



الأمم المتحدة

تقرير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري

الدورة السادسة والخمسون
(١٠-١٨ تموز/يوليه ٢٠٠٨)

الجمعية العامة
الوثائق الرسمية
الدورة الثالثة والستون
الملحق رقم ٤٦

الجمعية العامة
الوثائق الرسمية
الدورة الثالثة والستون
الملحق رقم ٤٦

تقرير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري

الدورة السادسة والخمسون
(١٠-١٨ تموز/يوليه ٢٠٠٨)



الأمم المتحدة • نيويورك، ٢٠٠٨

ملحوظة

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام. ويعني إيراد أحد هذه الرموز الإحالة إلى إحدى وثائق الأمم المتحدة.

المحتويات

الصفحة	الفصل
١	أولاً- مقدمة
١	ثانياً- مداولات لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذريّ النووي في دورتها السادسة والخمسين...
٣	ثالثاً- الخطة الاستراتيجية للجنة وبرنامج عملها
٤	رابعاً- التقرير العلمي
٩	ألف- مصادر التعرض الإشعاعي
٢٨	باء- حادثة تشيرنوبيل
٣٢	جيم- الآثار على الأحياء غير البشرية
	التذييلات
٣٥	الأول- قائمة بأعضاء الوفود الوطنية الذين حضروا دورات لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري من الخمسين إلى السادسة والخمسين التي أعدّ فيها تقرير اللجنة لسنة ٢٠٠٨
٣٧	الثاني- قائمة بأسماء الموظفين العلميين والخبراء الاستشاريين الذين تعاونوا مع لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في إعداد تقريرها لسنة ٢٠٠٨

أولاً - مقدمة

١ - يتعرض الإنسان للإشعاعات من مصادر مثل إجراءات التشخيص والعلاج الطبية؛ وإنتاج الأسلحة النووية واختبارها؛ والإشعاعات الخلفية الطبيعية؛ وتوليد الكهرباء باستخدام القدرة النووية؛ وحوادث مثلما وقع في تشيرنوبيل عام ١٩٨٦؛ والمهن التي تؤدي إلى كثرة التعرض لمصادر إشعاع من صنع الإنسان أو الطبيعة.

٢ - وتمثل ولاية لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري، منذ أن أنشأتها الجمعية العامة بقرارها ٩١٣ (د-١٠) المؤرخ ٣ كانون الأول/ديسمبر ١٩٥٥، في إجراء استعراضات عريضة النطاق لمصادر الإشعاعات المؤينة وآثار هذه الإشعاعات على صحة البشر وعلى البيئة. وعملاً بتلك الولاية، تستعرض اللجنة وتقيم بدقة حالات التعرض الإشعاعي على النطاق العالمي والإقليمي؛ وتُخضع للتقييم الأدلة القائمة على تأثير الإشعاع على الصحة في محيط الجماعات التي تعرضت له، ومنها ضحايا التفجيرات الذرية الذين نجوا من الموت في اليابان. كما تستعرض اللجنة أوجه التقدم الجارية في فهم الآليات الأحيائية التي يمكن من خلالها أن تتأثر الصحة أو البيئة بالإشعاعات. وتوفّر عمليات التقييم تلك الأساس العلمي الذي تستخدمه، الهيئات المعنية في منظومة الأمم المتحدة وجهات أخرى لوضع معايير دولية لحماية عموم الناس والعاملين في بعض المجالات من الإشعاعات المؤينة.^(١) وهذه المعايير بدورها متصلة بصكوك قانونية وتنظيمية هامة.

ثانياً - مداوالات لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في دورتها السادسة والخمسين

٣ - عقدت اللجنة دورتها السادسة والخمسين في فيينا من ١٠ إلى ١٨ تموز/يوليه ٢٠٠٨.^(٢) وتولى نورمان غينتير (كندا) وفولفغانغ فايس (ألمانيا) ومحمد أ. جمعة (مصر)

(١) تحظى معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة ولأمان مصادر الإشعاعات الآن برعاية مشتركة من جانب منظمة العمل الدولية ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية.

(٢) حضر الدورة ٥٦ للجنة أعضاء اللجنة ومسؤولو جهات الاتصال الرسمية في الاتحاد الروسي وأوكرانيا وبيلاروس المعنية بحادثة تشيرنوبيل ومراقبون عن إسبانيا، وأوكرانيا، وباكستان، وبيلاروس، وجمهورية كوريا، وفنلندا، ومراقبون عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الصحة العالمية، والوكالة الدولية للطاقة الذرية، والوكالة الدولية لبحوث السرطان، والمفوضية الأوروبية، واللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات، واللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الإشعاعية، والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي والاتحاد الدولي للإيكولوجيا الإشعاعية.

مناصب الرئيس ونائب الرئيس والمقرر، على التوالي. ومحضت اللجنة وأقرت للنشر خمسة مرفقات علمية كانت قد نظرت فيها لآخر مرة في دورتها الخامسة والخمسين (٢١-٢٥ أيار/مايو ٢٠٠٧) وفق ما أبلغت به الجمعية العامة في تقريرها الخاص بتلك الدورة.^(٣) وكانت اللجنة، كما أوردت في تقرير سابق،^(٤) تعترم في الأصل نشر تلك الوثائق بحلول عام ٢٠٠٥.

٤- وفيما يتعلق بالتقرير ذي المرفقات العملية الذي أُقر في عام ٢٠٠٦،^(٥) أعربت اللجنة عن خيبة أملها لأن المجلد الأول لم يكن قد نشر حتى تموز/يوليه ٢٠٠٨ ولأن المجلد الثاني لن ينشر، فيما يرجح، قبل كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٨، وذلك بالنظر إلى أن الدول الأعضاء وبعض المنظمات^(٦) تعتمد على المعلومات الواردة في هذا التقرير الذي ساهم فيه أعضاء اللجنة بخبرات ثمينة. ولاحظت اللجنة أن التأخير يعود في جانب منه إلى نقص الموظفين والافتقار إلى تمويل كاف مضمون يمكن التنبؤ به.

٥- ولاحظت اللجنة أن الجمعية العامة كانت قد ناشدت الأمين العام في قرارها ١٠٠/٦٢ المؤرخ ١٧ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٧ اتخاذ التدابير الإدارية المناسبة حتى تتمكن الأمانة من توفير خدمات كافية للجنة على نحو قابل للتنبؤ ومستدام، وطلبت إلى الأمين العام أن يقدم إلى الجمعية العامة تقريراً شاملاً موحداً في دورتها الثالثة والستين يُعد بالتشاور مع اللجنة عند الاقتضاء ويعالج الآثار المالية والإدارية التي ستترتب على زيادة عدد أعضاء اللجنة، وملاك موظفي الأمانة الفنية، والوسائل الكفيلة بتوفير تمويل كاف مضمون يمكن التنبؤ به. وطلب إلى الأمانة أن تيسر إدراج آراء اللجنة في تلك المسائل في تقرير الأمين العام.

٦- وقررت اللجنة عقد دورتها السابعة والخمسين في فيينا في الفترة من ٢٥ إلى ٢٩ أيار/مايو ٢٠٠٩.

(3) الوثائق الرسمية للجمعية العامة، الدورة الثانية والستون، الملحق رقم ٤٦ (A/62/46).

(4) المرجع نفسه، الدورة السادسة والخمسون، الملحق ٤٦ (A/56/46)، الفقرة ١٠.

(5) المرجع نفسه، الدورة الحادية والستون، الملحق ٤٦ (A/61/46)، الفقرة ٢.

(6) في الدورة العادية الحادية والخمسين، نوه المؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية في قراره GC(51)/RES/11 المعنون "تدابير تقوية التعاون الدولي في مجال الأمان النووي والأمان الإشعاعي وأمان النقل والتصرف في النفايات" بأن أمانة الوكالة قد بدأت تنقيح معايير الأمان الأساسية للوقاية من الإشعاعات المؤينة ولأمان المصادر الإشعاعية بالاشتراك مع جهات شاركت في تقديمها وأشار إلى تقرير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري الوارد في الوثائق الرسمية للجمعية العامة، الدورة الحادية والستون، الملحق رقم ٤٦ (A/61/46)؛ وحث أمانة الوكالة على التأنّي في دراسة أية تغييرات محتملة لمعايير الأمان الأساسية وعلى القيام بتبويرها مع الحرص على تساوقها مع تقرير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري وغيره.

ثالثاً- الخطة الاستراتيجية للجنة وبرنامج عملها

٧- وضعت اللجنة خطة استراتيجية^(٧) لتوفير رؤية واتجاه لجميع أنشطتها خلال الفترة ٢٠٠٩-٢٠١٣، ولتسهيل على الأمانة البرمجة بناء على النتائج، وللمساعدة في العمل على تدبير موارد كافية مضمونة يمكن التنبؤ بها، ولتحسين التخطيط والتنسيق فيما بين مختلف الأطراف المشاركة فيها.

٨- ورأت اللجنة أن هدفها الاستراتيجي المنشود في تلك الفترة هو زيادة الوعي وتعميق الفهم لدى السلطات والدوائر العلمية والمجتمع المدني بشأن مستويات الإشعاعات المؤينة والآثار المتصلة بها على الصحة والبيئة كأساس سليم للبت عن علم في المسائل المتعلقة بالإشعاعات.

٩- وتقرر أن تكون المواضيع ذات الأولوية في تلك الفترة التعريض الإشعاعي الطبي للمرضى، (تعريض المرضى للإشعاعات لأغراض طبية) والمستويات الإشعاعية وآثار إنتاج الطاقة، والتعرض لمصادر الإشعاع الطبيعية، وتحسين فهم آثار التعرض الإشعاعي المنخفض الجرعة.

١٠- وتوخت الخطة عدة تحولات استراتيجية لتلبية احتياجات الدول الأعضاء على نحو أفضل من بينها: (أ) تبسيط أعمال التقييم العلمي التي تنهض بها اللجنة بإعداد تقارير موجزة، لكنها واسعة النطاق، كل ٤ أو ٥ سنوات، عن مستويات التعرض الإشعاعي وآثارها، وإعداد تقارير خاصة تعالج المسائل المستجدة كلما دعت الحاجة؛ وإنشاء أفرقة خبراء دائمة للاضطلاع برصد المسائل المستجدة وشبكات من مراكز التفوق للمساعدة في تنفيذ الخطة الاستراتيجية؛ (ب) تعزيز آليات جمع البيانات وتحليلها ونشرها؛ (ج) تحسين أعمال التخطيط القائم على النتائج، بما يشمل تحسين التنسيق بين سائر الجهات صاحبة المصلحة لتنمية أوجه التآزر فيما بينها ولتجنب التنافر؛ (د) التوعية وتحسين سبل التواصل مع الجهات الخارجية بتعزيز موقع اللجنة الشبكي (الويب) ونشر النتائج بأشكال يسهل فهمها على صناع القرار والناس.

١١- ويُفترض، لتنفيذ الخطة الاستراتيجية، زيادة أعمال اللجنة فيما بين الدورات واتخاذ إجراءات لمعالجة قلق اللجنة من أن الاعتماد على وظيفة واحدة من الفئة الفنية في أمانتها قد غلّ من قدرتها بشدة وشكّل عقبة تحول دون كفاءة تنفيذ برنامج عملها المعتمد وكذلك

(7) يمكن طلب الاطلاع عليها من أمانة اللجنة.

لمعالجة السبل الكفيلة بتوفير تمويل كاف مضمون يمكن التنبؤ به على نحو ما طلبت الجمعية العامة في قرارها ١٠٠/٦٢.

١٢- وقررت اللجنة أن تشرع فوراً في القيام بما يلي من أجل برنامج عملها المقبل: تقييم مستويات الإشعاع الناشئة عن إنتاج الطاقة وآثارها على الصحة البشرية والبيئية؛ وجوانب عدم اليقين في تقدير مخاطر الإشعاعات؛ وتبعية الآثار الصحية الناتجة عن التعرض الإشعاعي (استجابة لما جاء في الفقرة ٦ في قرار الجمعية العامة ١٠٠/٦٢)؛ وتحديث منهجيتها في تقدير حالات التعرض الراجعة إلى التصريف من المنشآت النووية؛ وموجز بالآثار الإشعاعية؛ وتحسين جمع البيانات وتحليلها ونشرها. وتبعا لتوافر الموارد، يمكن البدء في أعمال أخرى تعالج مسائل الآثار الأحيائية لمصادر الانبعاثات الداخلية الرئيسية، والتعريض الإشعاعي الطبي للمرضى، والتعرض المعزز لمصادر الإشعاع الطبيعية بسبب الأنشطة البشرية، والإعلام وتنمية قاعدة معرفية بشأن مستويات الإشعاعات وآثارها. وقد خولت اللجنة الأمانة سلطة اتخاذ الإجراءات المناسبة لتنفيذ الخطة وبرنامج العمل المقبل.

رابعاً- التقرير العلمي

١٣- وُضع التقرير العلمي ومرفقاته على مدار الفترة من الدورة الخمسين للجنة إلى دورتها السادسة والخمسين بناءً على الوثائق المقدمة من الأمانة. وتولى مناصب الرئيس ونائب الرئيس والمقرر في كل من تلك الدورات الأشخاص الآتية أسماؤهم:

الدورة	الرئيس	نائب الرئيس	المقرر
الخمسون	ج. ليسشتاين (البرازيل)	ي. ساساكي (اليابان)	ر. تشاترجي (كندا)
الحادية والخمسون	ج. ليسشتاين (البرازيل)	ي. ساساكي (اليابان)	ر. تشاترجي (كندا)
الثانية والخمسون	ي. ساساكي (اليابان)	ر. تشاترجي (كندا)	ب. بيرنز (أستراليا)
الثالثة والخمسون	ي. ساساكي (اليابان)	ب. بيرنز (أستراليا)	ن. غينتير (كندا)
الرابعة والخمسون	ب. بيرنز (أستراليا)	ن. غينتير (كندا)	سي. شتريفر (ألمانيا)
الخامسة والخمسون	ب. بيرنز (أستراليا)	ن. غينتير (كندا)	ف. فايس (ألمانيا)
السادسة والخمسون	ن. غينتير (كندا)	ف. فايس (ألمانيا)	م. جمعة (مصر)

١٤- وترد في التذييل الأول أسماء أعضاء الوفود الوطنية الذين حضروا هذه الدورات. وتود اللجنة أن تقر بما أسهم به في مناقشاتها ممثلو الوكالات المتخصصة التابعة لمنظومة الأمم المتحدة وغيرها من المنظمات. كما تود أن تنوه بجهود مجموعة صغيرة من الخبراء الاستشاريين

(انظر التذييل الثاني) ساعدت في إعداد المادة. وقد أنيطت بمؤلاء الخبراء المسؤولية عن التقييم الأولي للمعلومات التقنية ذات الصلة التي استندت إليها مداولات اللجنة النهائية.

