاء العطلة -قدر الإمكان- يتم في الخلاء.

وعرفت الجرعة القصوى المباحة - في التوصيات - بشكل مهلهل جدًّا.

لقد طورت الهيئة عام 1950م نظرتها من أجل التعامل مع جملة مشكلات جديدة ناتجة عن اكتشاف وتحري الانشطار النووي وولادة الصناعة النووية، ومنذ ذلك الحين

كان هناك مراجعات لأسس الحماية الإشعاعية والحدود الإشعاعية الموصى بها من قبل الهيئة، والجدول (6-1) يوضح تاريخ تطور الحدود الإشعاعية للعاملين.

أدت جميع هذه التغيرات إلى تقليل حدود التعرض المهني، ولم يكن هذا التناقص المستمر في أقصى مستويات التعرض المسموح بها نتيجة دليل إيجابي في إصابة أشخاص عملوا ضمن مستويات التعرض المسموح بها سابقًا، بل كان ناتجًا عن زيادة الوعي بعدم الدقة في كثير من المعلومات التجريبية المتوافرة، لهذا فإن هناك حاجة للحذر في وضع الحدود الإشعاعية.

في أوائل توصيات الهيئة، دخل تعبير "**جرعة السماح**" ليصف المستوى المقبول من التعرض للإشعاع، ويحمل هذا التعبير دلالة مضللة، حيث يوحي بوجود حد للجرعة لا تحصل إصابة إشعاعية دونه، بينما ـ وفق البراهين المتزايدة ـ ما من إثبات على وجود جرعة حدية (عتبية) لأنواع معينة من الإصابة الجسدية. ونتيجة لهذا، فقد استبدل التعبير "**جرعة السماح**" بالمصطلح "**الجرعة القصوى المباحة**" التي استبدلت فيما بعد **بحد الجرعة**. ولكن التطور المهم كان في تغير التأكيد على العمل لحد جرعة إلى التأكيد أن جميع التعرضات ينبغي أن تكون أقل ما يمكن الوصول إليه بشكل مقبول وبحدود جرعة.

جدول (6-1): تاريخ الحدود الإشعاعية للعاملين

معدل الجرعة	تاريخ التوصية	تعليقات
0.1 من جرعة الحمامى في السنة (الحمامى: مرض جلدي)	1925 م	اقترح من قبل أ. متشيلر و ر. م. سيفرت، وهذا يعادل التعرض لنحو 30 رونتجن/ سنة من أشعة سينية ذات 100 كيلو فولت، أو 70 رونتجن/ سنة من أشعة سينية ذات 200 كيلو فولت.
0.2 رونتجن/ يوم أو1 رونتجن/ أسبوع عمل.	1934 م	توصية الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية.
150 ملي سيفرت/ سنة أو تقريبًا 3 ملي سيفرت/ أسبوع.	1950م	توصية الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية.
50 ملي سيفرت/ سنة أو تقريباً 1 ملي سيفرت/ أسبوع.	1956م	توصية الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية.
جميع التعرضات يجب أن تقلل إلى أدنى حد معقول يمكن إنجازه. حد مكافئ الجرعة 50 ملي سيفرت في السنة.	1977م	توصية الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية.
حد 20 ملي سيفرت/ سنة للجرعة المؤثرة.	1991م	توصية الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية، مسموح أخذ المعدل لخمس سنوات بشرط ألا يتعرض الشخص لجرعة تزيد على 50 ملي سيفرت في أي سنة.

وعام 1991م نشرت الهيئة (ICRP) نشرتها رقم 60، تحوي توصيات جديدة أساسية ضمن نظام عام للحماية الإشعاعية.

ففي حين كانت التوصيات السابقة مناسبة لظروف التشغيل الاعتيادية فإن النظام الجديد للحماية الإشعاعية يعترف بالحاجة لنوعين من الحالات:

1- الحالات التي يكون هناك احتمال - ولكن غير مؤكد - للتعرض، كما في الحوادث أو في طرح المخلفات المشعة.
2- الحالات التي يكون فيها المصدر والتعرض موجودين على كل حال أو ألا يكونا تحت التحكم.

وقد أخذت التوصيات في الحسبان، كذلك الأدلة الوبائية الحديثة، وخاصة المعلومات المستمدة من إعادة تقويم الدراسات اليابانية[1].

