



تقرير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري

الدورة الثالثة والستون
(٢٧ حزيران/يونيه - ١ تموز/يوليه ٢٠١٦)

الجمعية العامة
الوثائق الرسمية
الدورة الحادية والسبعون
الملحق رقم ٤٦

الجمعية العامة
الوثائق الرسمية
الدورة الحادية والسبعون
الملحق رقم ٤٦

تقرير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري

الدورة الثالثة والستون
(٢٧ حزيران/يونيه - ١ تموز/يوليه ٢٠١٦)



الأمم المتحدة • نيويورك، ٢٠١٦

ملحوظة

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

الصفحة	الفصل
١	مقدمة - الأول
٢	مداوولات لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في دورتها الثالثة والستين
٢	ألف- التقييمات المنجزة
٣	باء- برنامج العمل الراهن
	١- التطورات منذ صدور تقرير اللجنة لعام ٢٠١٣ عن مستويات وآثار التعرض للإشعاعات الناجمة عن الحادث النووي الذي أعقب الزلزال والتسونامي الكبيرين اللذين أصابا شرق اليابان
٣	٢- الدراسات الوبائية للإصابة بالسرطان جرّاء التعرض لجرعات منخفضة من الأشعة البيئية
٥	٣- تقييم مجموعة مختارة من الآثار الصحية للتعرض للإشعاعات والاستدلال على مخاطره
٥	٤- جمع بيانات عن مستويات التعرض للإشعاعات ولا سيما في المجالات الطبية والمهنية
٦	٥- أنشطة التوعية
٧	جيم- التوجهات الاستراتيجية الطويلة الأمد
٩	دال- برنامج العمل في المستقبل
١٠	هاء- مسائل إدارية
١١	الثالث- التقرير العلمي
١١	ألف- منهجية تقدير مستويات التعرض العام للإشعاعات جراء تصريف المواد المشعة ...
١٣	باء- التعرض للإشعاعات جراء عمليات توليد الكهرباء
١٧	جيم- الآثار البيولوجية لمجموعة مختارة من مصادر الانبعاثات الداخلية
	التذييلات
	الأول- أعضاء الوفود الوطنية الذين حضروا دورات لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري من الدورة السابعة والخمسين إلى الدورة الثالثة والستين ...
٢١	الثاني- قائمة بأسماء الموظفين العلميين والاستشاريين الذين تعاونوا مع لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في إعداد تقريرها العلمي لعام ٢٠١٦
٢٤	

الفصل الأول

مقدمة

١- تتمثل 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 تقييمات واسعة النطاق لمصادر الإشعاعات المؤيونة وآثارها على صحة الإنسان وعلى البيئة.^(١) وعملاً بهذه الولاية، تستعرض اللجنة وتقيم بدقة حالات التعرض للإشعاع على الصعيدين العالمي والإقليمي. وتقيم اللجنة أيضاً الأدلة المتعلقة بتأثير الإشعاع على الصحة بين الجماعات المعرضة له وأوجه التقدم في فهم الآليات البيولوجية التي يؤثر بها الإشعاع على صحة الإنسان أو على الكائنات الحية غير البشرية. وتوفر عمليات التقييم هذه الأساس العلمي الذي تستخدمه الهيئات المعنية في منظومة الأمم المتحدة وجهات أخرى لوضع معايير دولية لحماية عموم الناس والعمال والمرضى من الإشعاعات المؤيونة؛^(٢) وهذه المعايير ترتبط، بدورها، بصكوك قانونية وتنظيمية مهمة.

٢- وينشأ التعرض للإشعاعات المؤيونة من مصادر موجودة طبيعياً (على سبيل المثال، من الفضاء الخارجي ومن غاز الرادون المنبعث من الصخور الموجودة في باطن الأرض) ومن مصادر اصطناعية المنشأ (مثل إجراءات التشخيص والعلاج الطبية؛ والمواد المشعة الناجمة عن تجارب الأسلحة النووية؛ وتوليد الكهرباء بما في ذلك بواسطة الطاقة النووية؛ والأحداث العارضة كحوادث محطات الطاقة النووية مثل ما وقع في تشيرنوبل عام ١٩٨٦ وما حدث عقب الزلزال والتسونامي الكبيرين اللذين أصابا شرق اليابان في آذار/مارس ٢٠١١؛ وأماكن العمل التي قد يزداد فيها التعرض للإشعاعات المتأتية من المصادر الطبيعية أو الاصطناعية المنشأ).

(١) أنشأت الجمعية العامة لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في دورتها العاشرة في عام ١٩٥٥. وحددت اختصاصاتها في القرار ٩١٣ (د-١٠). وكانت اللجنة تتكوّن في البداية من الدول الأعضاء التالية: اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية (خلفه الاتحاد الروسي)، الأرجنتين، أستراليا، البرازيل، بلجيكا، تشيكوسلوفاكيا (خلفتها سلوفاكيا)، السويد، فرنسا، كندا، مصر، المكسيك، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، الهند، الولايات المتحدة الأمريكية، اليابان. وفي وقت لاحق، وسّعت عضوية اللجنة بموجب قرار الجمعية العامة ٣١٥٤ جيم (د-٢٨)، المؤرخ ١٤ كانون الأول/ديسمبر ١٩٧٣، لتشمل إندونيسيا وبولندا وبيرو وجمهورية ألمانيا الاتحادية (خلفتها ألمانيا) والسودان. وزادت الجمعية العامة عضوية اللجنة بموجب القرار ٦٢/٤١، المؤرخ ٣ كانون الأول/ديسمبر ١٩٨٦، إلى حدّ أقصى بلغ ٢١ عضواً ودعت الصين إلى الانضمام إلى عضوية اللجنة. ثمّ وسّعت الجمعية العامة في قرارها ٧٠/٦٦، المؤرخ ٩ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١١، عضوية اللجنة مرّةً أخرى لتبلغ ٢٧ عضواً ودعت إسبانيا وأوكرانيا وباكستان وبيلاروس وجمهورية كوريا وفنلندا إلى الانضمام إلى عضويتها.

(٢) مثال ذلك معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات ولأمان المصادر الإشعاعية التي تشارك في رعايتها في الوقت الراهن المفوضية الأوروبية ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) والوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة العمل الدولية ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الصحة العالمية.

الفصل الثاني

مداولات لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في دورتها الثالثة والستين

- ٣- عقدت اللجنة دورتها الثالثة والستين في فيينا في الفترة من ٢٧ حزيران/يونيه إلى ١ تموز/يوليه ٢٠١٦. (٣) وشغل الأشخاص التالية أسماؤهم عضوية المكتب: يوشيهارو يونيكورا (اليابان)، رئيساً؛ وجون هانت (البرازيل) وبيتر ياكوب (ألمانيا) وهانس فانماركي (بلجيكا)، نواباً للرئيس؛ وميشيل فالغورسكي (بولندا)، مقررًا.
- ٤- وأحاطت اللجنة علماً بقرار الجمعية العامة ٨١/٧٠ بشأن آثار الإشعاع الذري. وأشارت إلى أن من المتوقع منها أن تعرض التوجهات الاستراتيجية الطويلة الأمد التي سوف تتبعها بعد انقضاء الفترة المشمولة بخطتها الاستراتيجية الحالية (٢٠١٤-٢٠١٩) لكي تسترشد بها الجمعية العامة في مداولاتها المقبلة حول تكوين عضوية اللجنة.

ألف- التقييمات المنجزة

- ٥- ناقشت اللجنة بالتفصيل أربعة تقييمات فنية، وأقرت التقرير العلمي المستند إلى نتائج تلك التقييمات (انظر الفصل الثالث)، وطلبت نشر المرفقات العلمية بالطريقة المعتادة، رهناً بإدخال التعديلات المتفق عليها.
- ٦- وكانت اللجنة قد قررت، في دورتها السادسة والخمسين، البدء في وضع تقديرات جديدة لمستويات التعرض البشري للإشعاعات المؤينة جرّاء عمليات توليد الكهرباء. وقررت، بناء على ذلك، استعراض وتحديث منهجيتها التي سبق أن استخدمتها لتقدير مستويات التعرض الإشعاعي بين عموم الناس الناتج عن الانطلاقات الإشعاعية والتي نشرت في تقريرها لعام ٢٠٠٠. وناقشت اللجنة المرفق العلمي الذي يحدث تلك المنهجية وكتب العمل الإلكتروني المتصلة بها، ووافقت على نشرهما.
- ٧- واستذكرت اللجنة أن ما أحرز من تقدم في إعداد المرفق العلمي المتعلق بالتعرض للإشعاعات جرّاء عمليات توليد الكهرباء قد تعرقل لحملة أسباب منها الفجوات في البيانات

(٣) حضر الدورة الثالثة والستين مراقبون عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة العمل الدولية ومنظمة الصحة العالمية والاتحاد الأوروبي والوكالة الدولية لبحوث السرطان واللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات واللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الإشعاعية.