١٥- وقد طبقت اللجنة في عملها أحكاما علمية على المادة التي تراجعها وحرصت على اتخاذ موقف مستقل محايد في التوصل إلى استنتاجاتها. ووفق العرف المقرر، عرضت النتائج في هذا التقرير، أما المرفقات العلمية المؤيدة للنتائج فهي موجهة إلى الدوائر العلمية وسوف تصدر على حدة ضمن منشورات الأمم المتحدة المعدة للبيع.

لمحة عامة

١٦- منذ أن وجد الإنسان على ظهر الأرض، وهو يتعرض لإشعاعات مؤيئة من مصادر طبيعية، ولكن ضرب التعرض قد يتغير تبعا لنشاطه. وإلى جانب ذلك، ظهرت على مدار القرن الماضي أو نحو ذلك مصادر جديدة للتعرض من صنع. ووضعت اللجنة آخر تقديراتها لمستويات التعرض الإشعاعي واتجاهاته في تقريرها لسنة ٢٠٠٠.^(٨) ويحدث هذا التقرير تلك التقديرات ويتوسع فيها، ويورد الجدول الأول ملخصا للقيم المحدثة لمتوسط الجرعات السنوية ونطاقات التعرض من كافة المصادر.^(٩)

١٧- والمصادر الطبيعية الرئيسية للتعرض هي الأشعة الكونية والنويدات المشعة الطبيعية الموجودة في التربة والصخور. ويزداد بشدة مستوى التعرض للأشعة الكونية في الارتفاعات العليا (ارتفاعات التطواف) لتحليق الطائرات النفاثة عما هو عليه على سطح الأرض. وتختلف نسبة التعرض الخارجي بسبب النويدات المشعة الطبيعية اختلافا كبيرا من مكان إلى آخر - بما قد يصل إلى مائة ضعف للمتوسط. ومن النويدات المشعة الهامة الرادون، وهو غاز ينشأ عن اضمحلال اليورانيوم الطبيعي في التربة ويتسرب داخل البيوت. وتختلف مستويات التعرض الناشئ عن استنشاق الرادون بالنسبة للبشر الذين يعيشون ويعملون في أماكن مغلقة اختلافا هائلا تبعا لجيولوجية المنطقة وهيكل البناء وأسلوب حياة الأسرة؛ ويمثل هذا النمط من التعرض مقدار النصف تقريبا من متوسط تعرض الإنسان للإشعاعات الناشئة من مصادر طبيعية.

(8) الوثائق الرسمية للجمعية العامة، الدورة الخامسة والخمسون، الملحق رقم ٤٦ (A/55/46).

(9) انظر الفقرة ٢٦ فيما يلي للاطلاع على مناقشة لمفهوم الجرعة الإشعاعية.

الجدول ١
متوسط الجرعات السنوي ونطاقات الجرعات الفردية من الإشعاعات المؤينة حسب المصدر
(بالمليسيغرت^(أ))

المصدر أو النمط	المتوسط السنوي للجرعة (على نطاق العالم)	النطاق المعتاد للجرعات الفردية	تعليقات
مصادر التعرض الطبيعية			
الاستنشاق (غاز الرادون)	١,٢٦	٠,٢-١٠	أشد ارتفاعا في بعض المساكن
التعرض الأرضي الخارجي	٠,٤٨	٠,٣-١	مرتفع في بعض المواضع.
الابتلاع	٠,٢٩	٠,٢-١	
الأشعة الكونية	٠,٣٩	٠,٣-١	يزداد مع الارتفاع.
المجموع بالنسبة للمصادر الطبيعية	٢,٤	١-١٣	تتعرض مجموعات كبيرة من السكان إلى ما يتراوح بين ١٠ و ٢٠ مليسيغرت.
مصادر التعرض الاصطناعية			
التشخيص الطبي (وليس العلاج)	٠,٦	من صفر إلى بضع عشرات	تختلف المتوسطات باختلاف مستويات الرعاية الصحية من ٠,٠٣ إلى ٢ مليسيغرت؛ ويرتفع المتوسط في بعض البلدان عن متوسط التعرض من المصادر الطبيعية؛ وتتوقف الجرعات الفردية على الفحوص المحددة.
الاختبارات النووية في الغلاف الجوي	٠,٠٠٥	ما زالت بعض الجرعات أعلى في المناطق المحيطة بمواقع الاختبارات	انخفض المتوسط من ذروته التي بلغها في عام ١٩٦٣ عندما وصل إلى ٠,١١ مليسيغرت.
تعرض مهني	٠,٠٠٥	صفر-٢٠	متوسط الجرعة بالنسبة لجميع العاملين هي ٠,٧ مليسيغرت. ومرجع معظم نسبة متوسط الجرعات ومعظم التعرضات المرتفعة هو الإشعاعات الطبيعية (خاصة الرادون في المناجم).
حادثة تشيرنوبيل	٠,٠٠٢ ^(ب)	كان متوسط الجرعة التي تعرض لها أكثر من ٣٠٠.٠٠٠ عامل إنقاذ في عام ١٩٨٦ حوالي ١٥٠ مليسيغرت وتعرض أكثر من ٣٥٠.٠٠٠ من الأفراد الآخرين إلى جرعات تزيد على ١٠ مليسيغرت.	انخفض المتوسط في نصف الكرة الأرضية الشمالي عن الحد الأقصى الذي بلغه في عام ١٩٨٦، وهو ٠,٠٤ مليسيغرت كانت الجرعات الدرقية أعلى بكثير.
دورة الوقود النووي (التعرض العام)	٠,٠٠٢ ^(ب)	قد تصل الجرعات إلى ٠,٠٢ من المليسيغرت بالنسبة للفئات الحرجة الموجودة على بعد كيلو متر من بعض مواقع المفاعلات النووية.	
المجموع بالنسبة للمصادر الاصطناعية	٠,٦	من صفر أساسا إلى بضع عشرات	تعتمد الجرعات الفردية في المقام الأول على العلاج الطبي والتعرض المهني والقرب من موقع الاختبار أو الحادث.

(أ) وحدة قياس الجرعة الفعالة.

(ب) النويدات المشتتة عالميا. تمثل القيمة النسوية لدورة الوقود النووي الحد الأقصى للجرعة السنوية للفرد الواحد من عموم الناس في المستقبل بافتراض بقاء الممارسة الحالية لمدة ١٠٠ عام، وهي مستمدة أساسا من النويدات العمرة المشتتة عالميا التي تتحرر خلال إعادة تجهيز الوقود النووي أو تشغيل محطات توليد الكهرباء بالطاقة النووية.

١٨- وأخضعت اللجنة للتقييم ضروب التعرض الإشعاعي الإضافية التي استحدثتها الأنشطة العسكرية والسلمية. وقد أجريت تفجيرات تجريبية نووية في الغلاف الجوي في عدد من الأماكن، معظمها في النصف الشمالي للكرة الأرضية، وبلغت التجارب ذروة نشاطها في الفترتين ١٩٥٢-١٩٥٨ و ١٩٦١-١٩٦٢. ويمثل الغبار المشع المتخلف عن التجارب التي أجريت في الغلاف الجوي مصدرا للتعرض المستمر حتى اليوم، وإن كان بمستويات بالغة الضآلة. وهناك توجس من عودة السكان إلى المناطق التي أجريت فيها اختبارات نووية بسبب كثرة المخلفات المشعة في بعضها. كما أن السكان الذين يعيشون بالقرب من أماكن إنتاج المواد والأسلحة النووية معرضون كذلك للإشعاعات والاستخدام العسكري لليورانيوم المستنفد، ولا سيما لصنع القذائف الحارقة للدروع، مثير للقلق لما يخلفه من تلوث؛ ومع هذا، فمستويات التعرض الإشعاعي لا تكاد تذكر بوجه عام.

١٩- ويطغى التعرض الطبي على غيره من أشكال الاستخدام السلمي للإشعاعات بشدة. وهو طوعي في كل حالاته تقريبا، وذو نفع مباشر لمن يخضع له. وبغض النظر عن مستوى الرعاية الصحية في البلد، فإن الاستخدامات الطبية للإشعاعات ما برحت تتزايد مع تطور تقنياتها وانتشارها على نطاق واسع، حيث يُجرى حوالي ٣,٦ بلايين فحص بالأشعة في مختلف أرجاء العالم كل سنة. وفي البلدان التي ترتفع فيها مستويات الرعاية الصحية، بات التعرض الناشئ عن الاستخدامات الطبية يناهز الآن في المتوسط ٨٠ في المائة من مقدار التعرض الناشئ عن مصادر طبيعية.

٢٠- وقد تزايد باطراد توليد الطاقة الكهربائية من المحطات النووية منذ عام ١٩٥٦. وتتألف دورة الوقود النووي من: استخراج اليورانيوم الخام وطحنه؛ صنع الوقود؛ توليد الطاقة في المفاعل النووي؛ تخزين الوقود المشع أو إعادة تجهيزه؛ تخزين المخلفات المشعة والتخلص منها. وتختلف الجرعات التي يتعرض لها الناس اختلافا كبيرا باختلاف نوع المنشأة، ولكنها بوجه عام صغيرة وتقل بصورة ملحوظة كلما ابتعدت المسافة عن المنشأة. والجرعات التي يحصل عليها السكان من المنشأة على الصعيدين المحلي والإقليمي في تناقص مع الزمن بانخفاض مستويات التصريف من المفاعلات.

٢١- وفي مجال التعرض المهني، كان الاهتمام ينصرف بصورة تقليدية إلى المصادر الاصطناعية، ولكن بات من المسلم الآن أن عددا كبيرا جدا من العمال يتعرضون لإشعاعات ناشئة عن مصادر طبيعية. وقد تراجعت مستويات التعرض المهني في محطات توليد الكهرباء التجارية التي تستخدم الطاقة النووية تراجعا مطردا على مدار العقود الثلاثة الماضية، وإن اختلف مستوى التراجع اختلافا كبيرا باختلاف نوع المفاعل. والتقديرات الخاصة بدورة

الوقود النووي هي بوجه عام أسلم وأشمل من التقديرات المتعلقة بالاستخدامات الأخرى للإشعاعات. أما أعمال الرصد والإبلاغ في مجال التعرض المهني في القطاعين الطبي والصناعي فهي في المقابل أقل شمولاً. وفي حين أن متوسط الجرعة التي يحصل عليها العمال في جميع الفئات المهنية تراجع تراجعاً كبيراً على مدار العقدین الماضیین، فإن التعرضات المهنية من المصادر الطبيعية لم تكند تتغير.

٢٢- وقد وقع عدد بسيط من الحوادث لأسباب تتصل بدورة الوقود النووي واستقطب الكثير من الأضواء. ومع هذا، فقد وقع أكثر من ١٠٠ حادث نتيجة مصادر صناعية وطبية، ولا سيما في حالة ما يسمى بالمصادر "اليتيمة" (أي المصادر التي لا تخضع لمراقبة منظمة)، وتسببت هذه الحوادث في وقوع إصابات بين العمال وغيرهم من الناس. وقد تقع حوادث أيضاً أثناء الاستخدامات الطبية للإشعاعات، وعادة ما تنطوي على خطأ بشري أو آلي في العلاج الإشعاعي. ومن المعروف أن الحوادث التي من أسبابها مصادر يتيمة واستخدامات طبية للإشعاعات أخذت تتزايد حتى بات من المرجح أن الأرقام الحالية تقدم تقديرات أدنى مما هو في الواقع، ربما بكثير، بسبب قلة الإبلاغ عن تلك الحوادث.

٢٣- وكانت حادثة تشيرنوبيل التي وقعت في عام ١٩٨٦ في محطة توليد الكهرباء بالطاقة النووية في تلك المنطقة أفدح حادثة في تاريخ القدرة النووية المدنية، حيث توفي اثنان من العمال في أعقابها مباشرة، وأصيب ١٣٤ من موظفي المحطة وأفراد فرق الطوارئ. بمتلازمة إشعاعية حادة تسببت في وفاة ٢٨ منهم. وقد شارك فيما بعد في عمليات إصلاح الأضرار بضع مئات الألوف من العمال، وورد ما يفيد بتزايد الإصابة بسرطان الدم والمياه الزرقاء (اعتماد عدسة العين) بين من تعرضوا لأشد الجرعات الإشعاعية في عامي ١٩٨٦ و١٩٨٧. ولا توجد أية أدلة أخرى ثابتة على وجود آثار صحية أخرى متصلة بالإشعاعات حتى الآن. وقد رسبت السحابة المشعة التي خلفها الحادث كما ضخمها من المواد المشعة على مناطق واسعة من الاتحاد السوفييتي السابق وأجزاء أخرى من أوروبا، مما أدى إلى تلوث الأرض والمياه والحياة النباتية والحيوانية، ومما سبب بالأخص أضراراً اجتماعية واقتصادية خطيرة خطورة بالغة لقطاعات واسعة من السكان في البلدان المعروفة الآن بالاتحاد الروسي وأوكرانيا وبيلاروس. ومن بين السكان الذين كانوا في سن الطفولة أو المراهقة في المناطق المنكوبة في الاتحاد السوفييتي السابق في عام ١٩٨٦، أفيد بإصابة أكثر من ٦٠٠٠ شخص بسرطان الغدة الدرقية منذ ذلك الحين (لم تؤد هذه الإصابات إلا إلى عدد قليل من الوفيات حتى الآن)، ويمكن أن تُعزى نسبة كبيرة من تلك الحالات إلى شرب حليب ملوث بنويدات قصيرة العمر من اليود ١٣١. كما تعرض عموم

السكان، على مدى زمني أبعد، إلى إشعاعات (من نوع مزمن منخفض المستوى)، ولكن لم تظهر أدلة ثابتة بعد تشير إلى أي تأثير إشعاعي آخر على صحتهم.

٢٤- وقيمت اللجنة في تقريرها لعام ١٩٩٦ مستويات التعرض التي لا يرجح فيما هو دونها حدوث تأثيرات على الكائنات الحية من غير البشر. وأعادت اللجنة منذ ذلك الحين النظر في نهج تقييم الجرعات الإشعاعية على الأنواع الأخرى من الكائنات من غير البشر مع المعلومات العلمية الجديدة عن التأثيرات الأحيائية الإشعاعية على النباتات والحيوانات (ولا سيما المعلومات المستمدة من المتابعة المستمرة للعواقب البيئية لحادثة تشيرنوبيل). ولم يسفر ذلك الاستعراض عن التوصل إلى أي دليل يؤيد تغيير الاستنتاجات الواردة في تقرير عام ١٩٩٦ والتي رأت أنه من غير المنتظر حدوث أي تأثيرات على الكائنات الحية الأكثر تعرضا للإشعاعات في حدود في مستويات الجرعة الزمنية التي تقل عن ١، ٠، ١ مليغراي/في الساعة أو الجرعات الحادة التي تقل عن ١ غراي.