وعام 2003م بدأت الهيئة مدة استشارات مكثفة ترمي إلى الخروج بمجموعة من التوصيات الجديدة لاستبدال نسخة 1991م. وأي تغيرات تنتج من التوصيات الجديدة ستأخذ بعض السنوات حتى يتم تطبيقها في التشريعات والأنظمة الوطنية.

2-6 توصيات الهيئة ICRP لعام 1991 (النشرة 60):

عرفت النشرة 60 **الممارسة** بأنها تلك الأنشطة التي تؤدي إلى تعرض إشعاعي **إضافي**، ومصطلح **التدخلات**، وهي التي **تطرح** من التعرض الإشعاعي.

ووضع نظام الحماية الإشعاعية بالنسبة **إلى الممارسة** على أساس المبادئ العامة الآتية:

1- لا ينبغي تبني أي مزاولة تشتمل على تعرض إشعاعي، مالم تؤدِّ إلى فوائد راجحة للأشخاص المتعرضين أو للمجتمع تبرر التأثيرات الضارة للإشعاع **(تبرير الممارسة)**.

(1) نتيجة إلقاء القنبلتين النوويتين على مدينتي هيروشيما وناجاكي.

2- بالنسبة إلى أي مصدر مشع في أي ممارسة، ينبغي أن تكون جرعات الأفراد، وعددهم، والتعرض المحتمل، أقل ما يمكن الوصول إليه بشكل معقول، مع الأخذ في الحسبان العوامل الاقتصادية والاجتماعية. وينبغي أن يخضع هذا الإجراء أو الجرعة أو الخطر **لقيود** تحدد عدم الإنصاف الذي يحتمل أن يقع نتيجة القرارات الاقتصادية أو الاجتماعية (**الحماية المثلى**).

3- ينبغي أن تخضع تعرضات الأفراد من مجموع الممارسات إلى حدود الجرعة أو الخطر (**تحديد الجرعة والخطر**).

إن مبدأ القيود على الجرعة أو الخطر يرمي إلى التأكد من عدم تعدي الحدود نتيجة التعرض لكثير من المصادر. إن القيود متعلقة بالأفراد، ولكنها تنطبق على المصدر الواحد أيضًا. فمثلاً إذا كان ممكنًا أن يتعرض أفراد من المجتمع لمصادر عدة مختلفة فإن القيود التي ينبغي تطبيقها لكل مصدر للتأكد من أن التعرض الكلي لأي فرد لا تتجاوز حد الجرعة العام.

وقد بني نظام الحماية **للتدخل** على القواعد العامة الآتية:

1- ينبغي أن تكون الفوائد من التدخل راجحة على المضار.

2- بالنسبة إلى قياس مدة التدخل، ينبغي أن تكون الفائدة الخالصة أكبر ما يمكن الحصول عليه بشكل معقول.

مثال على التدخل: افترض موقع لوث من قبل مشغلين صناعيين سابقين، ربما قبل عقود عدة، عندما لم يكن هناك معايير مطبقة لما يطلقه الموقع، وقد استخدمت لأغراض أخرى. إن قرار تنظيف الموقع يمثل تدخلاً، والغرض منه تقليل مستويات التعرض لمن يستخدمون الموقع في المستقبل، وفي قرار تنظيف الموقع ينبغي تبيين أن التعرض الناتج من عملية التنظيف (وتشمل التخلص من المواد المشعة من الموقع) لا تزيد على ما قد يحدث في المستقبل إذا لم يتم تنظيف الموقع.

لقد تضمنت النشرة 60 على مختصر ومراجعة للمعلومات حول التأثيرات الإحيائية (البيولوجية) للإشعاع المؤين، وعلى أساس هذه المراجعة وضعت تقديرات كمية حول عواقب التعرض الإشعاعي، كما هو مناقش في الفصل الرابع. فوضعت تقديرات لكلا التأثيرين (غير العتبي) **الاحتمالي، والحتمي** (الذي كان يعرف في السابق بالتأثير العتبي). وللإعادة:

التأثيرات الاحتمالية:

هذه التأثيرات هي تلك التي تكون فيها احتمالية الأثر الناتج، بدلاً من شدته، دالة لجرعة الإشعاع دونما حد فاصل (عتبة)، وأهم هذه التأثيرات الجسدية الاحتمالية هو نشوء السرطان الذي لا بد أن تزداد أخطاره تصاعديًّا تبعًا لزيادة الجرعة المتعرض لها دون حد فاصل. وبالمثل، ففي مستويات الجرعات في مجال الحماية الإشعاعية تصبح التأثرات الجينية من النوع الاحتمالي.