المتعلقة بمستويات التعرُّض المهني، وعن الانطلاقات المرتبطة بالكهرباء المولدة من مصادر طاقة غير نووية. وبالمقارنة، توافر قدر كبير من البيانات عن صناعة الطاقة النووية، على الرغم من أن تلك البيانات لا تزال غير كافية بشكل ما بشأن المرافق التي أخرجت من الخدمة والجوانب الأخرى لما يعرف بالمرحلة الختامية لدورة الوقود النووي. وأكمل التقييم على أساس افتراضات معقولة وشفافة حيثما شحَّت البيانات الدقيقة. وقد استخدمت كتب العمل الإلكترونية المعدة لتنفيذ المنهجية في عام ٢٠١٥ للقيام، بطريقة متسقة داخلياً، لإتمام تقييم مستويات تعرُّض السكان للإشعاعات الناجمة عن شتَّى أنواع عمليات توليد الكهرباء.

٨- وكانت اللجنة قد قررت في دورتها السادسة والخمسين، المعقودة من ١٠ إلى ١٨ تموز/يوليه ٢٠٠٨، خلال المداولات المتعلقة ببرنامج عملها في المستقبل، الاضطلاع بأعمال لدراسة الجرعات الإشعاعية ومخاطر الإشعاع الناتج عن التويدات المشعة المترسبة داخلياً وآثاره. وقررت اللجنة كذلك في دورتها السابعة والخمسين، المعقودة من ١٦ إلى ٢٠ آب/أغسطس ٢٠١٠، التركيز على مادة التريتيوم والنظائر المشعة لليورانيوم. وفي الدورة الحالية، اتفق رأي اللجنة على أن عملية استعراض الأدبيات المنشورة وتبسيط المواد العلمية المجموعة وتنسيق بنيتها قد اكتملت، وبعد تقييم المواد العلمية المجموعة، استُخلصت منها استنتاجات نهائية. وعليه، وافقت اللجنة على نشر التقييمات.

باء- برنامج العمل الراهن

١- التطورات منذ صدور تقرير اللجنة لعام ٢٠١٣ عن مستويات وآثار التعرُّض للإشعاعات الناجمة عن الحادث النووي الذي أعقب الزلزال والتسونامي الكبيرين اللذين أصابا شرق اليابان

٩- استذكرت اللجنة تقييمها للتعرُّض للإشعاعات الناجمة عن الحادث النووي الذي أعقب الزلزال والتسونامي الكبيرين اللذين ضربا شرق اليابان في ٢٠١١ وآثار ذلك التعرُّض، على النحو المبين في تقريرها إلى الدورة الثامنة والستين للجمعية العامة في عام ٢٠١٣ (A/68/46)، والمرفق العلمي المفصل الملحق به.^(٤) وكانت اللجنة قد خلصت في هذا التقرير إلى أن الجرعات منخفضة، بشكل عام، ومن ثم يرجَّح أن تكون المخاطر المقترنة بها أيضاً منخفضة، وأن من المتوقع أن تظل معدلات الإصابة بالسرطان مستقرة. وعلى الرغم من ذلك، أشارت اللجنة في تقريرها إلى احتمال زيادة خطر الإصابة بسرطان الغدَّة الدرقية

(٤) منشورات الأمم المتحدة، رقم المبيع E.14.IX.1.

لدى الأطفال الأكثر تعرّضاً للإشعاعات. بيد أنها أشارت أيضاً إلى إمكانية استبعاد زيادة عدد المصابين بسرطان الغدة الدرقية الناتج عن الإشعاع في مقاطعة فوكوشيما - مثلما حدث في أعقاب حادث تشيرنوبيل - لأن الجرعات التي امتصتها الغدة الدرقية بعد حادث فوكوشيما أقل بشكل كبير. وخلص التقرير إلى عدم توقع حدوث تغيرات تذكر في حالات الإصابة بالعيوب الخلقية والأمراض الوراثية، وأن الآثار على النظم البيئية الأرضية والبحرية ستكون عابرة وموضعية. ومن المتوقع أن تظل معدلات الإصابة بالسرطان بين العمال مستقرة.

١٠ - وقامت اللجنة، عقب التقييم، بوضع ترتيبات لأنشطة المتابعة كيما تتمكن من مواكبة ما يُنشر من معلومات إضافية في هذا الشأن. وتضمن تقرير اللجنة عن أعمال دورتها الثانية والستين المقدم إلى الدورة السبعين للجمعية العامة ما استخلصته من نتائج من خلال أنشطة المتابعة التي اضطلعت بها حتى ذلك الوقت.

١١ - وقد واصلت الأمانة السعي لتحصيل المزيد من المعلومات التي كانت متاحة حتى نهاية عام ٢٠١٥، وأجرت تقييماً منهجياً للمنشورات الجديدة ذات الصلة لتحديد ما يترتب عليها من آثار بالنسبة لتقرير عام ٢٠١٣. وكان من المنشورات الهامة تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية بشأن الحادث الذي وقع في محطة الطاقة النووية فوكوشيما دايتشي.^(٥) ويصف التقرير الحادث وأسبابه وتطوراتهِ وعواقبه استناداً إلى تقييم البيانات والمعلومات المستقاة من عدد كبير من المصادر التي كانت متاحة وقت كتابته. وقد أكد ذلك التقرير ونسبة كبيرة من المنشورات الجديدة مجدداً الافتراضات والنتائج الرئيسية لتقرير اللجنة لعام ٢٠١٣. ولم يؤثر أيٌّ من المنشورات تأثيراً جوهرياً على النتائج الرئيسية لتقرير عام ٢٠١٣، أو تشكك في أيٍّ من الفرضيات الرئيسية الواردة فيه. واستبينت عدة منشورات تحتاج إلى مزيد من التحليل أو إلى بيّنات قطعية بدرجة أكبر مستمدة من أبحاث إضافية. واستناداً إلى المواد المستعرضة، لم تر اللجنة داعياً في الوقت الراهن لإجراء أيّ تغييرات على الاستنتاجات العامة التي خلصت إليها، إلا أن الأوساط العلمية لم تتناول بعد بشكل كامل عدة احتياجات بحثية استبانها اللجنة.

١٢ - وتخطط اللجنة لمواصلة استبانة المعلومات الجديدة بشأن الحادث وتقييمها منهجياً، وتقييم النتائج بصورة دورية في دوراتها السنوية. وتخطط أيضاً للمشاركة بفعالية مع جميع

(٥) الوكالة الدولية للطاقة الذرية، حادث فوكوشيما دايتشي: تقرير من المدير العام (GC(59)/14)، مصحوباً بالمجلدات التقنية ١ إلى ٥.

الجهات المسؤولة عن صوغ البرامج البحثية الرئيسية في اليابان وتنفيذها وتقديم المشورة بشأنها، وذلك بغرض استيعاب المسائل الناشئة، وإبراز الأسئلة التي تحتاج إلى المزيد من البحث. وتتوقع اللجنة أن تنظر في مدى الحاجة إلى تحديث تقريرها لعام ٢٠١٣ في الوقت المناسب واستناداً إلى النتائج المحققة.

١٣- ورهنأ بتوافر الموارد اللازمة، طلبت اللجنة إلى الأمانة أن تنشر نتائج استعراضاتها المنهجية للأدبيات العلمية الجديدة في صورة إصدارات باللغة الإنكليزية غير مخصصة للبيع، وتشجع أيضاً على نشرها باللغة اليابانية.

٢- الدراسات الوبائية للإصابة بالسرطان جرّاء التعرّض لجرعات منخفضة من الأشعة البيئية

١٤- ناقشت اللجنة التقدم المحرز بشأن تقييم الدراسات الوبائية لحالات السرطان الناجمة عن التعرّض للجرعات المنخفضة من الأشعة من مصادر بيئية. وسلّمت اللجنة بأنّ عملية الاستعراض العلمي في هذا الصدد تحسّنت بقدر كبير. ورحبت اللجنة بوضع تذييل عن معايير الجودة لاستعراضات اللجنة للدراسات الوبائية. وطلبت التوفيق بين عملية الاستعراض العلمي ومعايير الجودة، وطلبت اللجنة إنجاز التذييل لنشره كمرفق مستقل نظراً لإمكانية تطبيقه على نطاق واسع، وتوقعت الموافقة على نشر كل من الاستعراض ومعايير الجودة في الدورة الرابعة والستين.

٣- تقييم مجموعة مختارة من الآثار الصحية للتعرّض للإشعاعات والاستدلال على مخاطره

١٥- نظرت اللجنة في التقدم المحرز في عمليات تقييم مجموعة مختارة من الآثار الصحية الناجمة عن التعرّض للإشعاعات المؤينة والاستدلال على مخاطره. واقترحت أربعة سيناريوهات للتقييم، استناداً إلى معايير متفق عليها واستعراضات أولية للأدبيات، وهي: الإصابة بسرطان الدم بعد التعرّض لجرعات منخفضة؛ وخطر الإصابة بالسرطان في أجهزة الجسم بعد التعرّض الحاد والمتواصل؛ وخطر الإصابة بسرطان الغدة الدرقية بعد التعرّض للإشعاع أثناء الطفولة أو المراهقة؛ وخطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية بعد التعرّض الحاد والمتواصل. وتوقعت اللجنة إجراء التقييمات وفقاً لمعايير الجودة التي تتبعها في استعراضها للدراسات الوبائية، وتوقعت مناقشة مشروع التقييمات في الدورة الرابعة والستين.