ألف- مصادر التعرض الإشعاعي

٢٥- كل مادة مؤلفة من ذرات، وبعض الذرات مستقر طبيعيا وبعضها الآخر غير مستقر. والنشاط الإشعاعي ظاهرة طبيعية تحدث عندما تتحول ذرة نواتها غير مستقرة تحولا تلقائيا فتحرر طاقة في صورة إشعاع مؤين. وهذه العناصر غير المستقرة معروفة باسم النويدات المشعة ولها نشاط إشعاعي. وقد يأخذ الإشعاع المحرر شكل جسيمات (من بينها إلكترونات ونيوترونات وجسيمات ألفا) أو إشعاع غاما الكهرومغناطيسي أو الأشعة السينية، كل بمقدار مختلف من الطاقة. ويمكن أيضا توليد الإشعاع صناعيا بآلات.

٢٦- وعندما يتخلل الإشعاع المؤين المادة، بما في ذلك الأنسجة الحية، يودع طاقة تحدث في نهاية المطاف عمليات تأيين وإثارة فيها. وكم الطاقة المودعة المقسوم على كتلة الأنسجة المعرضة معروف اصطلاحا باسم الجرعة الممتصة وعادة ما يقاس بوحدات المليغراي. ويتصل التلف الأحيائي الناشئ عن الإشعاعات بمقدار الطاقة المودعة، ولكن لكي نقدر التأثير الأحيائي الممكن، ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن تأثير الإشعاعات الأحيائي بالنسبة للكم الواحد من الطاقة المودعة يختلف باختلاف نوع الإشعاع وأن رد فعل الأنسجة يختلف أيضا من نسيج إلى آخر. ويُستخدم كم مرجح يعرف بالجرعة الفعالة في مجال الحماية من الإشعاع، وهذه الجرعة أشيع مؤشر مستخدم للتأثيرات الأحيائية التي يحتمل أن تحدث للأفراد من جرّاء التعرض للإشعاع المؤين. وعادة ما تُقاس الجرعة الفعالة (أو مجرد الجرعة في هذه الوثيقة) بالمليسيغرت. ويُعرف اصطلاحا إجمالي كم الإشعاعات التي تتعرض لها مجموعة من الناس بالجرعة الجماعية

ويُقاس هذا الإجمالي بالمان سيفرت. ومما يُذكر، كأساس مرجعي يستخدم في المقارنات اللاحقة، أن المتوسط العالمي السنوي للجرعة للفرد الواحد من الإشعاعات الخلفية الطبيعية هو ٢,٤ ملّيسيفرت بينما الجرعة الجماعية السنوية المقابلة لسكان العالم من الإشعاعات الخلفية الطبيعية هي حوالي ١٦ مليون مان سيفرت.

١- المصادر الطبيعية

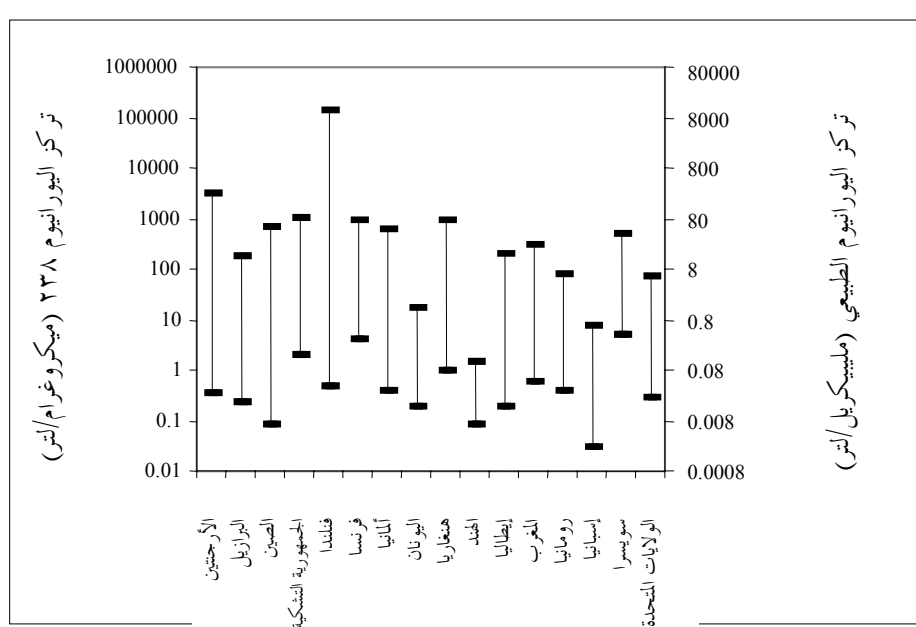
٢٧- يمثل التعرض للإشعاعات الخلفية الطبيعية بالنسبة لمعظم الأفراد الشطر الأكبر من كم تعرضهم الإشعاعي الإجمالي. ورغم أن مصادر الإشعاع طبيعية، فإن التعرض له يتأثر بأنشطة بشرية، وأبسط مثال لها العيش في مسكن. فمواد البناء توفر حاجزا يصد الإشعاع المتأتي من الأرض، لكنها قد تحتوي هي نفسها على نويدات مشعة تزيد من التعرض. وعلاوة على ذلك، قد يصبح المبني نفسه مصيدة لغاز الرادون وبذلك يزيد من جوانب التعرض له في مقابل جوانب التعرض الموجودة في الهواء الطلق.

٢٨- ويخفف الغلاف الجوي للأرض من تأثير الأشعة الكونية (أي الأشعة الناشئة في الفضاء الخارجي) تخفيفاً شديداً؛ وهي تساهم عند مستوى البحر بحوالي ١٥ في المائة من الجرعة الإجمالية المتأتية من مصادر الإشعاعات الطبيعية. غير أنها تمثل المصدر الطاعني للإشعاعات في الارتفاعات العليا ولا سيما في الفضاء الخارجي. ومتوسط مقدار الجرعة هو ٠,٠٠٣-٠,٠٠٨ ملّيسيفرت/في الساعة في ارتفاعات التطويق للطيران التجاري، أي أكثر تقريبا مائة مرة من متوسطها عند مستوى البحر.

٢٩- وكل شيء في الأرض وعليها يحتوي على نويدات مشعة. وتنبعث إشعاعات مما يعرف بالنويدات المشعة الأولية في الأرض (البوتاسيوم-٤٠ واليورانيوم-٢٣٨ والثوريوم-٢٣٢) مع النويدات المشعة التي تنحل إليها تلك العناصر في اضمحلالها. وتختلف تقديرات التعرض الخارجي^(١٠) اختلافاً كبيراً من مكان إلى آخر حيث توجد في بعض الأماكن المحددة تراكيز عالية من النويدات المشعة إلى حد أن مقدار الجرعة قد يزيد على متوسط القيمة العالمية بمائة مرة. وهذه النويدات، وكذلك بعض النويدات التي تتشكل بتفاعل الأشعة الكونية مع الغلاف الجوي للأرض، موجودة أيضاً في الطعام والشراب ومن ثم فهي تدخل الجسم. والتركيزات البيئية للنويدات الطبيعية متفاوتة تفاوتاً كبيراً (انظر الشكل الأول). ومعظم الجرعة المتأتية من هذا التعرض الداخلي^(١١) مرجعها البوتاسيوم-٤٠.

(10) يقصد بالتعرض الخارجي تعرض الجسم لإشعاعات تنشأ من مصدر خارجه، بينما يقصد بالتعرض الداخلي التعرض لإشعاعات تنشأ من المواد المشعة الموجودة داخله.

الشكل الأول
تغيرية تركيزات اليورانيوم الطبيعي المرصودة في مياه الشرب



ملحوظة: تعبر الخطوط الرأسية عن نطاق القيم المرصودة في البلد. ويلاحظ أن المقاييس على المحورين الرأسين تتزايد بمعامل ١٠.

٣٠- ومن النويدات المشعة التي تنتج عن سلسلة اضمحلال اليورانيوم ٢٣٨ الرادون ٢٢٢ (أو "الرادون" فحسب). وهذا الغاز مكون عادي من مكونات غاز التربة ويتسرب إلى داخل الأبنية. وعندما يُستنشق الرادون، تبقى في الرئة بعض من نواتج انحلاله القصيرة العمر وتشع الخلايا الموجودة في القصبة الهوائية. وتتغير مستويات الرادون تغيراً كبيراً تبعاً للتركيب الجيولوجي لباطن التربة المحلية ولعوامل أخرى مثل نفاذية التربة وهيكل البناء والمناخ وأسلوب المعيشة للأسرة. وقد نفذت برامج قياس واسعة للغاية واستخدمت أساساً لتنفيذ تدابير لإنقاذ تركيزات الرادون في الأماكن المغلقة. والرادون مسؤول عن حوالي نصف متوسط معدل التعرض للمصادر الطبيعية للإشعاع.

٣١- ويورد الجدول ١ تقديرات المتوسط السنوي والجرعات الفردية الناشئة من التعرض لجميع المصادر الطبيعية للإشعاع.

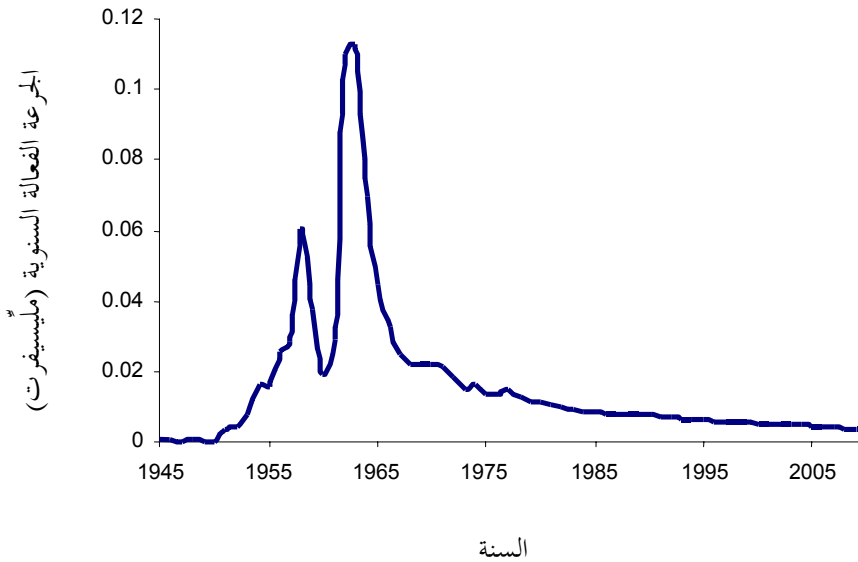
٢- المصادر الاصطناعية

(أ) التعرضات الناشئة عن الأنشطة العسكرية

٣٢- أُجريت تفجيرات اختبارية نووية في الغلاف الجوي في عدد من المواقع، معظمها في نصف الكرة الأرضية الشمالي، فيما بين عامي ١٩٤٥ و ١٩٨٠. وكانت أنشط الفترات في إجراء الاختبارات الفترة ١٩٥٢-١٩٥٨ والفترة ١٩٦١-١٩٦٢، وبلغ عدد الاختبارات في مجموعها ٥٠٢ تجربة تعادل في مجموع قوة انفجارها ٤٣٤ ميغاطن من مادة التراينيتروتولوين. (تي ان تي) وقُدِّر أن الجرعة الفعالة السنوية من الإشعاعات المؤيَّنة للفرد الواحد المتأثية من الغبار المتخلف في العالم عن اختبارات الأسلحة النووية في الغلاف الجوي بلغت أشدها في عام ١٩٦٣ حيث وصلت إلى ٠,١١ مليسيفرت، ثم تراجعت بعدها إلى حوالي ٠,٠٠٥ مليسيفرت وهو مستواها في الوقت الراهن (انظر الشكل الثاني). والمآل الوحيد لمصدر التعرض هذا هو أن يضمحل اضمحلالا بطيئا جدا في المستقبل حيث إنه يرجع في معظمه الآن إلى نويدات مشعة معمرة من الكربون ١٤.

الشكل الثاني

تقديرات الجرعة الفعالة السنوية للفرد الواحد على نطاق العالم الناشئة عن اختبارات القنابل الذرية في الفترة ١٩٤٥-٢٠٠٥



٣٣- كما يتعرض سكان المناطق القريبة من مواقع الاختبارات إلى تساقط غبار محلي. ونظرا إلى اختلاف المواقع وخصائص الاختبارات اختلافا بيننا، فلا يمكن تقدير الجرعات إلا في كل حالة على حدة وبعد دراسات مفصلة في كل موقع. وقد أجريت الكثير من هذه الدراسات في أواخر التسعينات من القرن العشرين ومطلع العقد التالي لها وما زالت مستمرة. ومن الواضح أن بعض السكان الذين كانوا يعيشون بالقرب من تلك المواقع وقت الاختبارات قد تلقوا جرعات كبيرة للغاية. ويوجد في الوقت الراهن ما يدعو للقلق بشأن إعادة استخدام مواقع الاختبارات النووية لأن المخلفات المشعة في بعض من تلك البيئات ربما كانت كبيرة.

٣٤- وفي أعقاب التوقيع على معاهدة حظر تجارب الأسلحة النووية في الجو وفي الفضاء الخارجي وتحت سطح الماء لسنة ١٩٦٣،^(١١) ظلت تجرى اختبارات كان عددها يصل في العادة إلى ٥٠ اختبارا أو أكثر في السنة في الفترة من ١٩٦٢ إلى ١٩٩٠؛ كما أجري عدد قليل من التجارب في الفترة التالية على ذلك. والقوة التفجيرية لمعظم الاختبارات التي تجرى في باطن الأرض أقل بكثير منها في اختبارات الغلاف الجوي، ويحتوى في العادة أيضا الحطام المشع الناشئ عنها ما لم تنشق أو تتسرب إلى سطح الأرض غازات تختلط مع الهواء الجوي. وأنتجت الاختبارات كمية كبيرة جدا من المخلفات المشعة؛ وإن كان من غير المتوقع أن يتعرض الناس إلى إشعاعات منها لأنها موجودة في أعماق باطن الأرض وملتحمة التحاما أساسيا بالصخور المحيطة.

٣٥- وإلى جانب اختبارات الأسلحة نفسها، فإن منشآت إنتاج المواد النووية وتصنيع الأسلحة النووية مصدر آخر لإطلاق النويدات المشعة يعرض السكان المحليين للإشعاعات.