التأثيرات الحتمية:

هي تلك التأثيرات التي تتغير فيها شدة التأثير مع مقدار الجرعة، التي قد يوجد فيها حد فاصل (عتبة). ومن أمثلة الإصابات العتبية سد العدسة[1] وتلف الأوعية الدموية، وإتلاف الخصب أي "قدرة الإنجاب". إن خطورة هذه التأثيرات تتغير تبعًا لحجم جرعة الإشعاع المتعرض لها، ولكنها لا تكتشف بالمرة مالم تتجاوز الجرعة عتبه كبيرة جدًّا.

إن هدف الحماية الإشعاعية – كما نصت عليه الهيئة – هو منع التأثيرات الحتمية المؤذية، وتقليص احتمالية حصول التأثيرات الاحتمالية (غير العتبية) حتى الحدود التي تعدّ مقبولة.

(1) سد العدسة (Cataract) مرض إعتام عدسة العين، وهو محور عن الاسم العربي (العين الكدرة).

ينجز الهدف المذكور بما يلي:

(أ) وضع حدود مكافئ الجرعة في مستويات متدنية كافية لضمان عدم وصولها إلى جرعة العتبة، حتى لو تعرض الأفراد للإشعاع طوال حياتهم، أي **"منع التأثيرات الحتمية"**.

(ب) الإبقاء على التعرضات المتعلقة إلى أقل حد يمكن إنجازها بشكل مقبول، آخذين في الحسبان العوامل الاقتصادية والاجتماعية وتتبع الظروف المحيطة، حتى لا يتجاوز مكافئ الجرعة حدوده الملائمة **"تحديد التأثيرات غير العتبية، الاحتمالية**.

لقد اعتبرت الهيئة في نشرتها 60 ثلاثة مستويات من التعرض الإشعاعي أو الأخطار بحسب درجة تحملها وقبولها. وهذه المستويات هي: غير المقبولة والمتحملة (التي يمكن تحملها) والمقبولة. إن الحد يمثل: منطقة مختارة بين المستويين غير المقبول والمتحمل. والمتحمل يعني: أن التعرض (أو الخطر) غير مرغوب فيه، ولكن يمكن تحمله بشكل مقبول، والمقبول يعني: أن مستوى الحماية قد عمل إلى حد مستواه الأمثل، ويمكن قبوله دون تحسينات إضافية. لهذا فإن الحدود الإشعاعية تمثل المستوى الذي يكون فيه التعرض المستمر في أول مستوى المتحمل.

3.6 حدود الجرعة الموصى بها للعاملين:

من أجل الحد من التأثيرات الاحتمالية (غير العتبية) أوصت الهيئة بحد للجرعة المؤثرة للتعرض المتجانس لسائر الجسم مقداره 20 ملي سيفرت معدلاً لخمس سنوات، ويسمح لتعرض يزيد على 20 ملي سيفرت في أي سنة شريطة ألا تزيد الجرعة في أي سنة على 50 ملي سيفرت. أما بالنسبة إلى التشعيع غير المنتظم للجسم، فقد تم تعيين معاملات الأنسجة النوعية لأعضاء الجسم المختلفة بناء على اتخاذ المعامل للجسم ككل يساوي (1.0)، حيث تعكس هذه المعاملات قابلية الضرر عند تشعيع كل عضو.

إن مجموع الجرعات النوعية للأعضاء تعرف بالجرعة المؤثرة E وبهذا فإن:

$$E = \Sigma_T w_T H_T$$

حيث يمثل (w_T) معامل النسيج النوعي للنسيج (T) و(H_T) الجرعة المكافئة للنسيج (T).

إن حد الجرعة المؤثرة السنوي هو 20 ملي سيفرت . ولهذا يكون لأي سنة:

$$\Sigma_T \ w_T \ H_T \leq 20 \ mSv$$

ومعاملات الأنسجة النوعية معطاة في الجدول (6-2).