٤ - جمع بيانات عن مستويات التعرُّض للإشعاعات ولا سيما في المجالات الطبية والمهنية

١٦ - أحاطت اللجنة علماً بتقرير مرحلي من الأمانة عن جمع البيانات عن مستويات التعرُّض للإشعاعات وتحليلها ونشرها، وخاصة فيما يتعلق بمستويات التعرُّض الطبي والمهني. ورحبت اللجنة بكون الجمعية العامة قد شجعت الدول الأعضاء، في قرارها ٨١/٧٠، على تسمية مسؤول اتصال وطني لتيسير تنسيق العمل على جمع وتقديم البيانات عن مستويات تعرُّض عموم الناس والعمال والمرضى للإشعاعات. وحتى وقت انعقاد الدورة الثالثة والستين للجنة، كانت إحدى وخمسون دولة عضواً قد أسمت مسؤولي الاتصال الوطنيين لديها.

١٧ - وكانت الأمانة قد دشنت في عام ٢٠١٤ منصة إلكترونية على الإنترنت لجمع البيانات عن مستويات التعرُّض الطبي ودعت جميع الدول الأعضاء إلى المشاركة في الدراسة الاستقصائية العالمية بشأن استخدام الإشعاع في المجال الطبي والتعرُّض له التي تضطلع بها اللجنة. وعلى سبيل التحضير للدراسة الاستقصائية العالمية، أقامت اللجنة تعاوناً وثيقاً مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية والرابطة الدولية للوقاية من الإشعاعات. وقد قدم عشرون بلداً مجموعات أولية من البيانات عن التعرُّض الطبي؛ غير أن تلك البيانات لم تكن كلها كاملة. وبسبب نقص معدلات الاستجابة نسبياً حتى تاريخه، والتأخير المترتب على التغييرات التي طرأت على برنامج الأمم المتحدة الإداري والمالي (أوموجا)، سوف يمدد الموعد النهائي لتقديم البيانات حتى أيار/مايو ٢٠١٧. وطلبت اللجنة إلى الأمانة أن تعدد التقييم الأول للنتائج لكي تستعرضه اللجنة في دورتها الرابعة والستين، على أن يتضمن استعراضاً مفصلاً للأدبيات العلمية. وطلبت أيضاً إلى الأمانة أن تعجل بإجراء دراسة استقصائية عن مستويات التعرُّض المهني، مع إقامة تعاون وثيق مع منظمة العمل الدولية وسائر الأجهزة ذات الصلة، وأن تشرع في أعمال تفصيلية لتحديد مستويات تعرُّض عموم الناس للإشعاعات من المصادر الطبيعية والاصطناعية المنشأ وجمع البيانات اللازمة في هذا الشأن.

٥ - أنشطة التوعوية

١٨ - أحاطت اللجنة علماً بالتقرير المرحلي الذي أعدته الأمانة عن أنشطة التوعوية. ونوهت بوجه خاص بالجهود المبذولة في اليابان لتعميم تقرير اللجنة لعام ٢٠١٣ عن مستويات وآثار التعرُّض للإشعاعات الناجمة عن حادث فوكوشيما دايوشي، والورقة البيضاء اللاحقة بشأن ما جرى من تطورات منذ صدور التقرير. وأشارت إلى أن الجمعية العامة كانت قد شجعت الأمانة على مواصلة تعميم النتائج على الجمهور العام. ورحبت اللجنة

أيضاً بأنشطة التوعية التي نُظِّمت خلال الذكرى السنوية الستين لإنشاء اللجنة، والذكرى السنوية الثلاثين لحادث تشيرنوبل، والذكرى السنوية الخامسة للحادث النووي في اليابان. وتحديث منشور صادر بالإنكليزية عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة تحت عنوان " Radiation: Effects and Sources " (الإشعاع: آثاره ومصادره)، لكي يوفر للقارئ غير المتخصص دليلاً علمياً أساسياً في هذا الشأن؛ ومن المزمع نشر هذا الدليل بلغات أخرى. وكانت الأمانة قد أعدت أيضاً مخازن ذاكرة متنقلة (USB) تحتوى على جميع منشورات اللجنة والقرارات ذات الصلة المتعلقة بأنشطتها، بجميع اللغات الرسمية للأمم المتحدة حسبما أمكن، كأداة مرجعية سهلة.

١٩- وفيما يتعلق بالذكرى الستين لتأسيس اللجنة، استضاف عمدة مدينة فيينا ومحافظها حفل استقبال لكبار الشخصيات والباحثين وأعضاء السلك الدبلوماسي في مقر بلدية مدينة فيينا للاحتفال بتلك الذكرى. وأرسل الأمين العام للأمم المتحدة بان كي مون رسالة مسجلة بالفيديو بهذه المناسبة، قال فيها: "لقد حرصت اللجنة دوماً، على مدار تاريخها، على اتباع نهج مستقل محايد في عملها، بدءاً من تقييم أهمية الغبار المتساقط في خمسينات القرن العشرين وحتى تقييم آثار الإشعاع على الجينوم البشري اليوم. وهذا مقوم مهم لمعالجة المسائل ذات الطابع السياسي التي كثيراً ما تثير المشاعر." وتلى متكلمون آخرون رسائل موجهة من رؤساء بعض المنظمات، مثل منظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية واللجنة التحضيرية لمنظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، أثنوا فيها على اللجنة لما تحظى به من خبرات فنية واستقلالية واضحة تتجلى في استعراضاتها العلمية، وثنوا سعيها لتعميم نتائجها العلمية على دوائر واسعة من الجمهور، وشجعوها على مواصلة تلك الجهود.

جيم- التوجهات الاستراتيجية الطويلة الأمد

٢٠- نظرت اللجنة في توجهاتها الاستراتيجية الطويلة الأمد لما بعد الفترة المشمولة بخطتها الاستراتيجية الحالية (٢٠١٤-٢٠١٩). وأحاطت اللجنة علماً بتقرير الأمين العام إلى الجمعية العامة في دورتها التاسعة والستين بشأن تأثير زيادة العضوية إلى ٢٧ دولة، والإجراءات المتعلقة بالنهج المحتملة بشأن زيادات أخرى (انظر الوثيقة A/69/350). وأحاطت اللجنة علماً أيضاً بقرار الجمعية العامة ٨١/٧٠ بشأن آثار الإشعاع الذري، الذي طلبت فيه الجمعية العامة إلى الأمين العام أن يقدم إليها في دورتها الثانية والسبعين قائمة بالدول الأعضاء التي أعربت عن اهتمام خاص بعضوية اللجنة بين الدورتين السادسة والستين والثانية والسبعين.

- ٢١- وتتوخى اللجنة توجيه أعمالها في المستقبل إلى المجالات العلمية التالية بشكل رئيسي:
- (أ) تحسين تقييم مستويات تعرّض الناس للإشعاع في الحياة اليومية، والبيئات المهنية، وخلال الإجراءات الطبية، وجراء الحوادث؛
- (ب) تحسين فهم آليات عمل الإشعاع والتفاعلات البيولوجية على جميع مستويات التنظيم البيولوجي، أي من المستوى الجزيئي إلى مستوى السكان؛
- (ج) التوصل إلى أدلة أكثر تحديداً تتعلق بالآثار الصحية، وبخاصة الآثار الصحية الناجمة عن الجرعات المنخفضة والتعرّض المزمن، ووضع تقديرات سليمة للتبعات على الصحة من جراء تعرّض السكان للإشعاع.
- ٢٢- وتتوقع اللجنة أيضاً أن تؤدي بعض المستجدات السريعة أو الحوادث المهمة إلى إعادة ترتيب الأولويات على المدى القصير أو الطويل، ويجري تغيير برنامج العمل بناء على ذلك في كل دورة. فعلى سبيل المثال، أعادت اللجنة مؤخراً توجيه جهودها نحو التقييم العلمي في الوقت المناسب لمستويات وآثار التعرّض الإشعاعي الناجم عن الحادث النووي في اليابان في عام ٢٠١١.
- ٢٣- وترى اللجنة أنها ستتمكن من مواصلة تقديم تقييمات علمية موثوقة في المجالات العلمية المبينة أعلاه. وتدعم اللجنة بالكامل رأي الأمين العام بأن الغرض الرئيسي من أيّ زيادة في الدول الأعضاء ينبغي أن يكون تعزيز قدرة اللجنة على القيام بعملها العلمي. وترى اللجنة حد عدد الدول الأعضاء بنحو ثلاثين دولة، وهو الحد الذي يمكن معه لأمانة اللجنة بحجمها الحالي أن تدبره بصورة معقولة، مع دعم عمل اللجنة العلمي في نفس الوقت. وأيّ زيادة عن هذا العدد سوف تتطلب تدعيماً إضافياً لموارد الأمانة البشرية (انظر الفقرتين ٣٥ و ٤٠ من الوثيقة A/69/350).
- ٢٤- ومن ثم ترى اللجنة أنّ أيّ مناقشة للعضوية ينبغي أن تركز على قدرة اللجنة على مواصلة توفير تقييمات علمية موثوقة، بالإضافة إلى قدرة الأمانة على دعم اللجنة في هذا العمل. إلاّ أنه بالنظر إلى الزيادة المستمرة في قاعدة البيانات العلمية، فقد يكون من الضروري تنفيذ مجموعة واسعة من الاستراتيجيات التي تساعد اللجنة في عملها على خدمة المجتمع العلمي بالإضافة إلى توسيع نطاق جمهورها. ويمكن لتلك الاستراتيجيات أيضاً أن تسمح للجنة بأن تضم إليها علماء من خارج نطاق عضويتها الحالية. وهناك بالفعل أمثلة على مثل تلك الترتيبات، وقد أثبتت نفعها لعمل اللجنة ولم تلق على عاتق الأمانة إلاّ أعباء إضافية ضئيلة، ربما لا تكاد تُذكر.