٣٦- واليورانيوم المستنفذ من المنتجات الفرعية لعملية تخصيب (إثراء) اليورانيوم، وهو أقل إشعاعا من اليورانيوم الطبيعي، ولكن أخطر خصائصه هي سميته الكيميائية. واحتمالات التعرض لإشعاعات منه لا تكاد تذكر إلا في حالات قليلة محددة (مثل التعامل معه لفترات طويلة).

(ب) التعرضات الناشئة عن الأنشطة السلمية

٦٠ التعرض الإشعاعي للمرضى

٣٧- يجري تعريض المرضى لإشعاعات مؤينة في مجالات التشخيص الإشعاعي والطب النووي والعلاج الإشعاعي. وقد أجرت اللجنة دراسة استقصائية للتعريضات الطبية بشأن الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧. ولكن بياناتها يشوبها شيء من القصور لأن أغلبية الردود جاءت من بلدان متقدمة نسبيا في

(11) الأمم المتحدة، مجموعة المعاهدات، المجلد ٤٨٠، الرقم ٦٩٦٤.

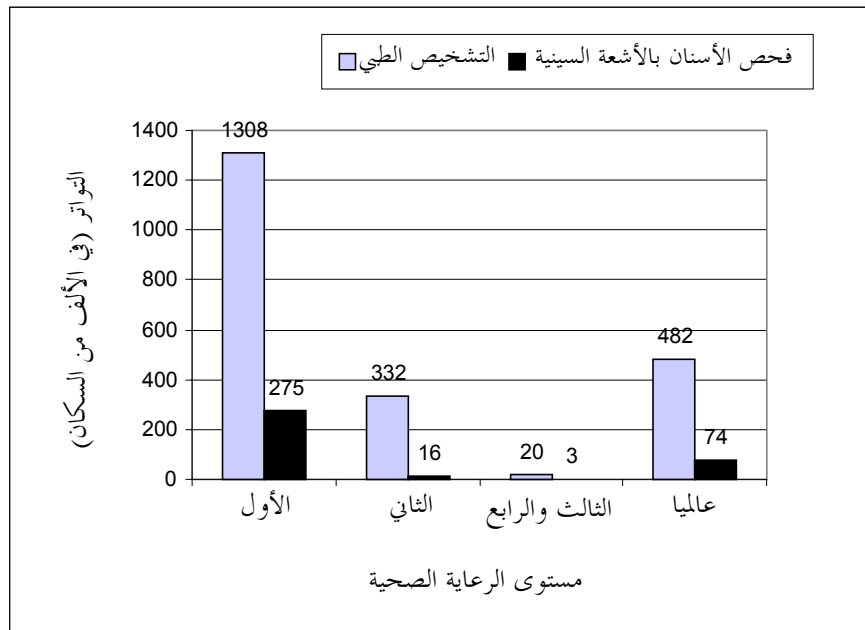
مرتبة النمو. كما أن إجراء مقارنات صريحة بين الجرعات الناشئة عن التعريض الطبي والجرعات الناشئة عن مصادر أخرى غير سليم، لأن المرضى يحصلون على فائدة مباشرة من التعريض للأشعة، فضلا عن أنهم ربما كانوا أشد علة أو أسن من غيرهم من عموم السكان. والواقع أن زيادة التعريض الطبي مرتبطة في الأرجح بزيادة الخدمات الصحية التي يحصل عليها السكان.

التعريض الطبي التشخيصي

٣٨- منذ الدراسة الاستقصائية السابقة (التي تغطي الفترة ١٩٩١-١٩٩٦)، قدر أن مجموع عدد الفحوص الطبية التشخيصية (في مجالي الطب البشري وطب الأسنان على السواء) قد ارتفع من ٢,٤ بليون إلى ٣,٦ بلايين - أي بنسبة زيادة قدرها ٥٠ في المائة تقريبا. وعلى غرار التقارير السابقة للجنة العلمية، جُمعت البيانات وفقا لمستوى الرعاية الصحية في البلد (الأول، الثاني، الثالث، الرابع - حيث الأول هو الأعلى والرابع هو الأدنى - بناء على عدد الأطباء بالنسبة لعدد السكان). ويظهر الشكل الثالث التواتر السنوي للفحوص الطبية بالأشعة السينية حسب مستوى الرعاية الصحية في الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧. وهذه الفحوص، كما يظهر الشكل، أشد تواترا بأكثر من ٦٥ مرة في بلدان المستوى الأول (التي يعيش بها ٢٤ في المائة من سكان العالم) منها في بلدان المستويين الثالث والرابع (التي يعيش فيها ٢٧ في المائة من سكان العالم). والخلل الواسع في التوازن في توفير الرعاية الصحية مجسد أيضا في مدى توافر معدات الأشعة السينية والأطباء.

الشكل الثالث

متوسط التواتر السنوي للفحوص الطبية التشخيصية وفحوص الأسنان بالأشعة السينية حسب المستوى الصحي في الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧



٣٩- يظهر الجدول ٢ الاتجاهات في استخدام الإشعاعات للتشخيص وما يقترن بها من تعرضات.

الجدول ٢

اتجاهات التعرض الإشعاعي الناشئ عن الفحوص الإشعاعية التشخيصية

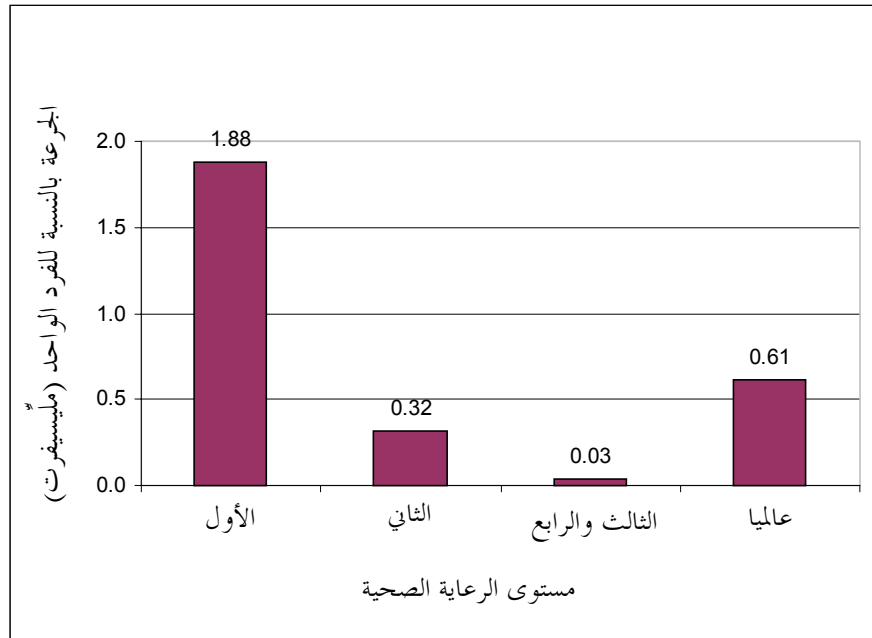
سنة تقرير اللجنة الذي حللت فيه بيانات الدراسات الاستقصائية	عدد الفحوص (مليون)	الجرعة الفعالة الجماعية (مان سيفرت)	الجرعة السنوية بالنسبة للفرد الواحد (مليسييفرت)
١٩٨٨	١ ٣٨٠	١ ٨٠٠ ٠٠٠	٠,٣٥
١٩٩٣	١ ٦٠٠	١ ٦٠٠ ٠٠٠	٠,٣
٢٠٠٠	١ ٩١٠	٢ ٣٠٠ ٠٠٠	٠,٤
٢٠٠٨	٣ ١٠٠	٤ ٠٠٠ ٠٠٠	٠,٦

٤٠- وفي إطار ذلك الاتجاه، يشهد الكثير من البلدان نمواً بالغ السرعة في عدد الإجراءات العلاجية السنوية والمنفذة، وبالتبعية، زيادة ملحوظة في الجرعات الجماعية بفعل التكنولوجيا الجديدة التي تستخدم جرعات مرتفعة من الأشعة السينية (وبالأخص الأشعة المقطعية)، مما أحدث في عدة بلدان للمرة الأولى في تاريخها حالة زادت فيها الجرعة الجماعية السنوية والجرعة السنوية للفرد من الإشعاعات المؤينة المتأتية من استخدام الأشعة لتشخيص الأمراض بحيث فاقنا نظيرتيهما المتأتيتين من أكبر مصدر سابق للتعرض الإشعاعي (الإشعاعات الخلفية الطبيعية).

٤١- ومنذ آخر دراسة استقصائية حللتها اللجنة، قدر أن الجرعة الفعالة الجماعية الإجمالية الناشئة عن الفحوص التشخيصية الطبية قد زادت بمقدار ١,٧ مليون مان سيفرت من حوالي ٢,٣ مليون مان سيفرت إلى حوالي ٤ ملايين مان سيفرت، أي بزيادة قدرها تقريباً ٧٠ في المائة. ويظهر الشكل الرابع متوسط الجرعة الإشعاعية الفعالة السنوي للفرد الواحد حسب مختلف مستويات الرعاية الصحية وبالنسبة لسكان العالم بسبب فحوص الأشعة السينية التشخيصية وفحوص الأسنان بالأشعة السينية.

الشكل الرابع

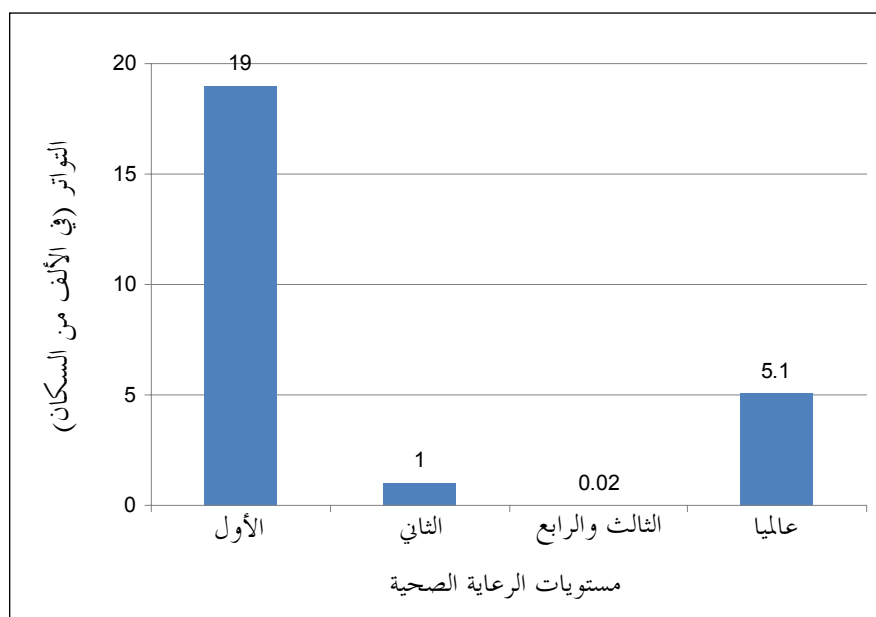
متوسط الجرعة الفعالة السنوي من الإشعاعات المؤينة للفرد الواحد بسبب الفحوص
التشخيصية وفحوص الأسنان بالأشعة السينية بالنسبة لكل مستوى من مستويات الرعاية
الصحية في الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧



الطب النووي

٤٢- يُجرى ما يقدر بـ ٣٢,٧ مليون فحص طبي نووي تشخيصي سنويا في الوقت الراهن في شتى أرجاء العالم، مما يمثل زيادة قدرها ٠,٢ مليون فحص سنويا أو أقل من ١ في المائة منذ الدراسة الاستقصائية الخاصة بالفترة ١٩٩١-١٩٩٦. وعلى مدار تلك الفترة، زادت الجرعة الفعالة الجماعية بسبب فحوص الطب النووي من ١٥٠.٠٠٠ مان سيفرت إلى ٢٠٢.٠٠٠ مان سيفرت، وهي زيادة قدرها ٥٢.٠٠٠ مان سيفرت أو حوالي ٣٥ في المائة. ويحصل السكان في بلدان المستوى الأول من مستويات الرعاية الصحية على حوالي ٩٠ في المائة من جميع فحوص الطب النووي. ويقدم الشكل السادس عرضا موجزا لمقدار التواتر السنوي في الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧ لفحوص الطب النووي التشخيصية حسب كل مستوى من مستويات الرعاية الصحية.

الشكل الخامس
التواتر السنوي لفحوص الطب النووي التشخيصية حسب مستوى الرعاية الصحية
في الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧



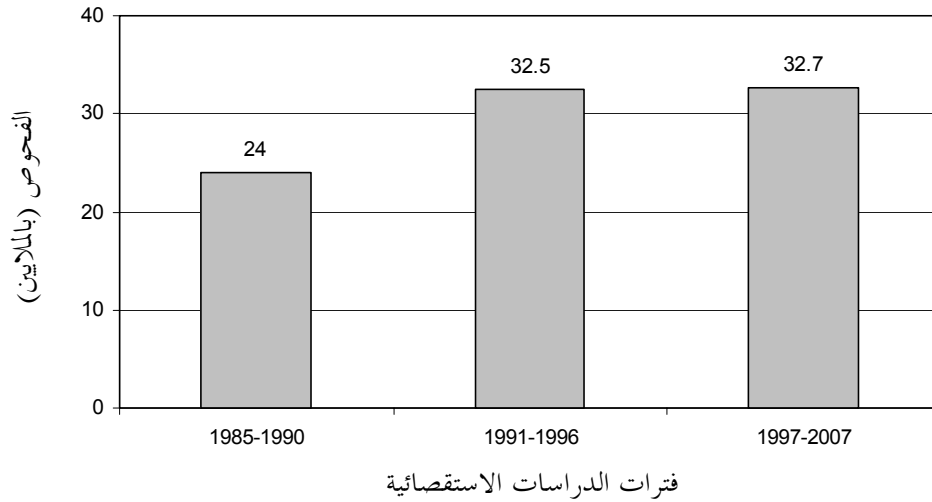
٤٣- وزاد العدد المقدر لفحوص الطب النووي التشخيصية التي تجري سنويا على مدار فترات الدراسات الاستقصائية السابقة الثلاث (١٩٨٥-١٩٩٠، ١٩٩١-١٩٩٦، ١٩٩٧-٢٠٠٧)، كما هو موضح في الشكل السادس.