جدول (6-2): معاملات الأنسجة النوعية

النسيج	w_T (1)
الغدد التناسلية (المنسلين)	0.20
نخاع العظم الأحمر	0.12
القولون	0.12
الرئة	0.12
المعدة	0.12
المثانة	0.05
الثدي	0.05
الكبد	0.05
المريء	0.05
الغدة الدرقية	0.05
الجلد	0.01
سطوح العظم	0.01
البقية	0.05

(1) القيم في هذا الجدول مأخوذة بوصفها معدلاً للسكان من جميع الأعمار لكلا الجنسين، ويمكن تطبيقها على العاملين وأفراد المجتمع على حد سواء.

obeikandl.com

إن استخدام حد سنوي للجرعة المؤثرة مقداره 20 ملي سيفرت يتضمن كذلك أنه إذا كان التعرض الإشعاعي منحصرًا في نسيج واحد فقط هو T فإن حد الجرعة المكافئة لهذا النسيج يكون:

حد الجرعة للنسيج (T) = w_T/20 ملي سيفرت

ففي حالة الرئة مثلاً: قيمة w_T هي 0.12 وهذا يتضمن أن الحد السنوي للجرعة المكافئة للرئة هو 170 ملي سيفرت تقريبًا، وبالمثل فإن قيمة w_T للغدة الدرقية هي 0.05 ولهذا يكون الحد السنوي للجرعة المكافئة للغدة الدرقية هو 400 ملي سيفرت. إن حدود الجرعة للتأثيرات الاحتمالية لمعظم أنسجة الجسم وأعضائه هي أقل من الجرعة العتبية التي تبدأ عندها التأثيرات العتبية في الظهور (وهي غالبًا تبلغ نحو 500 ملي سيفرت، علمًا أن هناك عددًا قليلاً من الأنسجة لها حساسية أكبر للإشعاع). لهذا فإن القيود على الجرعة المؤثرة تكفي لضمان الحماية من التأثيرات الحتمية في جميع الأنسجة والأعضاء تقريبًا، ويستثنى من ذلك الجلد والأيدي والأقدام، حيث حددت الجرعة المكافئة الموصى بها 500 ملي سيفرت في السنة، وكذا عدسة العين الحد الموصى به لها هو 150 ملي سيفرت في السنة.

مثال 1-6:

احسب الجرعة المكافئة المسموح بها للغدة الدرقية في السنة لعامل يتعرض إلى تشعيع غير منتظم يتضمن كل الجسم والرئة وكذلك الغدة الدرقية، ولقد تعرض خلال سنة إلى جرعات مكافئة مقدارها 10 ملي سيفرت لجميع الجسم، و50 ملي سيفرت للرئة.

الحل:

باستخدام معادلة معامل النسيج النوعي:

$$\Sigma_T \; w_T \, H_T \leq 20 \text{ mSv}$$

(وباستعمال الكتابة العربية مع الإبقاء على الرموز تصبح):

w_T (لكل الجسم) × H_T (لكل الجسم) + w_T (الرئة) × H_T (الرئة) + w_T (الدرقية) × H_T (الدرقية) = 20 ملي سيفرت.

أي إن: 1 × 10 ملي سيفرت + 0.12 × 50 ملي سيفرت + 0.05 × H_T (الدرقية)= 20 ملي سيفرت.

أي إن: 10 ملي سيفرت + 6 ملي سيفرت + 0.05 H_T (الدرقية) = 20 ملي سيفرت.

16 ملي سيفرت + 0.05 H_T (الدرقية) = 20 ملي سيفرت.

0.05 H_T (الدرقية) = (20 – 16) ملي سيفرت.

H_T (الدرقية) = (20 – 16)/0.05 = 80 ملي سيفرت.

ولهذا، فيسمح للعامل بأن يتعرض إلى جرعة مكافئة حتى 80 ملي سيفرت للغدة الدرقية خلال السنة المذكورة.

مثال 2-6:

باستعمال معاملات الأنسجة النوعية المذكورة في الجدول (6-2)، احسب الحدود الضمنية لكل من الأعضاء الآتية، مع افتراض أن كل عضو يتشعع بالتمام في معزل: الغدد التناسلية، الغدة الدرقية.

الحل:

بالنسبة إلى الغدد التناسلية w_T = 0.20 ولهذا فإن:

الحد السنوي الضمني = 20/0.20 = 100 ملي سيفرت.

بالنسبة إلى الغدة الدرقية w_T = 0.05 ولهذا فإن:

الحد السنوي الضمني = 20/0.05 = 400 ملي سيفرت.

4.6 ملاحظات على حدود الجرعة للعاملين:

عند تطبيق نظام تحديد الجرعة المذكور، يجب الالتزام بالنقاط الآتية:

1- ينبغي تجنب أي تعرض لا لزوم له.