٢٥- ومع الإقرار بأهمية إشراك جميع الدول الأعضاء في تنفيذ استراتيجيات اللجنة ومداولها المقبلة وإصدار الوثائق العلمية وغيرها من الأمور، ومع إيلاء الاهتمام للموارد المتاحة، يمكن للجنة أن تنظر في تضمين ما يلي في الاستراتيجيات المشار إليها في الفقرة السابقة:

- (أ) إنشاء أفرقة عاملة دائمة تركز على مجالات منها مصادر الإشعاع والتعرض له، أو الآثار الصحية والبيئية؛
- (ب) دعوة علماء من الدول الأعضاء الأخرى في الأمم المتحدة للمشاركة، في بعض الحالات الخاصة، في التقييمات المتعلقة بالمجالات المذكورة أعلاه؛
- (ج) زيادة الجهود الرامية إلى تحسين طريقة عرض تقييمات اللجنة وملخصاتها على نحو يجذب القارئ إليها دون المساس بدقتها وسلامتها العلمية؛
- (د) التواصل مع الهيئات الدولية الأخرى ذات الصلة لتنفاذي ازدواج الجهود بقدر الإمكان، مع الحفاظ على دور اللجنة القيادي في تقديم التقييمات العلمية الموثوقة إلى الجمعية العامة.
- ٢٦- وخلال الدورات القادمة، ستعمل اللجنة على تنفيذ الاستراتيجيات المذكورة أعلاه.

دال- برنامج العمل في المستقبل

- ٢٧- ناقشت اللجنة خططاً أولية بشأن خمسة مشاريع ونشاطين على نطاق أصغر. والمواضيع الخمسة التي قدمت مقترحات مشاريع بشأنها هي: (أ) الإصابة بالسرطان مرة ثانية بعد المعالجة بالإشعاع؛ (ب) تقييم للأثر الواقع على الكائنات الحية جراء التعرض للإشعاعات الناجمة عن الصناعة النووية؛ (ج) الآليات البيولوجية التي قد يكون لها تأثير على الآثار الصحية الناجمة عن التعرض لجرعات منخفضة من الأشعة؛ (د) آثار التعرض للرادون في المنازل وأماكن العمل؛ (هـ) الدراسات الوبائية عن الإشعاع والسرطان. بعد أن نظرت اللجنة في برنامج العمل الراهن وقدراتها هي وأمانتها على السواء، قررت ما يلي:
- (أ) أن تبدأ في عام ٢٠١٦ في مشاريع تستند إلى الموضوعين (ج) و(د)، وأن تركز في المشروع المقترح للموضوع (ج) على السرطان والآثار الوراثية؛
- (ب) أن تبدأ في عام ٢٠١٧ في مشروع يستند إلى المقترح الخاص بالموضوع (هـ) بالصيغة التي بلورها وفد الولايات المتحدة الأمريكية؛

(ج) أن تطلب من الوفد الفرنسي وضع مواد عمل تتيح التعمق في مناقشة المقترح الخاص بالموضوع (أ) حتى يتسنى قبوله في عام ٢٠١٧.

٢٨- وطلبت اللجنة أيضاً إلى الأمانة إعداد ورقة موجزة عن الرأي العلمي للجنة بشأن عامل فعالية الجرعة وفعالية معدلها، وورقة أخرى عن تقييم بيانات سرطان الغدة الدرقية في المناطق المتضررة من الحادث الذي وقع في محطة الطاقة النووية في تشيرنوبل في عام ١٩٨٦، بهدف مناقشتها وقبولها في الدورة الرابعة والستين للجنة.

هاء- مسائل إدارية

٢٩- بالنظر إلى ضرورة المحافظة على وتيرة عمل اللجنة القوي - ولا سيما عملها على وضع قواعد بيانات بشأن التعرض للإشعاع، وتحسين نشر نتائجها على الجمهور العام، بما في ذلك نشرها بلغات الأمم المتحدة الرسمية غير الإنكليزية - فقد سلّمت اللجنة بأنه سيكون من المهم التعهد بتقديم تبرّعات منتظمة إلى الصندوق الاستئماني العام الذي أنشأه المدير التنفيذي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. واقترحت اللجنة أن تشجّع الجمعية العامة الدول الأعضاء على النظر في التعهد بتقديم تبرّعات منتظمة إلى الصندوق الاستئماني العام لهذا الغرض أو تقديم مساهمات عينية.

٣٠- وأتفقت اللجنة على عقد دورتها الرابعة والستين في فيينا في الفترة من ٢٩ أيار/مايو إلى ٢ حزيران/يونيه ٢٠١٧. وانتخبت أعضاء مكتبها الجدد لتوجيه عملها خلال دورتها الرابعة والستين والخامسة والستين، وهم: هانس فانماركي (بلجيكا)، رئيساً؛ وبيتر ياكوب (ألمانيا)، وباتسي تومسون (كندا)، وميشيل فاليجورسكي (بولندا)، نواباً للرئيس؛ وغيليان هيرث (أستراليا)، مقرراً.

الفصل الثالث

التقرير العلمي

٣١- توفر أربعة مرفقات علمية (نُشرت منفصلة) الأسس المنطقية للنتائج المبينة في هذا الفصل.

ألف- منهجية تقدير مستويات التعرض العام للإشعاعات جراء تصريف المواد المشعة

٣٢- نُجري اللجنة، من وقت لآخر، تقديرات لمستويات التعرض العام للإشعاعات جراء تصريف المواد المشعة في البيئة في ظروف التشغيل العادية، ولاسيما من المرافق التي تشكل جزءاً من دورة الوقود النووي. وتستعرض اللجنة، في كل مرة، المنهجية التي سوف تستخدمها لتقدير مستويات التعرض للإشعاع في ضوء التطورات العلمية، وتنقحها عند الاقتضاء. وقد قررت اللجنة تحديث تقييماتها السابقة لمستويات التعرض البشري للإشعاعات المؤينة جراء عمليات توليد الكهرباء، وتوسيع دائرتها. ومن ثم، قامت باستعراض وتحديث منهجيتها السابقة التي استخدمتها في تقدير مستويات التعرض العام للإشعاعات جراء تصريف المواد المشعة المنشورة في تقريرها لعام ٢٠٠٠. ونظراً للحاجة إلى تطبيق تلك المنهجية بشكل أكثر مرونة على الأنواع المختلفة من عمليات توليد الكهرباء، وتحقيقاً للشفافية، جرى تطويرها لتقديم نتائج في صورة تقديرات للجرعات الإشعاعية التي تنتج تحديداً من تصريف كل نوع من النويدات المشعة المهمة.

٣٣- ويمكن استخدام المنهجية المحدثة لتقييم الجرعات الفردية والجرعات الجماعية المميزة الناتجة عن تصريف المواد المشعة في الغلاف الجوي والأهوار والبحيرات والبحر. والجرعات الفردية المميزة تدل على الجرعات التي يتعرّض لها الشخص العادي الذي يعيش في المنطقة المحيطة بموضع تصريف المواد المشعة. أمّا الجرعات الجماعية فهي حاصل ضرب الجرعة الوسطية التي تتعرّض لها مجموعة معينة من السكان من مصدر محدد في عدد أفراد تلك المجموعة، مجمعاً على مدار فترة زمنية محدّدة. أي أنّ الجرعة الجماعية هي الجرعة التي يتعرّض لها جميع أفراد مجموعة سكانية محددة خلال فترة زمنية محددة. بيد أنّ الجرعات المحسوبة هي قياسات تستخدم فقط للمقارنة بين المصادر المختلفة للتعرض للإشعاعات، وليس لتقدير التداعيات الصحية. وبالإضافة إلى ذلك، لا تنطبق هذه المنهجية إلاً على عمليات التصريف الروتينية التي يمكن افتراض استمراريتها؛ وهناك حاجة إلى منهجيات أكثر تطوراً لتقييم مستويات التعرض من الانطلاقات العرضية.