العلاج الإشعاعي

٤٤- يوضح الجدول ٣ البيانات السنوية المقدرة لأشيع أنواع العلاج الإشعاعي خلال الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧ بالنسبة لكل مستوى من مستويات الرعاية الصحية. وتحصل البلدان من المستوى الأول، كما هو موضح في الجدول، على حوالي ٧٠ في المائة من جميع ضروب العلاج الإشعاعي. وقدر أنه فيما بين عامي ١٩٩٧ و٢٠٠٧ أجريت ٥,١ ملايين دورة علاجية من دورات العلاج الإشعاعي، بما يمثل زيادة عن عددها في عام ١٩٨٨، وكان ٤,٣ ملايين حالة. واستخدم في حوالي ٤,٧ ملايين حالة منها للعلاج أسلوب التطبيب عن بعد بينما خضعت ٠,٤ مليون حالة لعلاج إشعاعي موضعي.

الشكل السادس

الأعداد التقديرية لفحوص الطب النووي التشخيصية التي تجري سنويا حسب فترات الدراسات الاستقصائية، ١٩٨٥-١٩٩٠، ١٩٩١-١٩٩٦ و ١٩٩٧-٢٠٠٧



الجدول ٣

بيانات التقديرات السنوية لحالات العلاج الإشعاعي^(١) في العالم في الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧

مستوى الرعاية الصحية	السكان (مليون)	التطبيب عن بعد		العلاج الإشعاعي الموضعي (ب)		حالات العلاج الإشعاعي	
		حالات العلاج السنوية (مليون)	نسبتها في الألف من السكان	حالات العلاج السنوية (مليون)	نسبتها في الألف من السكان	حالات العلاج السنوية (مليون)	نسبتها في الألف من السكان
الأول	١ ٥٤٠	٣,٦	٢,٢	٠,١٨	٠,١٢	٣,٦	٢,٤
الثاني	٣ ١٥٣	١,٢	٠,٤	٠,٢٠	٠,٠٦	١,٤	٠,٤
الثالث	١ ٠٠٩	٠,٠٦	٠,٠٦	٥(<٠,٠٥)	٥(<٠,٠١)	٠,١	٠,٠٦
الرابع	٧٤٤	٥(<٠,٠٣)	٥(<٠,٠١)	٥(<٠,٠١)	٥(<٠,٠٠٥)	٥(<٠,٠٣)	٥(<٠,٠١)
عالمياً ^(٢)	٦ ٤٤٦	٤,٧	٠,٧٣	٠,٤	٠,٠٧	٥,١	٠,٨

المصدر: الدراسة الاستقصائية التي أجرتها اللجنة بشأن الاستخدامات والتعرضات الطبية للإشعاعات للفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧.

(أ) دورات علاجية كاملة.

(ب) باستثناء المستحضرات الطبية الإشعاعية.

(ج) قيمة مفترضة في غيبة البيانات.

(د) تشمل البيانات العالمية عدة بلدان غير ممثلة في المستويات من الأول إلى الرابع.

ملخص

٤٥ - يلخص الجدول ٤ تقديرات الجرعة الفعالة الجماعية السنوية من الإشعاعات المؤيئة الناشئة عن التعرضات الطبية للفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧. ويُعزى حوالي ٧٥ في المائة من مقدار الجرعة الفعالة الجماعية على نطاق العالم الناشئة عن تعرضات طبية إلى البلدان من مستوى الرعاية الصحية الأول (وهي بلدان متقدمة نسبياً من حيث التنمية).

الجدول ٤

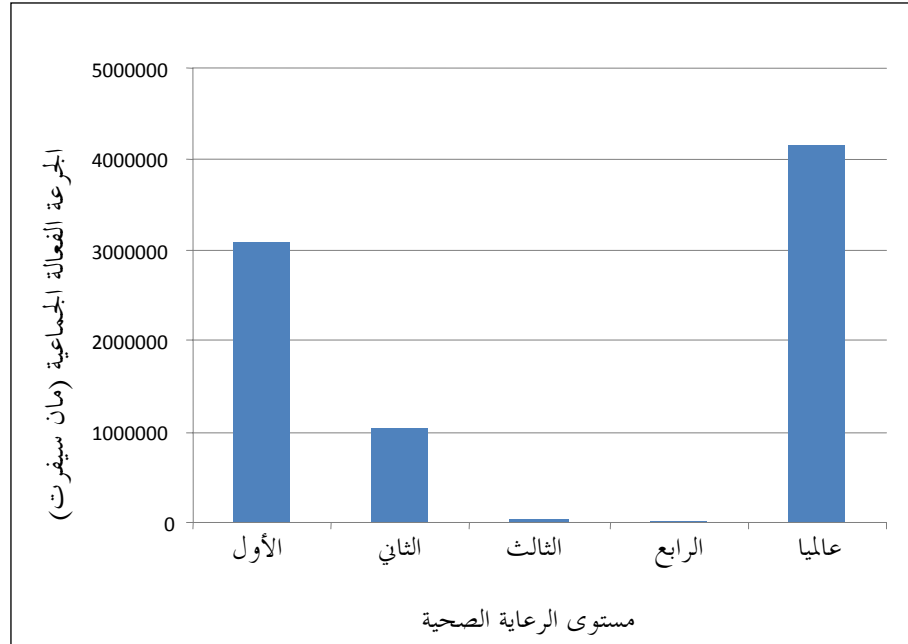
تقدير الجرعة الفعالة الجماعية السنوية من الإشعاعات المؤيئة الناشئة عن التعرضات الطبية
في الفترة ١٩٩٧-٢٠٠٧

(قد يختلف مجموع الأعداد عن الرقم الوارد في خانة المجموع لأنه تقريبي).

مستوى الرعاية الصحية	السكان (بالمليون)	فحوص طبية تشخيصية (مان سيفرت)	فحوص بالأشعة السينية للأسنان (مان سيفرت)	فحوص الطب النووي (مان سيفرت)	المجموع (مان سيفرت)
الأول	١ ٥٤٠	٢ ٩٠٠ ٠٠٠	٩ ٩٠٠	١ ٨٦ ٠٠٠	٣ ١٠٠ ٠٠٠
الثاني	٣ ١٥٣	١ ٠٠٠ ٠٠٠	١ ٣٠٠	١ ٦٠٠٠	١ ٠٠٠ ٠٠٠
الثالث	١ ٠٠٩	٣٣ ٠٠٠	٥١	٨٢	٣٣ ٠٠٠
الرابع	٧٤٤	٢٤ ٠٠٠	٣٨	٠٠	٢٤ ٠٠٠
عالمياً	٦ ٤٤٦	٤ ٠٠٠ ٠٠٠	١١ ٠٠٠	٢٠٢ ٠٠٠	٤ ٢٠٠ ٠٠٠

٤٦ - لا يزال التعريض الطبي إلى حد بعيد هو أكبر مصدر اصطناعي للتعرض للإشعاع المؤيّن ولا يزال يزيد بمعدل ملحوظ. وهو يمثل ٩٨ في المائة من مساهمة جميع المصادر الاصطناعية وبات حالياً ثاني أكبر مساهم في الجرعة التي يتلقاها السكان على نطاق العالم، حيث يشكل نحو ٢٠ في المائة من المجموع. ونفذ سنوياً نحو ٣,٦ بلايين إجراء إشعاعي طبي خلال الفترة المشمولة بالاستقصاء مقارنة بما مقداره ٢,٥ بليون إجراء في الفترة المشمولة بالاستقصاء السابق، أي بزيادة مقدارها ١,١ بليون إجراء أو ما يزيد على ٤٠ في المائة خلال العقد الماضي. وقد بلغت الجرعة الفعالة الجماعية السنوية الإجمالية الناشئة عن التعريض الطبي (باستثناء العلاج الإشعاعي) نحو ٤,٢ ملايين مان سيفرت، بزيادة مقدارها ١,٧ مليون مان سيفرت (أو ما يزيد بقليل على ٦٥ في المائة) على إجماليتها في الفترة الماضية. وتوزيع الإجراءات الطبية والجرعات واضح التباين فيما بين مجموعات البلدان (انظر الشكل السابع).

الشكل السابع
إجمالي الجرعة الإشعاعية الفعالة الجماعية السنوية الناشئة عن التعرض الطبي
(باستثناء العلاج الإشعاعي)

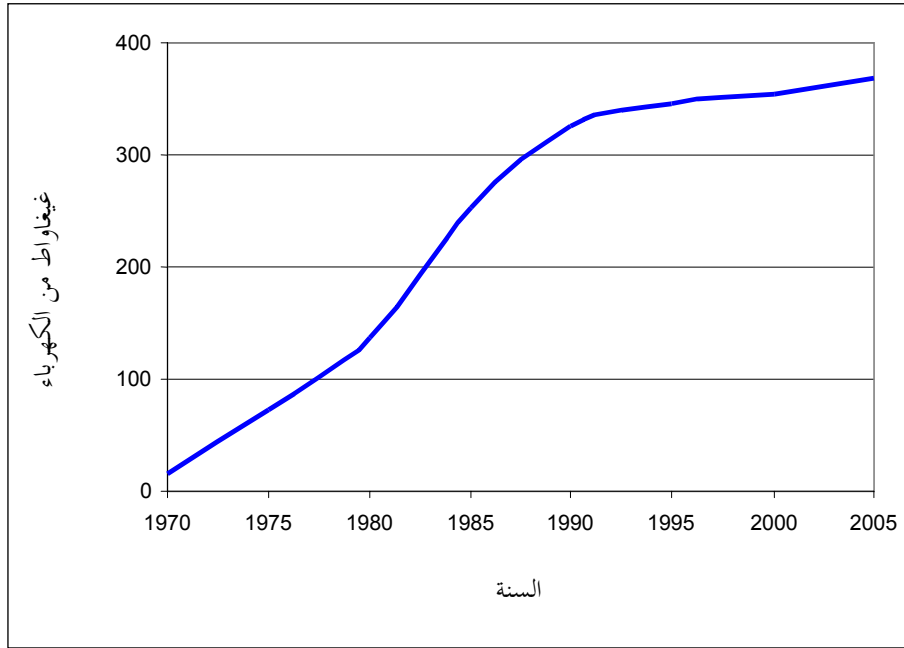


٢٠. التعرض العام للإشعاعات

٤٧- ظل توليد الطاقة الكهربائية في محطات التوليد النووية يتزايد باطراد منذ أن بدأت هذه الصناعة في عام ١٩٥٦. ورغم زيادة عدد المفاعلات القديمة المحالة إلى الاستبعاد، فقد استمر إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر نووية في الارتفاع (انظر الشكل الثامن). وتشمل دورة الوقود النووي المراحل التالية: تعدين خام اليورانيوم وطحنه وتحويله إلى وقود نووي؛ وصنع عناصر الوقود؛ وإنتاج الطاقة في محطة توليد الكهرباء بالطاقة النووية؛ وتخزين الوقود المشع أو إعادة معالجته؛ والنقل بين مختلف المراحل؛ وخزن النفايات المشعة والتخلص منها. وتتباين جرعات الإشعاع المؤيّن التي يتلقاها الأفراد تباينا كبيرا حسب أنواع المرافق واختلاف المواقع ومع مرور الوقت.

الشكل الثامن

طاقة منشآت توليد الكهرباء النووية في شتى أرجاء العالم



٤٨- تنجم عن تعدين اليورانيوم وطحنه كميات كبيرة من المخلفات في شكل نفايات. وحتى عام ٢٠٠٣، كان مجموع إنتاج العالم من اليورانيوم نحو مليوني طن، بينما تجاوز مجموع النفايات الناجمة عنه بليون طن. ويحفظ رُكام المخلفات الحالي بصورة جيدة ولكن يوجد العديد من المواقع القديمة المهجورة، ولم تتخذ تدابير لتدارك الخطر فيها إلا في القليل منها. وتقدر اللجنة الجرعة الجماعية السنوية الحالية من الإشعاعات المؤينة التي تتلقاها مجموعات السكان على الصعيدين المحلي والإقليمي في المناطق المحيطة بالمناجم والمطاحن وأكوام المخلفات بنحو ٥٠-٦٠ مان سيفرت، وهي مشابهة لتقديراتها السابقة.

٤٩- ومعظم مفاعلات الطاقة من النوع الذي يُهدأ ويُبرّد باستخدام الماء الخفيف وإن كانت هناك تصاميم أخرى مستخدمة في بعض البلدان. ويقدر متوسط الجرعة الجماعية السنوية من الإشعاعات المؤينة التي تتلقاها مجموعات السكان على الصعيدين المحلي والإقليمي (مجتمعة) بسبب ما يصيب البيئة من انطلاقات خارجة من المفاعلات بما مقداره ٧٥ مان سيفرت. وهذا التقدير أقل من التقديرات السابقة.

٥٠- وفي دورة الوقود النووي، تعاد معالجة الوقود المستنفد لاسترجاع اليورانيوم والبلوتونيوم لإعادة استخدامهما في المفاعلات. ويُحتفظ بمعظم كميات الوقود المُستنفد في مستودعات مؤقتة، وقد أعيدت معالجة نحو ثلثها حتى الآن. ولا يزال تقدير الجرعة الجماعية

السببية من الإشعاعات المؤينة المتأينة من إعادة المعالجة في نطاق ٢٠-٣٠ مان سيفرت.

٥١- ويجري التخلص حاليا من النفايات المنخفضة المستوى وبعض النفايات المتوسطة المستوى الناجمة عن عمليات دورة الوقود في مرافق قريبة من السطح، رغم أن ثمة نفايات كانت تطرح أحيانا في البحر في الماضي. ويخزن كل من النفايات العالية المستوى الناجمة عن إعادة المعالجة والوقود المستنفد (في حالة عدم معالجته من جديد)، ولكن لا بد من التخلص منها في نهاية المطاف. ولا يُتوقع أن يتعرض الناس لإشعاعات ناشئة عن النفايات المتخلص منها إلا في المستقبل البعيد، هذا إن تعرضوا لها قط، ولذا يجب أن يستند تقييم التأثير الإشعاعي على النمذجة الرياضية. وعموما يقدر أن تبلغ الجرعة الجماعية السنوية نحو ٢٠٠ مان سيفرت لجميع العمليات المتصلة بتوليد الطاقة الكهربائية. والتعدين هو العنصر الطاغي في تلك العمليات. والجرعة السنوية التي يتلقاها الفرد في أوساط المجموعات السكانية التمثيلية حول محطات توليد الكهرباء بالطاقة النووية على الصعيدين المحلي والإقليمي تقل عن ٠,٠٠٠١ ملّيسيفرت (نحو ما يعادل الجرعة المتلقاة من الإشعاع الكوني خلال دقائق قليلة من السفر جوا).