2- إن من السهل إيجاد معدل الجرعة لخمس سنوات، وينبغي ألا تزيد الجرعة في أي سنة على 50 ملي سيفرت.

3- تضع الهيئة انطباعًا معقولاً عن حقيقة أن عددًا قليلاً فقط من العاملين يتوقع أن يتعرضوا إلى جرعات سنوية تقارب الحدود الموصى بها. ولقد أظهرت الممارسة في مصانع عدة أن توزيع الجرع غالبًا ما يؤدي إلى تعرض العامل إلى جرعة سنوية لكل الجسم مقدارها نحو 2 ملي سيفرت، وباستعمال معاملات الخطر المأخوذة من النشرة الستين يفهم ضمنًا أن معدل خطر الموت في مثل هذه المهن الإشعاعية مماثلة لمعدل خطر الصناعات الأخرى التي يفترض فيها عادة أنها "أمينة".

4- إن أساس التحكم في التعرض المهني للنساء هو الأساس نفسه للرجال، ما عدا في حالة الحمل، فقد وضع حد إضافي لسطح البطن مقداره 2 ملي سيفرت لبقية مدة الحمل.

5- ينبغي تصنيف أماكن العمل إلى ما يلي:

منطقة متحكم فيها: حيث ينبغي على العاملين فيها أن يتبعوا إجراءات محددة تمامًا خلال ظروف العمل الاعتيادية.

منطقة مراقبة: حيث لا تطلب إجراءات خاصة في العادة، ولكن الممارسات تبقى تحت المراجعة.

6-5 حدود الجرعة الموصى بها لأفراد المجتمع:

في النشرة 60 للهيئة ICRP، تمت التوصية بحد سنوي للجرعة المؤثرة مقداره 1 ملي سيفرت لأفراد المجتمع، ولكنهم أوصوا كذلك أنه في ظروف خاصة يمكن السماح بجرعة مؤثرة سنوية أكبر شريطة ألا يزيد المعدل خلال 5 سنوات على 1 ملي سيفرت في السنة. ومن أجل منع التأثيرات الحتمية، أوصت الهيئة بحد للجرعة مقداره 15 ملي سيفرت في السنة لعدسة العين، و50 ملي سيفرت في السنة للجلد. (جدول 6-3).

6-6 التعرضات الشاذة عند الطوارئ والحوادث:

ربما يتعرض المتطوعون - في حالة الطوارئ - إلى جرع عالية من أجل إنقاذ حياة، أو منع الإصابة الخطرة، أو حتى لمنع الزيادة الكبيرة في حجم الحادث. إنه لمن الصعب تعيين حدود لتغطية مثل هذا الحادث مادام كل موقف متميزًا بذاته. وعلى أي حال، فقد يتعرض بعض المتطوعين إلى زيادة فوق الحدود الواردة في التعرض الخاص السابق الإعداد، وبالأخص عندما يتضمن الأمر إنقاذ حياة، وعندما يستوجب الأمر القيام بعمليات إنقاذ، فقد لا يغدو بالإمكان العمل بحدود الجرعة، ولكن يجب أن يقيَّم كل موقف بواسطة رجل مؤهل أو عدد من الرجال المؤهلين ثم يتخذ القرار على أساس هذا التقييم.

من الواضح عمومًا أنه ما من حد عملي للجرعة يمكن اتخاذه عند التعرض للحوادث. لذا قررت الهيئة ICRP عدم إمكانية التوصية بمستويات تدخل تناسب كل الظروف.

من أجل تقليل تعرض العاملين وعموم الناس للإشعاع على أثر تسرب المواد المشعة بسبب حادث ما، يصبح مهمًّا إعداد خطة طوارئ محكمة جيدًا ومفصلة بحيث تنجز ثلاثة أهداف:

(أ) تحديد التعرضات إلى أقصى حد معقول عمليًّا، وعلى الأخص، محاولة منع التعرض لما فوق حدود الجرعة المكافئة.

(ب) استعادة السيطرة على الموقف.

(جـ) الحصول على معلومات لتحديد الأسباب وعواقب الحادث.