٣٤- ومن شأن تصريف المواد المشعة أن يُعرض عموم الناس للإشعاعات بعدد من الطرائق، وتراعي المنهجية المحدثة أهم تلك الطرائق، وهي التعرُّض الناجم عن النويدات المشعة خارج الجسم، أي في الجو أو التربة، والتعرُّض الناجم عن النويدات المشعة داخل الجسم بعد تسربها إليه عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع. ولتقدير مقدار التعرُّض جراء عمليات توليد الكهرباء النووية وغير النووية على السواء، امتدت المنهجية لتشمل مجموعة واسعة من النويدات المشعة. وتستخدم المنهجية نماذج تستند إلى البيانات التجريبية والملاحظات الميدانية الأخرى لتقدير انتقال النويدات المشعة عبر البيئة، ومن ثم تقدير مستوى تعرُّض عموم الناس جراء ذلك. وتأخذ المنهجية المحدثة الآن في الاعتبار طريقة إضافية للتعرُّض لم يسبق بحثها، وهي استهلاك المحاصيل التي رويت بماء يحتوي على نويدات مشعة ناتجة عن تصريف المواد المشعة في المياه العذبة.

٣٥- وفي الماضي، استخدمت قيم المتوسط العالمي للكثافة السكانية والاستهلاك الغذائي، حيث اعتبرت كافية لتقدير مستويات التعرُّض على الصعيد العالمي من المرافق النووية. إلا أن محطات الطاقة غير النووية موجودة في مختلف أنحاء العالم، وتباين الكثافة السكانية واستهلاك الغذاء بشكل كبير في المناطق المحيطة بها، ومن ثم، قررت اللجنة إدراج عوامل إقليمية. وحتى مع ذلك، فإن المناطق التي يجري استعراضها لا تزال كبيرة للغاية، وسيكون من الضروري استخدام نهج أخرى لإجراء تقييمات للمواقع الفردية. ويقيم التعرُّض للإشعاع باستخدام سلسلة من النماذج الرياضية، اختارت لها اللجنة قيم بارامترية تؤدي إلى تقديرات واقعية للتعرُّض. ويتباين هذا مع النهج الأكثر حذراً الذي كثيراً ما يستخدم للأغراض التنظيمية، حيث تختار قيم للمبالغة في تقدير التعرُّض عن قصد.

٣٦- وكما كان الحال من قبل، ما زال يمكن تقدير الجرعات الجماعية بالنسبة للسكان على الأصعدة المحلية والإقليمية والعالمية، حسب الاقتضاء. وبالإضافة إلى ذلك، توفر المنهجية معلومات بشأن الجرعات الجماعية الناتجة عن الانطلاق المتواصل في الجو خلال سنة بالنسبة لمجموعات مختلفة من السكان على أساس بعدهم عن نقطة التصريف. و تقديرات الجرعات الجماعية لسكان العالم متاحة حالياً بشكل مجمَّع لفترات ١٠٠ و ٥٠٠ و ١٠٠٠٠٠ عام.

٣٧- وتطبيق هذه المنهجية موضح في سلسلة من كتب العمل الإلكترونية، وذلك مراعاة للشفافية وتيسيراً لاستخدامها وقيام اللجنة بتنقيحها في أيِّ دراسات مقبلة. وتتضمن كتب العمل الإلكترونية معلومات بشأن أهم مسارات التعرُّض والنويدات المشعة المهمة، وهي متاحة للتحميل من الموقع الشبكي للجنة (www.unscear.org).

٣٨- واللجنة على قناعة بمتانة المنهجية المحدثة بصيغتها المطبقة في كتب العمل الإلكترونية، وبأن تلك المنهجية قد استفادت من الوضعية القوية لصيغها السابقة، وأنها ملائمة لتقييم مستويات تعرّض السكان للإشعاعات على الصعيدين الإقليمي والعالمي جراء تصريف النويدات المشعة بشكل روتيني في بيئات مختلفة.

باء- التعرّض للإشعاعات جراء عمليات توليد الكهرباء

٣٩- يتغير خليط التكنولوجيات المستخدمة في توليد الكهرباء على الصعيد العالمي. بمرور الوقت في ضوء التحديات المناخية والبيئية والسياسية والاقتصادية وفي إطار الموارد المتاحة. وقد تُجري الحكومات والجهات البحثية دراسات مقارنة كثيرة تأخذ في الاعتبار آثار التكنولوجيات المختلفة على عموم الناس والعمال والبيئة وأمور أخرى. والتعرّض للإشعاعات المؤينة هو فقط أحد العوامل العديدة التي قد تراعى في تلك التقييمات. ومع هذا، ترى اللجنة أنّ تحديث تقييماتها السابقة لتعرّض عموم الناس والعمال للإشعاع جراء توليد الكهرباء، وتوسيع دائرة تلك التقييمات، يمكن أن يكون مصدراً مفيداً للمعلومات لمثل تلك الدراسات.

٤٠- وفي حين يعود الاهتمام بتعرّض عموم الناس والعمال للإشعاع جراء توليد الكهرباء من الطاقة النووية إلى بدايات استخدام هذه التكنولوجيا، فإنّ التعرّض للإشعاع جراء استخدام تكنولوجيات أخرى لتوليد الكهرباء لم يدرس بهذا القدر من الشمول. وقد استعرضت اللجنة بصورة دورية حالات تعرّض عموم الناس والعمال للإشعاعات جراء توليد الكهرباء من الطاقة النووية، واضطلعت أيضاً بتقييمات لأشكال أخرى من توليد الكهرباء، لكن على نطاق أضيق.^(٦) وقد استخدمت تلك التقييمات منهجيات متعددة، واستندت إلى بيانات من أنشطة صناعية خارج القطاع النووي لا يجري بشكل عام رصدها

(٦) *Sources and Effects of Ionizing Radiation — 1977 Report to the General Assembly, with Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.77.IX.1); *Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects — 1982 Report to the General Assembly, with Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.82.IX.8); *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation — 1988 Report to the General Assembly, with Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.88.IX.7); *Sources and Effects of Ionizing Radiation — 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes* (United Nations publication, Sales No. E.94.IX.2); and *Sources and Effects of Ionizing Radiation — 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Volume I: Sources*, (United Nations publication, Sales No. E.00.IX.3).

أو الإبلاغ عنها بطريقة منهجية، مما يشكل عقبة مثبطة لأيِّ محاولة هامة للمقارنة بين حالات التعرُّض للإشعاع جراء التكنولوجيات المختلفة المستخدمة لتوليد الكهرباء.

٤١- ويقع تقييم الجرعات الجماعية الناجمة عن الحوادث خارج نطاق تقييمات تعرُّض عموم الناس والعمال للإشعاع جراء توليد الكهرباء؛ إلا أن اللجنة أجرت تقييمات عن الحوادث السابقة في تقريرها لعام ٢٠٠٨؛ وحادثة تشيرنوبل في تقارير أعوام ١٩٨٨ و٢٠٠٠ و٢٠٠٨؛ والحادثة النووي في فوكوشيما دايتشي في تقريرها لعام ٢٠١٣. ومن الصعب إجراء مقارنات مباشرة بين حالات التعرُّض الناجمة عن الحوادث وتلك الناتجة عن عمليات التصريف الروتينية. ومن أسباب ذلك أن توزيع الجرعات على عموم الناس مباشرة في أعقاب حادث يكون أكثر تموضعا من الناحية الجغرافية، في حين أن الجرعات الجماعية الناجمة عن العمليات الطبيعية لتوليد الكهرباء تتوزع بقدر أكبر من التساوي على المجموعات السكانية الإقليمية أو العالمية. إلا أن الجرعات الجماعية للمجموعات السكانية العالمية الناجمة عن الحوادث الخطيرة، مثل حادثي محطتي تشيرنوبل وفوكوشيما دايتشي النوويين، كانت أكبر بأضعاف مضاعفة من الجرعات الجماعية التي يتعرَّض لها سكان العالم نتيجة للعمليات الطبيعية للتكنولوجيات المهمة في مجال توليد الكهرباء خلال سنة، حسب تقييم الدراسة.

٤٢- وكما ذكر أعلاه، حدّثت اللجنة منهجيتها لتقدير مستويات التعرُّض العام بسبب تصريف المواد المشعة. وقد أصبحت تلك المنهجية الآن أكثر مرونة حتى تستطيع تناول مجموعة أوسع من تكنولوجيات توليد الكهرباء. فبالإضافة إلى إدراج تحليل مكثف للبيانات المتاحة، توفر المنهجية المحدثة للجنة أساساً للدراسات المقارنة أسلم مما كان ممكناً في السابق. وفي موازاة ذلك، أعادت اللجنة أيضاً تقييم حالات التعرُّض المهني الناتجة عن مختلف تكنولوجيات توليد الكهرباء باستخدام البيانات المستمدة أساساً من سجلات قياس الجرعات التي يتعرَّض لها العمال. وتشكل هذه التقييمات أساساً للدراسة المقارنة الحالية عن تعرُّض كل من عموم الناس والعمال للإشعاع جراء توليد الكهرباء.