٥٢- وهناك عدة أنواع من المرافق حول العالم تؤدي، رغم عدم صلتها باستخدام الطاقة النووية، إلى تعريض الناس للإشعاع بسبب تركيزات معززة لنويدات مشعة طبيعية الحدوث في منتجاتها الصناعية ومنتجاتها العرضية ونفاياتها. ويتعلق أهم تلك المرافق بالتعدين ومعالجة المعادن. وبجانب هذه التعرضات، يمكن للمواد المشعة الموجودة تلقائيا في الطبيعة أن تعرض الناس لإشعاعات مؤينة نتيجة لممارسات بشرية عادية شتى، مثل الاستخدام الزراعي لترسبات (حمأة) معالجة المياه أو استخدام المخلفات في طمر الحفر أو مواد بناء. ورغم أن الجرعات التي يتعرض لها الناس منخفضة، ومن رتبة أقل من أجزاء قليلة من الألف من المّيسيفرت، فهناك مجموعات معرضة على وجه خاص للإشعاعات يمكن أن تتلقى جرعات تقترب من ١ ملّيسيفرت. وثمة جهد كبير يبذل حاليا، على كلا الصعيدين الوطني والدولي، لتقييم التعرض للمواد المشعة ذات المنشأ الطبيعي ووضع استراتيجيات لمعالجة الأوضاع التي تنجم عنها زيادة في التعرض الإشعاعي.

٣٤ التعرض للإشعاعات بسبب العمل

٥٣- حتى تسعينات القرن العشرين، كان الاهتمام منصبا في مجال التعرض المهني على المصادر الإشعاعية الاصطناعية بغض النظر عن الممارسات المتصلة بدورة الوقود النووي. غير أنه من المفهوم حاليا أن عددا كبيرا جدا من العاملين يتعرضون بحكم المهنة لإشعاعات من مصادر طبيعية كذلك، والتقدير الحالي للجرعة الجماعية الناجمة عنها يبلغ نحو ثلاثة أضعاف ما ورد في تقرير اللجنة لسنة ٢٠٠٠. ويبلغ حاليا العدد الإجمالي للعاملين الذين يتعرضون

لإشعاعات مؤيَّنة نحو ٢٢,٨ مليون شخص، يتعرض نحو ١٣ مليوناً منهم لمصادر إشعاعية طبيعية ونحو ٩,٨ ملايين يتعرضون لمصادر إشعاعية اصطناعية. ويمثل العاملون في المجال الطبي النسبة الكبرى (٧٥ في المائة) من العاملين الذين يتعرضون لمصادر إشعاعية اصطناعية.

٥٤- ويحدث التعرض للإشعاعات وسط العاملين المنخرطين في أنشطة عسكرية خلال إنتاج الأسلحة واختبارها، وتشغيل مفاعلات الدفع في السفن الحربية وغير ذلك من الاستخدامات المشابهة للاستخدامات المدنية. وتقدر اللجنة أن متوسط الجرعة الجماعية السنوية من الإشعاعات المؤيَّنة المتأتية من هذا المصدر على نطاق العالم يبلغ نحو ٥٠ - ١٥٠ مان سيفرت وبلغ متوسط الجرعة التي يتعرض لها العامل سنوياً نحو ٠,١-٠,٢ ملّيسيفرت. ولكن هذا التقدير غير يقيني إلى حد بعيد.

٥٥- واستخلاص ومعالجة الخامات المشعة التي قد تحتوي على مستويات كبيرة من النويدات المشعة الطبيعية نشاط واسع الانتشار. ويستأثر قطاع التعدين بالغالبية العظمى من حالات تعرض العاملين المهنية، والرادون هو المصدر الرئيسي للتعرض للإشعاعات في المناجم المنقورة في باطن الأرض بجميع أنواعها. ويلخص الجدول ٥ التعرضات للرادون في مكان العمل.

الجدول ٥

التعرض للرادون في مكان العمل

مكان العمل	عدد العاملين (بالملايين)	الجرعة الجماعية (مان سيفرت)	متوسط الجرعة الفعالة (ملّيسيفرت)
مناجم الفحم	٦,٩	١٦ ٥٦٠	٢,٤
المناجم الأخرى ^(١)	٤,٦	١٣ ٨٠٠	٣
أماكن العمل الأخرى	١,٢٥	٦ ٠٠٠	٤,٨
		المتوسط المرجح	٢,٩

^(١) باستثناء مناجم اليورانيوم.

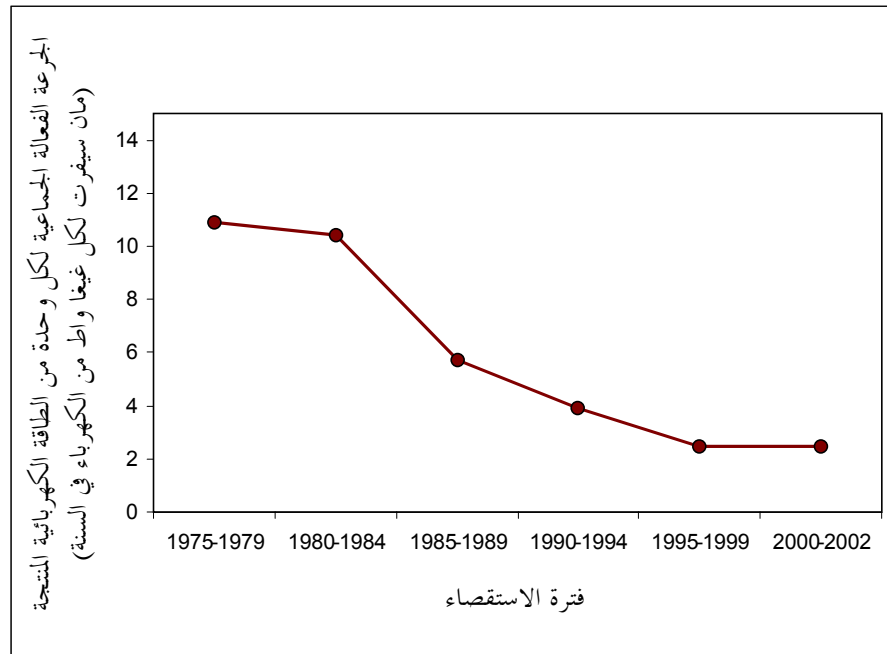
٥٦- وتبلغ الجرعة الجماعية السنوية من الإشعاعات المؤيَّنة التي يتلقاها أفراد أطقم الرحلات الجوية نحو ٩٠٠ مان سيفرت. ويقدر متوسط الجرعة الفعالة السنوية بـ ٢-٣ ملّيسيفرت. كما أتيحت قياسات للجرعات الخاصة بعدد من البعثات الفضائية. والجرعات المبلغ عنها للبعثات الفضائية القصيرة الأمد كانت في حدود ١,٩-٢٧ ملّيسيفرت.

٥٧- وتُقدر الجرعة الجماعية السنوية من الإشعاعات المؤيَّنة للعاملين في المجالات المتصلة بدورة الوقود النووي بنحو ٨٠٠ مان سيفرت. ويبلغ متوسط الجرعة الفعالة السنوية،

بالنسبة لدورة الوقود بكاملها، نحو ١ مئيسيفرت. وانخفض متوسط الجرعة السنوية للعاملين الخاضعين للرصد في دورة الوقود النووي تدريجياً منذ عام ١٩٧٥، من ٤,٤ مئيسيفرت إلى ١ مئيسيفرت في الوقت الراهن. ويعزى الكثير من ذلك إلى الانخفاض الكبير في تعدين اليورانيوم مقترنا بالاستعانة بأساليب تعدين أكثر تطوراً؛ وكذلك الحال مع حاصل قسمة إجمالي التعرض المهني في المحطات النووية التجارية على الطاقة المنتجة، الذي تراجع باطراد على مدار العقود الثلاثة الماضية (انظر الشكل التاسع).

الشكل التاسع

الجرعة الجماعية المهنية السنوية من الإشعاعات المؤينة في المفاعلات بالمطابقة مع وحدات الطاقة الكهربائية المنتجة في الفترة ١٩٧٥-٢٠٠٢



٥٨- وقد اختلف متوسط الجرعة الفعالة الجماعية السنوية المحسوب خلال فترات السنوات الخمس لجميع العمليات في دورة الوقود النووي اختلافاً ضئيلاً عن متوسط القيمة البالغ ٢ ٥٠٠ مان سيفرت بين عامي ١٩٧٥ و ١٩٨٩ رغم حدوث زيادة تراوحت بين ثلاثة وأربعة أضعاف في الطاقة الكهربائية المولدة بالوسائل النووية. وما فتئت الطاقة المولدة تتزايد، ولكن متوسط الجرعة الفعالة الجماعية السنوية انخفض إلى النصف تقريباً، من ١ ٤٠٠ مان سيفرت في الفترة ١٩٩٠-١٩٩٤ إلى ٨٠٠ مان سيفرت في الفترة ٢٠٠٠-٢٠٠٢.

٥٩- وتقدر الجرعة الجماعية السنوية التي يتلقاها العاملون في مجال الاستخدام الطبي للإشعاعات بنحو ٣ ٥٤٠ مان سيفرت؛ ويبلغ متوسط الجرعة الفعالة السنوية نحو ٠,٥ ملّيسيفرت. وقد زاد متوسط الجرعة السنوية التي يتلقاها العاملون المرصودون في مجال الاستخدام الطبي للإشعاعات بمعامل مقداره ١,٧ بين عامي ١٩٩٤ و ٢٠٠٢. ولكن العاملين في مجال الإجراءات التدخلية يتلقون جرعات فعالة عالية، ويمكن أن تصل الجرعات القصوى إلى الحدود المنصوص عليها في اللوائح التنظيمية. وقد زاد عدد الإجراءات التدخلية زيادة كبيرة، وزاد في مواكبة ذلك عدد العاملين في مجال الاستخدام الطبي للإشعاعات بمعامل سبعة في الفترة من ١٩٧٥ إلى ٢٠٠٢؛ وبلغ العدد التقديري نحو ٧,٤ مليون لعام ٢٠٠٢.

٦٠- وتقدر الجرعة الجماعية السنوية التي يتلقاها العاملون المشاركون في الاستخدامات الصناعية للإشعاعات بنحو ٢٨٩ مان سيفرت، ويبلغ متوسط الجرعة الفعالة السنوية نحو ٠,٣ ملّيسيفرت. ويمثل هذا انخفاضاً عن المستوى البالغ ١,٦ ملّيسيفرت في عام ١٩٧٥. وزاد عدد العاملين في مجال الاستخدام الصناعي للإشعاعات بمعامل ١,٦ في الفترة من ١٩٧٥ إلى ٢٠٠٢. وبلغ العدد التقديري للعاملين نحو ٠,٩ مليون في عام ٢٠٠٢.

٦١- وترد في الجدول ٦ اتجاهات متوسط الجرعات الفعالة المهنية السنوية من الإشعاع المؤيّن للفترات ١٩٨٠-١٩٨٤، و ١٩٩٠-١٩٩٤، و ٢٠٠٠-٢٠٠٢. ويمكن ملاحظة انخفاض في متوسط الجرعة لجميع فئات التعرض لمصادر اصطناعية؛ والانخفاض الحاد في الجرعة فيما يتعلق بدورة الوقود النووي يعزى في المقام الأول إلى تغيرات في تعدين اليورانيوم. غير أن المتوسط المرجح الإجمالي للجرعة الفعالة زاد بسبب زيادة التعرض لمصادر إشعاعية طبيعية.

الجدول ٦

اتجاهات متوسط الجرعات الفعالة المهنية السنوية من الإشعاعات المؤينة في الفترات ١٩٨٠-١٩٨٤ و ١٩٩٠-١٩٩٤ و ٢٠٠٠-٢٠٠٢ (ملّيسيفرت)

مصدر التعرض	١٩٨٤-١٩٨٠	١٩٩٤-١٩٩٠	٢٠٠٢-٢٠٠٠
المصادر الطبيعية	..	١,٨	٢,٩
الأنشطة العسكرية	٠,٧	٠,٢	٠,١
دورة الوقود النووي	٣,٧	١,٨	١
الاستخدامات الطبية	٠,٦	٠,٣	٠,٥
الاستخدامات الصناعية	١,٤	٠,٥	٠,٣
مصادر متفرقة	٠,٣	٠,١	٠,١
المتوسط المرجح	١,٣	٠,٨	١,٨

(ج) التعرضات الناجمة عن حوادث

٦٢- لا يحدث التعرض للإشعاعات آثارا حادة مبكرة إلا في الحالات الناشئة عن حوادث (أو أفعال كيدية). وقد أدت بعض الحوادث الخطيرة إلى تعرضات كبيرة للسكان بسبب تبعثر المواد المشعة في البيئة. وسبق أن نوقشت حالات التعرض الإشعاعي الناجمة عن حوادث في عدة تقارير سابقة للجنة، بما في ذلك تقييمات محددة لحادثة تشيرنوبيل. وقد صنفت اللجنة ولخصت الحوادث الإشعاعية المبلغ عنها والتي نجمت عنها آثار صحية حادة مبكرة أو وفيات أو تلوث بيئي كبير خلال السنوات الستين الماضية.

٦٣- وتشمل الحوادث المتصلة بدورة الوقود النووي عددا قليلا من الحوادث الخطيرة التي حظيت بتغطية إعلامية كثيفة والتي أبلغ عن عواقبها بالتفصيل. وبين عامي ١٩٤٥ و ٢٠٠٧ وقع ٣٨ حادثا إشعاعيا خطيرا في مرافق نووية، منها ٢٦ في مرافق تتصل ببرامج الأسلحة النووية. ومن بين الحوادث الـ ٣٨، نجمت حالات وفاة وإصابات وسط العاملين في ٣٤ منها، وتسببت ٧ حوادث في إطلاق مواد مشعة إلى خارج الموقع وتعرض أعداد كبيرة من السكان لإشعاعات. وباستثناء الحادثة التي وقعت في تشيرنوبيل في عام ١٩٨٦ (والتي ترد مناقشتها في الباب بء أدناه)، من المعروف أن ٢٩ حالة وفاة (بما في ذلك ٤ وفيات نتيجة صدمات نفسية) و ٦٨ حالة إصابة إشعاعية تطلبت رعاية طبية قد وقعت نتيجة لحوادث متصلة بدورة الوقود النووي.

٦٤- وتستخدم مصادر إشعاعية كبيرة على نطاق واسع في الصناعة (مرافق أو مُعجّلات التشعيع الصناعي) وكانت سببا في عدد من الحوادث، وعادة ما تعزى هذه الحوادث إلى أخطاء المشغلين. وجميع الحوادث الـ ٨٥ التي يشملها هذا التقرير انطوت على مستويات من التعرض تكفي لتسبب إصابات إشعاعية لدى العاملين. وأبلغ عن ٢٥ وفاة وإصابة ١٦٤ عاملا في هذه الحوادث.