جدول (6-3): حدود الجرع الموصى بها[1]

	حدود الجرعة	
	للعاملين	للمجتمع
الجرعة المؤثرة	20 ملي سيفرت في السنة، يؤخذ المعدل لخمس سنوات محددة[2]	1 ملي سيفرت في السنة[3]
الجرعة السنوية المكافئة[4]:		
لعدسة العين	150 ملي سيفرت	15 ملي سيفرت
للجلد	500 ملي سيفرت	50 ملي سيفرت
للأيدي والأرجل	500 ملي سيفرت	50 ملي سيفرت

لقد اعتبرت الهيئة ICRP أنه يمكن التحكم في التعرضات المهنية لفريق الطوارئ خلال إجراءات المعالجة بالتحكم في التشغيل. وفي الحوادث الشديدة يمكن تخفيف التحكم شريطة ألا تزيد التعرضات على 0.5 سيفرت تقريبًا (أو 5 سيفرت للجلد) إلا في إجراءات إنقاذ الحياة.

من الجدير بالذكر أن الجرعة حتى 1 سيفرت لكل الجسم مقبولة من أجل إنقاذ حياة. أما إذا كانت العملية سوف تؤدي إلى جرعات تزيد على هذا المستوى، فإن كلاً

(1) إن الحدود تنطبق على مجموع الجرعات من التعرض الخارجي في المدة المحددة وعلى الجرعة المودعة خلال الـ50 سنة (حتى عمر 70 سنة للأطفال) من دخول نويدات مشعة إلى الجسم خلال المدة نفسها.

(2) إن الجرعة المؤثرة ينبغي أن لا تزيد على 50 ملي سيفرت في أي سنة واحدة.

(3) يمكن السماح بجرعة مؤثرة أكبر في السنة في ظروف خاصة شريطة أن يكون المعدل خلال خمس سنوات لا يزيد على 1 ملي سيفرت بالسنة.

(4) إن التأثيرات الاحتمالية لبقية الأعضاء هي المحددة للجرعات، وبهذا يكون التحكم في الجرعات لهذه الأعضاء مستقيً من الحدود المفروضة على الجرعة المؤثرة.

من الأخطار والنتائج المحتملة للعملية يجب موازنتها بدقة شديدة. وإن أحد الاعتبارات المهمة التي يجب مراعاتها هي أولاً: دقة المعلومات التي تخص معدلات الجرعة المتوقعة في منطقة الحادث، والثاني: حالة المصابين ورجحان إنقاذهم. فمثلاً، إذا كان تقدير معدل الجرعة يقل إلى النصف -عما هو في الواقع- فقد يتعرض المنقذ - عن غير قصد - إلى جرعة عالية تكفي لحصول تأثيرات جسدية شديدة مبكرة.

أما ما يخص تعرض أفراد المجتمع إثر حادث ما، فترى الهيئة أنه ليس بالإمكان عمومًا تثبيت مستويات تدخل عملية قابلة للتطبيق بحيث يكون التدخل من قبل الجهات المختصة مطلوبًا فوق هذه المستويات، فكل الإجراءات المضادة التي يمكن اتخاذها لتقليل تعرض أفراد المجتمع للإشعاع ـ بعد تسرب المواد المشعة بحادث ما ـ من مثل الاحتماء بالملاجئ وأخذ أقراص الأيودين المستقر والإخلاء يحمل معه بعض الضرر للعاملين فيه، لذا فإن تقرير اتخاذ إجراءات مضادة (أي عمل تدخل) يجب أن يوضع على أساس الموازنة بين الضرر الذي يتحملونه، وبين تقليل الإشعاع الذي يرغبون ـ على الأرجح ـ في إنجازه.

وعلى أي حال، فقد قررت الهيئة أنه من الممكن وضع مستويات أدنى من التدخل الذي يفترض أنه مما لا يمكن تبريره عمومًا. وبعض مستويات التدخل وما يشتق عنها يجب أن تحتوي على خطة طوارئ ينبغي لها أن تقدم إرشادًا في مختلف الظروف المتاحة.

إنه لمن المؤكد، أن خطة الطوارئ يجب أن تكون مرنة بشكل مناسب كي تسمح بالتكيف حسب حالة الحادث الواقعية. وعلى الأخص، يجب ألا تطبق مستويات الإشعاع بشكل آلي، بل يجب أن يعاد التقييم الملائم على ضوء المعلومات المتوافرة عند التدخل.

خلاصة الفصل:

الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية ICRP: هيئة علمية معترف بها دوليًا مسؤولة عن التوصية بأنظمة الحماية الإشعاعية.