٤٣- وأجرت اللجنة الدراسة المقارنة من خلال بحث مصادر التعرُّض جراء تكنولوجيات توليد الكهرباء القائمة على القدرة النووية؛ وحرق الفحم والغاز الطبيعي والنفط والوقود الأحيائي؛ والطاقة الحرارية الأرضية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية. وجرى بحث نوعين من تكنولوجيات توليد الكهرباء (القدرة النووية وحرق الفحم) بالتفصيل، نظراً لوجود قاعدة بيانات قوية قائمة عنهما. وقّمت اللجنة المصادر الرئيسية لتصريف المواد المشعة من دورة حياة هذين النوعين من التكنولوجيات. فبالنسبة لدورة حياة القدرة النووية، تضمنت مصادر تصريف المواد المشعة تعدين اليورانيوم وعمليات طحن خاماته ونفاياتها، وتشغيل محطات

توليد الكهرباء، وأنشطة إعادة المعالجة. وبالنسبة لدورة الحياة المتعلقة بحرق الفحم، تمثلت تلك المصادر في تعدين الفحم، وتشغيل محطات توليد الكهرباء التي تعمل بحرق الفحم (سواء كانت على الطراز الحديث أو القديم)، والرواسب من رماد الفحم. وبغرض التبسيط، سوف نشير إلى دورتي الحياة بعبارتي دورة الوقود النووي ودورة الفحم، على التوالي.

٤٤ - وللمقارنة بين ضروب التعرّض، ركّزت اللجنة على مقياسين، يتكون الأول من الجرعات الجماعية التي تتعرّض لها مجموعات محددة من السكان جراء توليد الكهرباء من كل تكنولوجيا على الصعيدين العالمي والإقليمي خلال سنة، مجمّعة على مدار فترات زمنية محددة. ويتكون المقياس الثاني من الجرعات الجماعية ذات الصلة مقسومة على كم الكهرباء المولّدة باستخدام كل تكنولوجيا. واستخدم عام ٢٠١٠ كسنة مرجعية للمقارنة.

٤٥ - وتقدر اللجنة أنّ دورة الفحم تسهم بأكثر من نصف إجمالي الجرعات الجماعية التي يتعرّض لها عموم الناس محلياً وعالمياً من تصريف المواد المشعة جراء توليد الكهرباء على الصعيد العالمي خلال سنة واحدة. ويستند هذا التقدير على افتراض أنّ عمليات التصريف تتم من محطات التوليد الحديثة التي تعمل بالفحم. ومن ناحية أخرى، أسهمت دورة الوقود النووي بأقل من الخمس. وتأتي المساهمات من دورة الفحم من تصريف النويدات المشعة الطبيعية (ولا سيما الرادون والمواد المشعة الناتجة عنه) أثناء تعدين الفحم، وحرق الفحم في محطات الكهرباء، والرواسب من رماد الفحم. وبالمثل، فإنّ ما يقرب من نصف حالات تعرّض عموم الناس عالمياً من دورة الوقود النووي تأتي من تصريف النويدات المشعة الطبيعية أثناء تعدين اليورانيوم وأنشطة الطحن. وتعتمد هذه القيم على حصة كل تكنولوجيا من إجمالي إنتاج الكهرباء؛ ففي عام ٢٠١٠ أسهمت دورة الفحم بنحو ٤٠ في المائة، وهو المقدار الأكبر. وعلى الرغم من إسهام الرادون والمواد الناتجة عنه بشكل كبير نسبياً في الجرعات الجماعية التي يتعرّض لها عموم الناس من دورتي الوقود النووي والفحم على حد سواء، فإنّ الجرعات الفردية المرتبطة بهما صغيرة مقارنة بالجرعات الناتجة عن استنشاق الرادون والمواد الناتجة عنه بالمستويات التي تحدث بشكل طبيعي في المنازل.

٤٦ - ورأت اللجنة، مع ذلك، أنّ مساهمة أيّ تكنولوجيا في تعرّض عموم الناس للإشعاعات على الصعيد العالمي لا تعتمد فقط على مقدار ما تولده تلك التكنولوجيا من كهرباء، إذ ينبغي أيضاً مراعاة الاختلافات في الجرعات الجماعية بالنسبة لكل وحدة كهرباء مولّدة من كل تكنولوجيا. ففي العمليات العادية، تنتج دورة الفحم جرعة جماعية بالنسبة لكل وحدة كهرباء مولّدة أعلى من تلك التي تنتجها دورة الوقود النووي، وأعلى بكثير بالنسبة لكل وحدة كهرباء مولّدة تنتجها التكنولوجيات الأخرى المقيّمة، فيما عدا الطاقة

الحرارية الأرضية. واستناداً إلى المعلومات المحدودة المتاحة عن تصريف الرادون من محطات الطاقة الحرارية الأرضية، فإن الجرعة الجماعية بالنسبة لكل وحدة كهرباء مولدة من الطاقة الحرارية الأرضية يمكن أن تكون كبيرة. إلا أنه نظراً لعدم استخدام تكنولوجيا الطاقة الحرارية الأرضية على نطاق واسع، فإن مساهمتها في تعرّض عموم الناس على الصعيد العالمي للإشعاع أقل من مساهمة دورة الفحم.

٤٧- وقد تطرقت الاستقصاءات السابقة لأنشطة توليد الكهرباء من الطاقة النووية إلى دراسة مدى مساهمة النويدات المشعة المعمرة، مثل الكربون -١٤، في التعرّض العام للإشعاعات، فتلك النويدات تنتشر على الصعيد العالمي بعد تصريفها وتواصل الإسهام في تعريض عموم الناس للإشعاعات على مدى قرون قادمة، وإن كان بجرعات فردية صغيرة للغاية. ويعتمد إسهام النويدات المشعة، التي تنتشر عالمياً، في الجرعة الجماعية التي يتعرّض لها عموم الناس على الصعيد العالمي على مدى الفترة الزمنية التي تتجمع خلالها الجرعة الجماعية. ومن الملاحظ أن مستوى التعرّض العام الناتج عن تصريف تلك النويدات المشعة التي تنتشر على نطاق العالم خلال سنة واحدة يزداد ببطء مع مرور الوقت. وعلى مدار التجمع الطويلة، التي قد تمتد مثلاً لمئات السنين، يتعرّض عموم الناس عالمياً لجرعات جماعية من هذه النويدات المشعة الناتجة عن دورة الوقود النووي أكبر من تلك الناتجة عن دورة الفحم.

٤٨- وقيمت اللجنة أيضاً حالات التعرّض المهني. وتبينت أن أكبر جرعة جماعية تعرّض لها العمال بالنسبة لكل وحدة كهرباء مولدة كان مرجعها تعدين الفحم، وذلك بسبب التعرّض للنويدات المشعة المتكونة طبيعياً. ومن جميع الجرعات الجماعية المقيّمة، التي يتعرّض لها عموم الناس والعمال، كان التعرّض للإشعاعات نتيجة لتعدين الفحم هو المساهم الأكبر في تكوين الجرعة، وإن تراجع مستوى تلك المساهمة بمرور الوقت نتيجة لتحسن ظروف التعدين. وإلى حد بعيد، كانت دورة الطاقة الشمسية مصدر أكبر جرعة جماعية للعمال بالنسبة لكل وحدة كهرباء مولدة، تليها طاقة الرياح. ويرجع السبب في ذلك إلى أن تلكما التكنولوجيتين تتطلبان استخدام كميات كبيرة من العناصر الأرضية النادرة، ويُعرّض تعدين الخامات المنخفضة النقاء للعمال للنويدات المشعة الطبيعية أثناء عملهم.

٤٩- ويفوق إجمالي الجرعة الجماعية بالنسبة لكل وحدة كهرباء مولدة من دورة الفحم (أي الجرعة التي يتعرّض لها عموم الناس عالمياً وجميع العمال المعرضين مجتمعين) إجمالي الجرعة الجماعية الناتجة عن دورة الوقود النووي. ويظل هذا صحيحاً حتى ولو جمّعت النويدات المشعة المعمرة التي تنتشر على الصعيد العالمي على مدار ٥٠٠ سنة. وعند النظر في كم الكهرباء المولدة في عام ٢٠١٠ من كل تكنولوجيا، يتبين أن دورة الفحم أسفرت عن

أكبر جرعات جماعية يتعرّض لها عموم الناس والعمال على الصعيد العالمي مجتمعين، وتأتي بعدها دورة الوقود النووي، ومن بعدهما الطاقة الحرارية الأرضية وحرق الغاز الطبيعي كأكبر المساهمين من بين التكنولوجيات المتبقية.