٦٥- أما المصادر اليتيمة فهي مصادر مشعة كانت تخضع في الأصل لرقابة تنظيمية ولكنها تركت أو فقدت أو سرقت فيما بعد. وتسببت الحوادث الـ ٢٩ الخطيرة والمبلغ عنها المتعلقة بمصادر يتيمة في إصابات إشعاعية لبعض الناس. وتوفي في هذه الحوادث ما مجموعه ٣٣ شخصا، كان فيهم عدد من الأطفال. وفي حالة الحادثة التي وقعت في غويانيا، بالبرازيل في عام ١٩٨٧، أصيب بالتلوث الإشعاعي عدة مئات من الأشخاص.

٦٦- وفي الطب الإشعاعي، تنجم الحوادث بوجه عام عن أخطاء في إجراء العلاج الإشعاعي لا تكتشف في الغالب إلا بعد أن يتعرض العديد من المرضى لجرعات زائدة. وقد

استعرضت اللجنة فحسب ٢٩ حادثة أبلغ عنها منذ عام ١٩٦٧، وهي تتضمن ٤٥ وفاة و٦١٣ إصابة. ومن المرجح أن بعض الوفيات والعديد من الإصابات الناشئة عن الاستخدام الطبي للإشعاعات لم يبلغ عنها. غير أن الحوادث التي أبلغ عنها يبدو أنها قد سببت وحدها إصابات لعدد من الأشخاص يفوق عدد المصابين في الحوادث التي وقعت في أي فئة أخرى.

٦٧- ومن بين الحوادث التي عرّضت عموم السكان إلى إشعاعات مؤينة حادثة تشيرنوبيل التي وقعت في عام ١٩٨٦، وهي أخطرها إلى حد بعيد. وقد تجاوزت الجرعة الجماعية من تلك الحادثة بأضعاف عديدة الجرعة الجماعية الإجمالية الناجمة عن جميع الحوادث الأخرى التي عرّضت عموم السكان للإشعاعات.

٦٨- وتباين الاتجاهات في هذه الحوادث تباينا كبيرا. وكان وقوع الحوادث الخطيرة أشيع خلال الفترات المبكرة من برامج الأسلحة النووية. أما الحوادث التشغيلية المتصلة بدورة الوقود النووي فهي متفرقة ويبدو أن الحوادث في مجال الصناعة والمنشآت الأكاديمية أو البحثية قد بلغت ذروتها في نهاية سبعينات القرن العشرين منحدره بعد ذلك إلى قلة من الحالات المعزولة في قطاع الصناعة منذ عام ٢٠٠٠. ولم تؤد عمليات النقل العالمية والواسعة النطاق للمواد المشعة المستخدمة لأغراض غير عسكرية خلال السنوات العديدة الماضية إلى أي إصابات إشعاعية البتة. وشهدت الحوادث الناجمة عن مصادر يتيمة والحوادث المتصلة بالاستخدامات الطبية للإشعاعات زيادة كبيرة خلال الفترات الأخيرة ولكن البيانات قد لا تكون دقيقة لأن الحوادث التي تقع لا يبلغ عنها كلها.

(د) مقارنة التعرضات

٦٩- رغم أنه البيانات المعروضة توضح أن الجرعات تختلف اختلافا كبيرا حسب الموقع والمجموعة السكانية ومستوى الرعاية الصحية وما إلى ذلك، إلا أنه من المفيد والمعهود تلخيص الاستنتاجات على أساس شامل (انظر الجدول ١ أعلاه). والتعرض للإشعاعات الطبيعية لا يتغير تغيراً كبيراً مع مرور الوقت، رغم أن التعرض الفردي، خصوصاً للرادون، يمكن أن يتباين بقدر كبير. ومن أكثر التغيرات جلاء خلال العقد الماضي أو نحو ذلك الزيادة الحادة في التعرض الطبي، ويعزى ذلك، على سبيل المثال، إلى التوسع السريع في استخدام فحوص الأشعة المقطعية. وأدى هذا في عدة بلدان إلى أن أصبح التعرض الإشعاعي الطبي أكبر عنصر من عناصر التعرض الإشعاعي العام بدلا من الإشعاعات المتأينة من مصادر طبيعية. ولا تزال الجرعات المتبقية من التجارب التي أجريت في الغلاف الجوي ومن حادثة تشيرنوبيل تتضاءل ببطء. ورغم أن التعرض المهني يبين قيمة منخفضة عندما يحسب المتوسط

على نطاق السكان بأكملهم، فقد زاد المستوى التقديري زيادة كبيرة بعد أن تبين أن عمال المناجم يتعرضون لنويدات مشعة طبيعية في عملهم. ولا تزال الجرعات الناجمة عن دورة الوقود النووي صغيرة جدا رغم توسع هذا القطاع التدريجي.

باء- حادثة تشيرنوبيل

٧٠- كانت الحادثة التي وقعت في عام ١٩٨٦ في محطة تشيرنوبيل النووية لتوليد الكهرباء بالاتحاد السوفياتي السابق الأفظع من نوعها في تاريخ الطاقة النووية المدنية. وقد توفي عاملان في أعقابها مباشرة؛ وعانى ١٣٤ من العاملين بالخطّة وموظفي الطوارئ من متلازمة إشعاعية حادة تسببت في وفاة ٢٨ منهم. وشارك فيما بعد عدة مئات من الآلاف في عمليات الإنقاذ.

٧١- وقد تسببت الحادثة في انطلاق أكبر قدر من المواد المشعة غير المحكومة في البيئة سُجل على الإطلاق لأي عملية مدنية؛ وقد خرجت كميات كبيرة من المواد المشعة إلى الغلاف الجوي لزهاء ١٠ أيام. وتبعثرت السحابة المشعة الناتجة عن الحادثة فوق نصف الكرة الأرضية الشمالي بأكمله، وترسبت كميات كبيرة من المواد المشعة في مناطق واسعة من الاتحاد السوفياتي السابق وأجزاء أخرى في أوروبا، مما أفضى إلى تلوث الأراضي والمياه والكائنات الحية وسبب على وجه الخصوص اضطرابات اقتصادية واجتماعية خطيرة لشرائح عريضة من السكان في البلدان المعروفة حاليا بالاتحاد الروسي وأوكرانيا وبيلاروس. وهناك نوعان من النويدات المشعة، نويدات اليود-١٣١ القصيرة العمر (ذات عمر نصفي مقداره ٨ أيام) ونويدات السيزيوم-١٣٧ المعمرة (ذات عمر نصفي مقداره ٣٠ سنة)، لهما أهمية خاصة بسبب الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها الناس منهما. غير أن الجرعات المتلقاة منهما تختلف اختلافا تاما باختلاف نوعيهما: الجرعات التي تتلقاها الغدة الدرقية من اليود-١٣١ بلغ مداها عدة غرايات خلال أسابيع قليلة من الحادثة، بينما بلغ مدى الجرعات التي يتلقاها الجسم كله من السيزيوم-١٣٧ بضع مئات من المئيسيفترات خلال السنوات القليلة التالية.

٧٢- وأدى تلوث الحليب الطازج باليود-١٣١ وعدم توافر تدابير مضادة فورية إلى تلقي جرعات عالية في الغدة الدرقية، خصوصا بين الأطفال في الاتحاد السوفياتي السابق. وعلى المدى الأبعد، وخصوصا بسبب السيزيوم المشع، تعرض أيضا السكان عموما إلى الإشعاع من الخارج والداخل على السواء: خارجيا من الترسبات المشعة وداخليا بسبب تناول أطعمة ملوثة. غير أن جرعات الإشعاع المعمرة الناجمة كانت منخفضة نسبيا (كان

متوسط الجرعة الإضافية على مدار الفترة ١٩٨٦-٢٠٠٥ في "المناطق الملوثة"^(١٢) بالاتحاد الروسي وأوكرانيا وبيلاروس قد بلغ ٩ مليسيفرت، أي نحو ما يعادل الجرعات المتلقاة من الفحص بالأشعة المقطعية)، ولا يتوقع أن يؤدي ذلك إلى آثار صحية كبيرة يمكن أن تعزى إلى الإشعاع في أوساط السكان عموماً. ومع هذا، فقد أدى الاضطراب الحاد الناجم عن الحادثة إلى آثار اجتماعية واقتصادية كبرى، وتسبب في محنة كبيرة للمجموعات السكانية المتأثرة.

٧٣- ومنذ وقوع الحادثة، بذل المجتمع الدولي جهوداً غير مسبوقة لتقييم حسامة آثارها وسماها الصحية الإشعاعية. ونُفذ العديد من المبادرات، من ضمنها مبادرات اضطلعت بها منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) ومنظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية والمفوضية الأوروبية، لتحسين فهم آثار الحادثة والمساعدة على تخفيفها. وقد أُجملت نتائجها في مؤتمر دولي كان محوره "مرور عقد من الزمن على تشيرنوبيل: تلخيص عواقب الحادثة"، وعقد في فيينا، من ٨ إلى ١٢ نيسان/أبريل ١٩٩٦. وقد شاركت في رعاية المؤتمر منظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية والمفوضية الأوروبية بالتعاون مع الأمم المتحدة ولجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) واليونسكو ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وتوصلت عمليات التقييم العلمية الدولية إلى استنتاجات متشابهة إلى حد كبير بشأن مدى عواقب الحادثة وسماها.

٧٤- وقد نظرت اللجنة لأول مرة في الآثار الإشعاعية الأولية للحدث في تقريرها لعام ١٩٨٨^(١٣). وقدمت، في تقريرها لعام ٢٠٠٠، سرداً مفصلاً للوضع حسبما كان معروفاً في ذلك الحين. وعقب نشر ذلك التقرير، استهلكت ثماني منظمات وهيئات من مؤسسات منظومة الأمم المتحدة^(١٤) (بما فيها اللجنة) والدول الثلاث المتأثرة منتدى تشيرنوبيل لإصدار بيانات رسمية توافقية بشأن الآثار البيئية والصحية التي يمكن أن تعزى إلى التعرض للإشعاع وإسداء المشورة بشأن مسائل مثل الإصلاح البيئي وبرامج الرعاية الصحية الخاصة

(12) عُرفت "المناطق الملوثة" في الاتحاد السوفياتي السابق تعسفياً بأنها المناطق التي تزيد مستويات السيزيوم-١٣٧ في تربتها على ٣٧ كيلوبيكيريل في المتر المربع.

(13) الوثائق الرسمية للجمعية العامة، الدورة الثالثة والأربعون، الملحق رقم ٤٦ (A/43/46).

(14) برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومكتب تنسيق الشؤون الإنسانية التابع للأمانة العامة وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي ولجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري والفاو ومنظمة الصحة العالمية والبنك الدولي والوكالة الدولية للطاقة الذرية.

والأنشطة البحثية. وقد قيمت نتائج منتدى تشيرنوبيل في مؤتمر دولي كان محوره "تشيرنوبيل: استحضار الماضي لمعانقة المستقبل، نحو توافق في الآراء داخل الأمم المتحدة بشأن آثار هذا الحادث والمستقبل"، عقد في فيينا، يومي ٦ و٧ أيلول/سبتمبر ٢٠٠٥. وفي ذلك المؤتمر أعيد بصورة أساسية التأكيد على جميع التقديرات السابقة بشأن نطاق الآثار الصحية الإشعاعية وسماتها.

٧٥- وتهدف اللجنة في تقييمها الحالي إلى إجراء مراجعة نهائية يُعتد بها بشأن ما يمكن أن يُعزى إلى التعرض للإشعاعات الناشئة عن الحادثة من آثار صحية ملاحظة حتى الآن، وإيضاح إسقاطات الآثار المحتملة، مع مراعاة مستويات الجرعات الإشعاعية في أوساط المجموعات السكانية التي تعرضت لها واتجاهات تلك الجرعات وأنماطها. وسعياً إلى هذه الغاية، قُيِّمت اللجنة ما أُتيح من معلومات جديدة ذات صلة منذ تقريرها لعام ٢٠٠٠، وتأكدت من أن تلك الملاحظات لم تكن مخالفة للاستنتاجات التي سبق استخدامها لتقييم الآثار الإشعاعية. كما سلّمت بأن بعض التفاصيل العالقة تستحق مزيداً من التمحيص وأن ثمة حاجة إلى مواصلة عملها الرامي إلى توفير الأساس العلمي لتحسين فهم آثار الحادثة الصحية والبيئية المتصلة بالإشعاع.

٧٦- ورغم أنه قد أُتيح كم كبير من البيانات البحثية الجديدة، فإن الاستنتاجات الرئيسية فيما يتعلق بنطاق الآثار الصحية لحادثة تشيرنوبيل وطابعها تتسق في جوهرها مع تقرير اللجنة السابقين لعامي ١٩٨٨ و٢٠٠٠. وتلك الاستنتاجات هي ما يلي:

(أ) تلقى ما مجموعه ١٣٤ من العاملين بالخطّة وعمال الطوارئ جرعات إشعاعية عالية نجمت عنها متلازمة إشعاعية حادة، كما تعرض الكثيرون منها لإصابات في الجلد بسبب التعرض لأشعة بيتا؛

(ب) تسببت الجرعات الإشعاعية العالية في وفاة ٢٨ منهم خلال الأشهر القليلة الأولى عقب الحادثة؛

(ج) رغم أن ١٩ من المصابين بالمتلازمة الإشعاعية الحادة كانوا قد توفوا بحلول عام ٢٠٠٦، فقد نجمت تلك الوفيات عن أسباب مختلفة لا ترتبط عادة بالتعرض لإشعاعات؛

(د) من بين الآثار الرئيسية للإصابة بالمتلازمة الإشعاعية الحادة إصابات جلدية وإعتام عدسة العين الإشعاعي؛

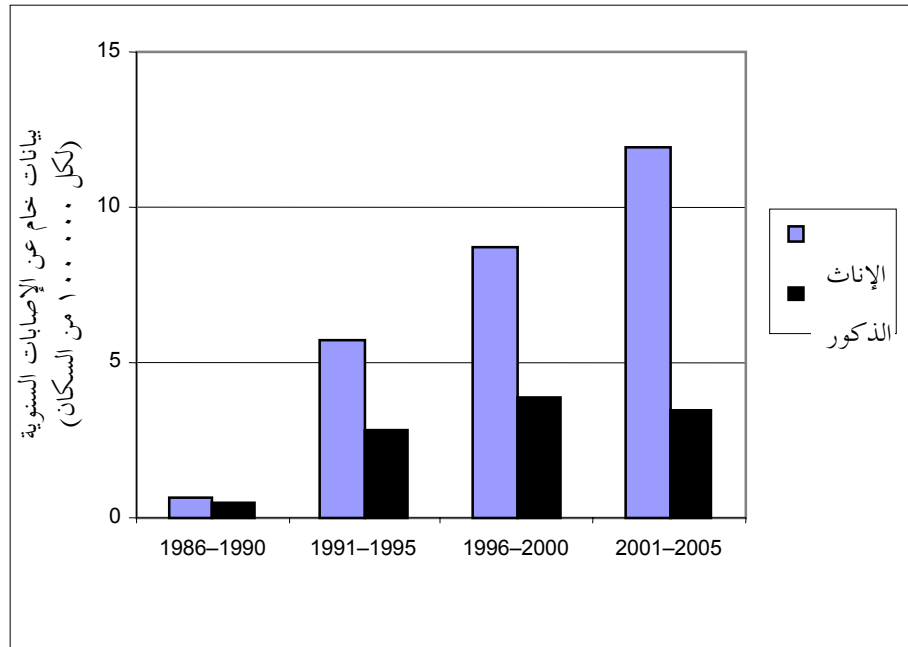
(هـ) فضلا عن عمال الطوارئ، شارك عدة مئات الألوف من الأشخاص في عمليات الإنقاذ، ولكن لا يوجد حتى الآن، باستثناء مؤشرات على زيادة في الإصابة بسرطان الدم وإعتماد عدسة العين وسط من تلقوا جرعات عليا، أدلة متواترة على وجود آثار صحية يمكن أن تعزى إلى التعرض للإشعاعات؛

(و) لوحظت زيادة كبيرة في الإصابة بسرطان الغدة الدرقية بين من تعرضوا للإشعاع في سن الطفولة أو المراهقة عام ١٩٨٦ في أوكرانيا وبيلاروس وأربع من المناطق الأكثر تأثرا في الاتحاد الروسي. وخلال الفترة ١٩٩١-٢٠٠٥، أبلغ عن ما يزيد على ٦٠٠٠ حالة، من بينها جزء كبير يمكن أن يعزى إلى شرب الحليب الملوث باليود-١٣١ في عام ١٩٨٦. ورغم أن الإصابة بسرطان الغدة الدرقية ما فتئت تزيد لدى هذه المجموعة (انظر الشكل العاشر للتعرف على الاتجاه في بيلاروس)، فلم تؤد الإصابة إلى الوفاة إلا في ١٥ حالة فحسب حتى عام ٢٠٠٥.