التأثيرات الاحتمالية (غير العتبية): هي تلك التي فيها احتمالية التأثير ـ بدلاً من شدته ـ تعدّ دالة للجرعة دون حد فاصل (عتبة) مثل نشوء السرطان والتأثيرات الجينية.

التأثيرات الحتمية (العتبية): هي تلك التي تكون فيها شدة التأثير متناسبةً مع الجرعة، وفيها قد يوجد حد فاصل (عتبة)، مثل إعتام عدسة العين أو السد وتلف الأوعية الدموية وإتلاف الخصب.

هدف توصيات الهيئة الدولية: منع التأثيرات العتبية الضارة، وتحديد احتمالية التأثيرات غير العتبية عند المستويات المقبولة.

حد الجرعة للتأثيرات العتبية (الحتمية): 0.5 سيفرت في السنة للجلد والأيدي والأقدام، 0.15 سيفرت لعدسة العين.

حد الجرعة للتأثيرات الاحتمالية (غير العتبية): 20 ملي سيفرت في السنة لكل الجسم بالنسبة إلى التشعيع المنتظم، وللأعضاء على انفراد تنطبق المعادلة:

$$\Sigma_T \; W_T H_T \leq 20 \text{ mSv}$$

مع استخدام معاملات الأنسجة النوعية (w_T) الملائمة للأعضاء.

منطقة متحكم فيها: حيث ينبغي على العاملين فيها أن يتبعوا إجراءات محددة تمامًا.

منطقة مراقبة: حيث لا يتطلب عادة إجراءات خاصة، ولكن ينبغي أن يبقى الوضع تحت المراجعة.

حدود الجرعات لأفراد المجتمع: معدل الجرعات المؤثرة السنوية مدى الحياة محددة بـ 1 ملي سيفرت، وهناك حد سنوي مقداره 5 ملي سيفرت لبعض السنوات، شريطة ألا يتجاوز معدل الجرعة السنوية مدى الحياة.

تعرضات الطوارئ:

(أ) محاولة منع التعرض لأكثر من حدود الجرعات.

(ب) في الحوادث الخطيرة، يمكن تخفيف التحكم، ولكن لا ينبغي أن يزيد التعرض على 0.5 سيفرت (أو 5 سيفرت للجلد).

(جـ) إنقاذ الحياة قد يكون مبررًا للسماح بجرعة حتى 1 سيفرت تقريبًا.

(د) مستويات التدخل من أجل تقليل تعرض الناس.

أسئلة للمراجعة:

(1) اشرح المظاهر الأساسية لنظام تحديد الجرعة الموصى بها من قبل الهيئة الدولية للوقاية من الإشعاع في نشرتها الستين.

(2) اشرح ماذا يعني المصطلحان: تأثيرات احتمالية (غير عتبية)، وتأثيرات حتمية (عتبية)، وأعطِ مثالين لكل نوع من التأثيرين.

(3) أعطِ الحد العتبي السنوي للعاملين لكل من: عدسة العين، الأيدي والأرجل.

(4) وضح كيف ترتبط جرعات تعرض أعضاء مختلفة من الجسم للتشعيع غير المنتظم مع حد الجرعة لكل الجسم للتشعيع المنتظم.

(5) يتطلب شغل عامل في منطقة فيها طبيعة تشعيع غير منتظم، أن يتعرض الجسم بأكمله ونخاع العظم الأحمر والرئة، وقد تعرض خلال سنة واحدة إلى الجرعات المكافئة الآتية:

- كل الجسم 10 ملي سيفرت.
- الرئة 100 ملي سيفرت.
- نخاع العظم الأحمر 150 ملي سيفرت.

احسب الجرعة المؤثرة المودعة.

(6) عود على بدء، افرض أن الأعضاء الآتية للعاملين تتعرض للتشعيع بمعزل خلال سنة كاملة، فاحسب حد الجرعة السنوي لكل عضو بمعادلة معامل الموازنة:

الثدي، نخاع العظم الأحمر، الرئة، الغدة الدرقية.

(7) اذكر الاختلافات الرئيسة بين المنطقة المتحكم فيها والمنطقة المراقبة.

(8) وضح الاعتبارات الرئيسة التي ينبغي تطبيقها في تعرض العاملين وأفراد المجتمع في الحوادث والطوارئ. لماذا يسمح أحيانًا في الحوادث للعاملين بتعرضات إشعاعية تزيد على حدود التعرضات المسموح بها خلال العمل المعتاد؟

obeikandl.com