٥٠ - وينبغي مراعاة الحرص بشدة عند تفسير هذه النتائج واستخدامها، فالفائدة الوحيدة منها هي توفير رؤية متبصرة للتباين في مستويات التعرّض للإشعاع الناتج عن كل تكنولوجيا. ولا تصلح تلك النتائج للاستخدام كمقياس وحيد للمفاضلة بين تكنولوجيات توليد الطاقة. فكما ورد من قبل، هناك عدد من العوامل وراء اختيار أي بلد لمجموعة معينة من تكنولوجيات توليد الطاقة، ومستوى التعرّض للإشعاع هو مجرد عامل واحد فقط منها.

جيم - الآثار البيولوجية لمجموعة مختارة من مصادر الانبعاثات الداخلية

٥١ - "مصادر الانبعاثات الداخلية" أو "المبتعثات الداخلية" هو أحد المصطلحات الشائعة الاستخدام للنويدات المشعة المترسبة في أعضاء الجسم وأنسجته في أعقاب تسربها إليها، بشكل رئيسي عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع، وربما أيضاً عن طريق الجروح أو احتراق الجلد السليم. وتبعاً للنويدات المشعة المعنية والشكل الفيزيائي الكيميائي لعملية الدخول، تختلف مصادر الانبعاثات الداخلية بشكل كبير حسب النوع والنمط ومدة الانبعاثات المشعة الصادرة عنها وترسبات الطاقة داخل الأعضاء والأنسجة وفيما بينها.

٥٢ - ومن المهم دراسة التعرّض لمصادر الانبعاثات الداخلية مباشرة لأنّ الإشعاع من بعض النويدات المشعة يكون قصير المدى، وبدرجات متفاوتة، كثيف التأين. وعلاوة على ذلك، قد تكون تلك النويدات المشعة موزعة بشكل غير متساو فيما بين أنسجة الجسم. وبالتالي، فإنّ طبيعة الجرعة الناتجة عن بعض مصادر الانبعاثات الداخلية تختلف بشكل ملحوظ عن تلك الناتجة عن التسرب الإشعاعي الخارجي المصدر، مثل القنبلتين الذريتين اللتين انفجرتا في هيروشيما وناغاساكي في اليابان. وتأتي معظم الأدلة على المخاطر الناتجة عن الإشعاع من دراسة التعرّض البشري للإشعاعات التي تخترق الجسم، في حين يتوافر قدر ضئيل من البيانات عن الآثار الصحية للتعرّض الداخلي. ومن ثم، ينبغي تقدير الجرعات التي تتعرّض لها أجهزة الجسم من مصادر الانبعاثات الداخلية باستخدام نماذج محددة، بينما تستشف عوامل الخطر بشكل أساسي من الدراسات المعنية بالاختراقات الإشعاعية الخارجية. ومن المستصوب، في ظل هذه الظروف، التحقق من الافتراضات الأساسية من خلال الملاحظة الواقعية للسكان الذين تعرّضوا للإشعاع من مصادر داخلية من نويدات مشعة محددة.

٥٣ - واستجابة للمبادرات التي اتخذتها عدة بلدان لتقدير الجرعات الملائمة من التريتيوم والنظائر المشعة من اليورانيوم، وفهم ما لها من آثار صحية، استعرضت اللجنة العلمية المعلومات ذات الصلة عن هذه النويدات المشعة. ويورد مرفقان علميان الأسس المنطقية لاستنتاجات اللجنة المبينة في هذا التقرير.

٥٤ - والتريتيوم (^3H) من النظائر المشعة للهيدروجين، وهو لا يتحلل إلا من خلال انبعاثات جسيمات بيتا المنخفضة الطاقة. ويحدث ذلك بشكل طبيعي، بصورة أساسية نتيجة للتفاعل بين جسيمات الأشعة الكونية والغلاف الجوي العلوي، وكذلك بشكل اصطناعي أثناء تشغيل المفاعلات النووية وغيرها من المنشآت الصناعية، ومن خلال استعمال التريتيوم في البحوث البيولوجية الطبية، وكان يحدث فيما سبق حينما كان التريتيوم يستخدم في مجموعة متنوعة من المنتجات الاستهلاكية. ومن المتوقع في المستقبل استخدام التريتيوم على نطاق واسع في المفاعلات الاندماجية. ويوجد التريتيوم في البيئات المحيطة وأماكن العمل بشكل أساسي في الماء المعالج به في شكل سائل أو بخار. ومن الجوانب المتعلقة بالانتقال عن طريق البيئة أو السلسلة الغذائية التي تستدعي المزيد من البحث تراكم التريتيوم في المكون العضوي للأغذية، ويشار إليه بالتريتيوم المترابط عضوياً.

٥٥ - ويوجد عنصر اليورانيوم بشكل طبيعي، وهو واسع الانتشار في الطبيعة. وهناك ثلاثة نظائر مشعة طبيعية لليورانيوم، هي ^{234}U ، ^{235}U ، و ^{238}U . وهي موجودة في الصخور والتربة، ومن ثم، في طعام الإنسان. وتحلل هذه النظائر المشعة من خلال انبعاثات جسيمات ألفا في المقام الأول، وعمر النصف المقدر لها طويل جداً. ويأتي التعرض الداخلي لليورانيوم لدى العمال في المقام الأول نتيجة لأنشطة تعدينه واستخدامه كوقود نووي. أمّا في الحياة اليومية، فيتعرض الناس لليورانيوم الناتج أساساً من مياه الشرب والمواد الغذائية. وهناك شواغل بشأن تعرض العسكريين والناس لليورانيوم المستنفذ (أو المنضب وهو خليط من النظائر يحتوي على نسبة منخفضة من ^{235}U) المستخدم في الذخائر، وقد أعربت الجمعية العامة مثلاً عن ذلك في قرارها ٥٧/٦٩ بشأن آثار استخدام الأسلحة والذخائر التي تحوي اليورانيوم المستنفذ.

٥٦ - ويتم حساب الجرعات التي تمتصها أجهزة الجسم نتيجة للتعرض لمصادر الإشعاع الخارجية باستخدام نماذج تشريحية للجسم البشري يشار إليها بالإنكليزية باسم phantoms (الأشباح)، بينما يتطلب تقييم الجرعات من مصادر الانبعاثات الداخلية الاستعانة بنماذج حركية بيولوجية (biokinetic) تصف سلوك النويدات المشعة في أعقاب امتصاص الجسم لها، في المقام الأول عن طريق الاستنشاق أو البلع. وتبين هذه النماذج ترسبات الجسيمات المستنشقة والبخار في المسالك الهوائية ومرور النويدات المشعة المتسربة داخل الجسم عبر

المسالك الهضمية. وتجسد النماذج أيضاً توزيع النويدات المشعة لاحقاً في أجهزة الجسم وأنسجته عن طريق الدم، والاحتفاظ بها في مواقع الترسب، وإخراجها. وتعتمد موثوقية النماذج المستخدمة في تقدير الجرعات من العناصر الفردية ونظائرها المشعة على نوعية البيانات التجريبية والبشرية المتاحة.

٥٧- وفيما يتعلق بالتريتيوم، تتوافر نماذج في شكل ماء معالج بالتريتيوم، تجسد توزيعه في جميع أجهزة الجسم وأنسجته حسب محتواها من الماء. ولا تتوافر معلومات كثيرة يمكن الاعتماد عليها في بناء نماذج ملائمة لسلوك الأشكال المختلفة من التريتيوم المترابط عضوياً وغيره من مركبات التريتيوم، ومنها الأحماض الأمينية، التي يكون لبعضها دور في توليف الحمض النووي والبروتينات المرتبطة به. ويعتمد امتصاص اليورانيوم جزئياً على ما إذا كان استنشق أو ابتلع، ويتفاوت بشكل كبير حسب الشكل المادي والكيميائي لليورانيوم. ويتراكم اليورانيوم الممتص في الدم في الهيكل العظمي بشكل رئيسي، ويحتفظ الجسم ببعضه في الكلى خلال عمليات الإخراج البولي السريع التي يتخلص فيها الجسم من أجزاء كبيرة منه.

٥٨- وتباين الأنواع المختلفة من الإشعاع من حيث فعاليتها في الإصابة بالسرطان وغيره من المشاكل الصحية. ومن الفئات الإشعاعية العريضة فتنا الفوتونات والجسيمات المشحونة، مثل الإلكترونات وجسيمات ألفا. وبعض أنواع الجسيمات المشحونة أكثر فعالية من الفوتونات، التي تحترق الأجسام، بوجه عام في الإصابة بالسرطان بالنسبة لكل وحدة من وحدات الجرعة الممتصة. ويعتمد تقييم هذه الاختلافات إلى حد كبير على البيانات التجريبية بشأن الفعالية البيولوجية النسبية، التي تعرف بأنها نسبة الجرعة الممتصة من الإشعاع المرجعي إلى الجرعة الممتصة من الإشعاع المختبر اللازمة لإنتاج نفس الأثر البيولوجي.