(ز) لم تتوافر أدلة متواترة حتى الآن على وجود أي آثار صحية أخرى يمكن أن تعزى إلى التعرض الإشعاعي بين عموم السكان.

الشكل العاشر

معدل الإصابات بسرطان الغدة الدرقية وسط سكان بيلاروس الذي كانوا في سن الطفولة أو المراهقة في وقت حادثة تشيرنوبيل، ١٩٨٦-١٩٩٠ و ١٩٩١-١٩٩٥ و ١٩٩٦-٢٠٠٠ و ٢٠٠١-٢٠٠٥



الفترة

٧٧- ورغم ما نشر من تنبؤات قائمة على النمذجة حول الزيادات المحتملة في الإصابات المؤكدة بالسرطان بين عموم السكان، لجميع مجموعات السكان المبحوثة، فإن الجرعات صغيرة نسبياً ومشابهة للجرعات الناتجة عن التعرض لإشعاعات الخلفية الطبيعية. وقد قررت اللجنة عدم استخدام النماذج لإسقاط أعداد مطلقة للآثار على مجموعات السكان المعرضة لجرعات منخفضة، بسبب ما تنطوي عليه التنبؤات من جوانب لا يقينية تتجاوز الحد المقبول. غير أن اللجنة ترى أن من المناسب مواصلة المراقبة.

٧٨- واستناداً إلى الدراسات التي أجريت على مدار ٢٠ سنة، من الممكن إعادة تأكيد الاستنتاجات الواردة في تقرير اللجنة لعام ٢٠٠٠، ومنها أساساً أن الأشخاص الذين تعرضوا لإشعاعات من حادثة تشيرنوبيل في طفولتهم وعمال الطوارئ وعمليات الإنقاذ الذين تلقوا جرعات إشعاعية عالية هم عرضة بصورة متزايدة للمعاناة من الإصابة بعزل مستحثة بالإشعاعات. وقد تعرض معظم المقيمين بالمنطقة لإشعاعات بمستويات منخفضة مشابهة لمستويات إشعاعات الخلفية الطبيعية السنوية أو تزيد عليها بأضعاف قليلة وليس ثمة ما يدعو إلى أن يعيشوا في خوف من حدوث مشاكل صحية خطيرة نتيجة لما تعرضوا له.

٧٩- وترى اللجنة أن أحدث تقييماتها يوفر منطلقاً مرجعياً هاماً لمنسق الأمم المتحدة للتعاون الدولي بشأن تشيرنوبيل استجابة لطلب الجمعية العامة، عملاً بالفقرة ١٦ من قرارها ٩/٦٢ المؤرخ ٢٠ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٠٧، القاضي بأن يواصل المنسق، بالتعاون مع حكومات الاتحاد الروسي وأوكرانيا وبيلاروس، عمله على تنظيم دراسة أخرى للآثار الصحية والبيئية والاجتماعية الاقتصادية لكارثة تشيرنوبيل، بما يتسق مع توصيات منتدى تشيرنوبيل، وأن يحسن توفير المعلومات للسكان المحليين.

جيم- الآثار على الأحياء غير البشرية

٨٠- ظلت جميع أنواع الكائنات الموجودة على الأرض تعيش وتتطور في بيئات تتعرض فيها لإشعاعات مؤينة من الخلفية الطبيعية. غير أنها أخذت تتعرض مؤخراً لمصادر إشعاع اصطناعية، مثل الغبار المتخلف في العالم عن تجارب لأسلحة النووية في الغلاف الجوي، كما أنها تتعرض في بعض المواقع لانطلاق نويدات مشعة من مواد مشعة في إطار محكوم أو عرضي.

٨١- وقد قُيِّمت اللجنة، في تقريرها لعام ١٩٩٦،^(١٥) تلك الجرعات ومعدلات جرعات الإشعاعات المؤيَّنة التي من غير المرجح أن تحدث فيما هو دونها آثار على الأحياء غير البشرية. ورأت أن الاستجابات الفردية للتعرض للإشعاعات التي من المرجح أن تكون كبيرة على المستوى الجماعي تتمثل في معدلات الوفيات والخصوبة وحث التحورات الجينية. كما رأت اللجنة أن التغيرات الإنجابية مؤشر أكثر دقة من معدل الوفيات لآثار الإشعاعات، وأن الثدييات هي الأكثر عرضة للتغيرات الإنجابية من بين جميع الكائنات الحية. وبالنسبة لمعدلات جرعات الأفراد الأكثر تعرضاً، استخلصت اللجنة، بناءً على ذلك، معدلات الجرعات التي لا يرجح أن تكون لها آثار كبيرة على معظم أفراد المجموعة.

٨٢- ومنذ ذلك الحين، استخلصت بيانات جديدة عن آثار الإشعاعات المؤيَّنة من عمليات مراقبة الأحياء غير البشرية في المنطقة المحيطة بموقع تشيرنوبيل التي نفذت في إطار أعمال المتابعة. وقد أجرت منظمات مختلفة استعراضات شاملة للأدبيات العلمية الصادرة في هذا الشأن واتخذت في بعض الحالات نهجاً جديداً لتقييم الآثار المحتملة على الأحياء غير البشرية. وتورد تلك المؤلفات مجموعة واسعة من نقاط المعايير وما يقابلها من مستويات للتأثير، كما تتباين فيها تبايناً كبيراً طرائق تقييم البيانات من باحث إلى آخر. ويقدم الجدول ٧ ملخصاً موجزاً للبيانات ذات الصلة عن فئات مصنفة من الكائنات.

الجدول ٧

بعض آثار الإشعاعات المؤيَّنة على فئات مختارة من الأحياء غير البشرية

معدل الجرعات المزمَّنة (مليغراي في الساعة)	الفئة	الآثار	نقطة المعايير
١-٠,١	النباتات	موت إبر الصنوبر: انخفاض عدد النباتات العشبية	معدل الوفيات، الاعتلال
	الأسماك	انخفاض عدد الحيوانات المنوية، تأخر الترسنة	تدهور الصحة الإنجابية
نحو ٠,١	الثدييات	لم توضع نقاط معايير للضرر	معدل الوفيات، الاعتلال، تدهور الصحة الإنجابية

٨٣- وخلصت اللجنة عموماً إلى أنه لا يوجد دليل يدعم تغيير الاستنتاجات الواردة في تقريرها لعام ١٩٩٦ والتي مفادها أن معدلات الجرعات المزمَّنة التي تقل عن ٠,١ مليغراي في الساعة على الأفراد الأكثر تعرضاً من غير المرجح أن تكون لها آثار كبيرة على معظم

(15) الوثائق الرسمية للجمعية العامة، الدورة الحادية والخمسون، الملحق رقم ٤٦ (A/51/46).

المجتمعات الأرضية وأن معدلات الجرعات المزمدة التي تقل عن ٠,٤ مليغراي في الساعة التي يتعرض لها أي كائن في مجموعة من الأحياء المائية من غير المرجح أن تكون لها آثار ضارة على مستوى المجموعة. وفيما يخص التعرضات الحادة، أكدت دراسات تجربة حادثة تشيرنوبيل أنه من غير المرجح حدوث آثار كبيرة على مجموعات الأحياء غير البشرية عند جرعات أقل من ١ غراي تقريبا.

٨٤- ومنذ تقرير اللجنة العلمية لعام ١٩٩٦، أُجري قدر كبير من البحوث لاستقصاء وتحسين البيانات والأساليب المتعلقة بتقييم الطرائق التي تتعرض من خلالها الكائنات الحية للإشعاعات في بيئاتها؛ كما كان هناك الكثير من التحسن في تقييم الجرعات التي تتلقاها الكائنات الحية. ومن المهم ملاحظة أن العديد من الفرص لا تزال متاحة لتحسين الفهم الحالي والأساليب الحالية في تلك المجالات. وتحسين فهم هذه الجوانب سوف يحسن الفهم العام للعلاقة بين مستويات الإشعاع والنشاط الإشعاعي في البيئة والآثار المحتملة على الكائنات الحية.

التذييل الأول

قائمة بأعضاء الوفود الوطنية الذين حضروا دورات لجنة الأمم المتحدة
العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري من الخمسين إلى السادسة والخمسين
التي أعدّها فيها تقرير اللجنة لسنة ٢٠٠٨

M. Kiselev (Representative), A. Akleev, R. M. Alexakhin, T. Azizova, N. P. Garnyk, A. K. Guskova (Representative), L. A. Ilyin (Representative), V. K. Ivanov, K. Kotenko, I. I. Kryshev, B. K. Lobach, Y. Mokrov, O. A. Pavlovsky, T. S. Povetnikova, S. Romanov, M. N. Savkin, V. A. Shevchenko, S. Shinkarev	الاتحاد الروسي
A. J. González (Representative), D. Beninson (Representative), P. Gisone (Representative), M. del Rosario Pérez	الأرجنتين
A. Burns (Representative), S. Solomon, P. Thomas	أستراليا
W. Weiss (Representative), A. Friedl, P. Jacob, A. Kellerer, J. Kiefer, G. Kirchner, W. Köhnlein, R. Michel, W. U. Müller, C. Streffer (Representative)	ألمانيا
Z. Alatas (Representative), K. Wiharto (Representative)	إندونيسيا
O. Dias Gonçalves (Representative), J. L. Lipsztein (Representative), M. C. Lourenço, M. Nogueira Martins, D. R. Melo (Representative), E. R. Rochedo	البرازيل
M. Waligórski (Representative), L. Dobrzyński, M. Janiak, Z. Jaworowski (Representative)	بولندا
L. V. Pinillos Ashton (Representative)	بيرو
E. Bédi (Representative), P. Gaál, V. Klener, P. Ragan, L. Tomášek, D. Viktory (Representative), I. Zachariášová	سلوفاكيا
أ. الجيلاني (ممثل)، ك. أ. ه. محمد (ممثل)	السودان
C. M. Larsson (Representative), A. Almén, L. E. Holm (Representative), L. Moberg	السويد
Pan Z. (Representative), He Q., Hou P., Jia J., Li K., Li J., Liu S., Liu Q., Lu J., Pan S., Shang B., Shi J., Su X., Sun J., Sun Q., Wang F., Xiu B., Xuan Y., Yang G., Yang H., Yang X., Yu J., Zhang J., Zhu M.	الصين

A. Flürty-Hérard (Representative), E. Ansoborlo, A. Aurengo, D. Averbeck, M. Benderitter, M. Bourguignon, C. Forestier, J. F. Lacronique (Representative), J. Lallemand, J. J. Leguay, C. Luccioni, R. Maximilien, A. Rannou, M. Tirmarche	فرنسا
N. E. Gentner (Representative), R. P. Bradley, K. Bundy, D. B. Chambers, R. M. Chatterjee (Representative), R. J. Cornett, R. Lane, C. Lavoie, S. Vlahovich (Representative), D. Whillans	كندا
م. أ. م. جمعة (ممثل)، أ. م. النجار (ممثل)	مصر
H. Maldonado (Representative)	المكسيك
R. Cox (Representative), S. Bouffler, R. H. Clarke (Representative), J. Cooper, S. Ebdon-Jackson, G. M. Kendall, T. McMillan, C. Muirhead, R. Paynter, P. Shrimpton, J. W. Stather	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وإيرلندا الشمالية
K. B. Sainis (Representative)	الهند
F. A. Mettler Jr. (Representative), L. R. Anspaugh, B. G. Bennett, J. D. Boice Jr., N. H. Harley, E. V. Holahan Jr., C. B. Meinhold, R. J. Preston, H. Royal, P. B. Selby, A. G. Sowder, A. Upton	الولايات المتحدة الأمريكية
O. Niwa (Representative), Y. Yonekura (Representative), T. Asano, M. Doi, Y. Ishikuro, A. Iwama, K. Kodama, H. Kuniyoshi, T. Maeyama, M. Nakano, Y. Nakayama, S. Saigusa, K. Sakai, M. Sasaki, Y. Sasaki (Representative), K. Sato, G. Suzuki, H. Tatsuzaki, S. Yoshinaga, M. Yoshizawa	اليابان
	أمانة اللجنة
(من الدورة الخمسين إلى الدورة الثانية والخمسين)	N. E. Gentner
(من الدورة الثالثة والخمسين إلى الدورة السادسة والخمسين)	M. J. Crick

التذييل الثاني

قائمة بأسماء الموظفين العلميين والخبراء الاستشاريين الذين تعاونوا
مع لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في إعداد
تقريرها لسنة ٢٠٠٨

M. Balonov
D. B. Chambers
K. Faulkner
G. Howe
G. Ibbott
G. Kirchner
D. Melo
R. Ricks
E. Rochedo
M. Stabin
G. A. M. Webb
D. Woodhead