٥٩- وتتناول العديد من الأدبيات العلمية الدراسات المتعلقة بالفعالية البيولوجية النسبية لانبعاثات جسيمات البيتا من التريتيوم. وعندما تقارن بأشعة غاما والأشعة السينية، فإنها تتراوح، في إطار مجموعة من نقاط النهاية البيولوجية، بين شبه الوحدة وعدة مضاعفات. بيد أن القدرة على استخلاص نتائج بشأن التسرطن محدودة بسبب العدد القليل من الدراسات ذات الصلة التي أجريت على الثدييات. وهناك قدر محدود من المعلومات المتاحة التي يمكن استخدامها لتقدير قيم الفعالية البيولوجية النسبية لانبعاثات جسيمات ألفا من نظائر اليورانيوم. بيد أن تلك القيم بالنسبة لجسيمات ألفا تعتمد على طاقة الجسيمات ومداهم وكثافة ترسب الطاقة على امتداد المسارات القصيرة، وتكون تلك القيم مستقلة إلى حد كبير عن النويدات المشعة المعنية، إلا إذا كانت النويدات المشعة تحدد مصدر الانبعاثات داخل

أنسجة الجسم. وتبلغ القيم النمطية للفعالية البيولوجية النسبية المبلغ عنها بشأن جسيمات ألفا مقارنة بأشعة غاما أو الأشعة السينية حوالي عشر نقاط نهاية لسرطان الكبد والرئة، مع قيم أدنى لسرطان الدم.

٦٠- وفي حين ترتبط الآثار الورمية لليورانيوم في الحيوانات على الأرجح بالسمية الإشعاعية الناتجة عن انبعاثات جسيمات ألفا، ترتبط بعض الآثار بوضوح بالسمية الكيميائية لأنواع اليورانيوم، وبخاصة في الكلى. والسمية الكيميائية هي العامل المقيّد في تحديد المستويات المقبولة حاليًا من اليورانيوم في مياه الشرب.

٦١- وأجري عدد من الدراسات الوبائية على عمال وأفراد من الجمهور يحتمل أنهم تعرّضوا للتريتيوم. غير أنّ أياً من هذه الدراسات لم يقدم بعد معلومات مفيدة تظهر زيادات في تواتر الإصابة بالسرطان لدى السكان المعرضين يمكن أن تُعزى إلى التعرّض للإشعاع من التريتيوم. وأظهرت الدراسات الوبائية التي أجريت على بعض العاملين في المجال النووي ضعف الارتباط بين التعرّض لليورانيوم ومعدلات الإصابة بسرطان الرئة، وإن كانت البيانات غير قاطعة بما يكفي للتدليل على وجود علاقة سببية.

٦٢- ونظرت اللجنة في دراسات عن الآثار الصحية لليورانيوم المستنفد المستخدم في الذخائر خلال التطبيقات العسكرية. ولم تظهر أمراض مهمة من الناحية الإكلينيكية ترتبط بالتعرّض لليورانيوم المستنفد بين العسكريين أو أفراد الجمهور. ويتسق هذا مع التوقعات، نظراً لانخفاض مستويات التعرّض المقيسة أو المقيّمة.

٦٣- وتدرك اللجنة ضرورة مواصلة البحث والاستعراض لتقييم آثار التعرّض الداخلي. وهناك حاجة إلى المزيد من العمل لفهم آثار تلقي جرعات غير متساوية من مصادر الانبعاثات الداخلية داخل الأنسجة والخلايا مقارنة بالتلقي الموحد للجرعات من التعرّض الخارجي للإشعاعات الخارقة. وينبغي تركيز المزيد من الأبحاث أيضاً على التعقيد الذي ينطوي عليه تغير التعرّض وحساسية الأنسجة خلال مراحل نمو الجنين داخل الرحم والمراحل الأولى للنمو اللاحقة للولادة.

التذييل الأول

أعضاء الوفود الوطنية الذين حضروا دورات لجنة الأمم المتحدة العلمية
المعنية بآثار الإشعاع الذري من الدورة السابعة والخمسين إلى الدورة
الثالثة والستين

P. Carretto و A. Canoba و (ممثل) A. J. González	الأرجنتين
M. G. Ermacora و M. di Giorgio	
G. Hirth و M. Grzechnik و C. Baggoley و (ممثل) C.-M. Larsson	أستراليا
R. Tinker و S. B. Solomon و P. Johnston	
A. Nikalayenka و (ممثل) J. Kenigsberg و (ممثل) A. Stazharau	بيلاروس
N. Vlasova و V. Ternov و A. Rozhko	
H. Bosmans و H. Bijwaard و S. Baatout و (ممثل) H. Vanmarcke	بلجيكا
L. Mullenders و F. Jamar و H. Engels و G. Eggermont	
P. Willems و A. Wambersie و P. Smeesters و H. Slaper	
M. Nogueira Martins و (ممثل) D. R. Melo و (ممثل) J. G. Hunt	البرازيل
L. Holanda Sadler Veiga و D. de Souza Santos و (ممثل)	
E. Rochedo و M. C. Lourenço	
B. Pieterston و (ممثل) N. E. Gentner و (ممثل) P. Thompson	كندا
K. Bundy و D. Boreham و (ممثل) C. Purvis و (ممثل)	
R. Lane و S. Hamlat و P. Demers و J. Chen و D. B. Chambers و	
D. Whillans و E. Waller و C. Lavoie	
Li F. و Gao H. و Du Y. و Dong L. و Chen Y. و (ممثل) Pan Z.	الصين
Song G. و Qin Q. و Pan S. و Liu Y. و Liu S. و Liu J. و Lin X. و	
Yang X. و Yang H. و Xuan Y. و Wang Y. و Sun Q. و Su X. و	
Zhu M. و Zhou P. و Zhang W. و	
(ممثل) T. S. El-Din Ahmed Ghazey و (ممثل) W. M. Badawy	مصر
T. Morsi و (ممثل) M.A.M. Gomaa و	
E. Salminen و R. Bly و A. Auvinen و (ممثل) S. Salomaa	فنلندا
E. Ansoborlo و (ممثل) A. Rannou و (ممثل) L. Lebaron-Jacobs	فرنسا

- I. Clairand و M. Bourguignon و J.-M. Bordy و
 J.-R. Jourdain و A. Flüry-Hérard و I. Dublineau Naud و
 E. Quémeneur و F. Ménétrier و R. Maximilien و
 M. Tirmarche و
 A. Böttger و S. Baechler و (ممثل) W. Weiss و (ممثل) P. Jacob ألمانيا
 J. Kopp و G. Kirchner و T. Jung و K. Gehrcke و A. A. Friedl و
 H. Zeeb و W. Rühm و W.-U. Müller و R. Michel و
 K. S. Pradeepkumar و (ممثل) S. K. Apte و (ممثل) R. A. Badwe الهند
 P. C. Kesavan و B. Das و (ممثل) K. B. Sainis و (ممثل)
 Y. S. Mayya و
 (ممثل) S. Widodo و (ممثل) Z. Alatas و (ممثل) E. Hiswara إندونيسيا
 B. Zulkarnaen و G. Witono و G. B. Prajogi و
 S. Akiba و M. Akashi و K. Akahane و (ممثل) Y. Yonekura اليابان
 K. Kodama و H. Fujita و M. Chino و N. Ban و T. Aono و
 S. Saigusa و K. Ozasa و O. Niwa و M. Nakano و M. Kowatari و
 T. Takahashi و M. Takahashi و G. Suzuki و K. Sakai و
 H. Yasuda و H. Yamagishi و Y. Yamada و
 (ممثل) J. Aguirre Gómez المكسيك
 R. Ali و (ممثل) M. Ali و (ممثل) Z. A. Baig باكستان
 (ممثل) L. V. Pinillos Ashton و (ممثل) A. Lachos Dávila بيرو
 B. M. García Gutiérrez و
 M. Janiak و L. Dobrzyński و (ممثل) M. Waligórski بولندا
 M. Kruszewski و
 J.- و K.-H. Do و (ممثل) K.-W. Cho و M. Baek و (ممثل) B. S. Lee جمهورية كوريا
 J. K. Lee و D.-K. Keum و S. H. Kim و K. P. Kim و I. Kim و
 S. W. Seo و S. Y. Nam و (ممثل) S. H. Na و J. E. Lee و
 R. Alexakhin و (ممثل) M. Kiselev و (ممثل) A. Akleyev الاتحاد الروسي
 N. Koshurnikova و V. Ivanov و S. Geraskin و T. Azizova و
 B. Lobach و I. Kryshev و A. Kryshev و A. Koterov و
 S. Romanov و A. Rachkov و O. Pavlovsky و S. Mikheenko و
 S. Shinkarev و A. Sazhin و A. Samoylov و

التذييل الثاني

قائمة بأسماء الموظفين العلميين والاستشاريين الذين تعاونوا مع لجنة
الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في إعداد تقريرها
العلمي لعام ٢٠١٦

L. Anspaugh

B. Lauritzen

M. Balonov

I. Dublineau

H. Grogan

L. Hubbard

B. Lambert

C. Robinson

E. Rochedo

R. Shore

J. Simmonds

R. Wakeford

أمانة لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري

M. J. Crick

F. Shannoun