INF

INFCIRC/368
8 August 1989
GENERAL Distr.
ARABIC
Original: RUSSIAN

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

نشرة اعلامية

تقرير عن حادث اشعاعي وقع في منطقة جنوب الاورال
يوم ٢٩ ايلول/سبتمبر ١٩٥٧

استجابة لما أعرب عنه المجتمع الدولي من قلق بشأن الآثار المحتملة لحادث اشعاعي وقع في جنوب منطقة الاورال في ١٩٥٧، قام الاخصائيون السوفيات باعداد التقرير المرفق الذي يحتوي على معلومات عن هذا الحادث.

وقد تلقت الوكالة هذا التقرير من اللجنة الحكومية السوفياتية المعنية باستخدام الطاقة الذرية، ويجري تعميمه على جميع الدول الأعضاء في الوكالة للاطلاع عليه.

89-03124
١٧٣٢٠

ترجمة رسمية من اللغة الروسية

حادث وقع في منطقة جنوب الأورال يوم ٢٩ أيلول/سبتمبر ١٩٥٧

بقلم

ب. ف. نيكيبيلوف، ج. ن. رومانوف، ل. ا. بولداكوف،
ن. س. بابابيف، يو. ب. خولينا، ا. ي. ميكرين

يمكن تفسير الموقف السلبي الذي تنتهجه قطاعات معينة من السكان تجاه القوى النووية الى حد بعيد بأنه نتيجة لعدم كفاية المعلومات التي اتيحت بشأن أنشطة مرافق دورة الوقود النووي. وذلك يشمل مسائل تتعلق ببناء محطات القوى النووية الجديدة، كما يشمل أيضا مقارنة بين آثارها على البيئة وآثار الأنشطة الصناعية التقليدية الأخرى مثل محطات القوى الحرارية، والأنشطة الكيميائية ومصانع التعدين. وفضلا عن ذلك فان ما يعنينا هنا أيضا هو المعلومات المتعلقة بحوادث وقعت في محطات تنتمي للصناعة النووية، وبآثار هذه الحوادث.

ففي السنوات التي أعقبت الحرب العالمية الثانية مباشرة تم انشاء مرفق عسكري في منطقة جنوب الأورال لانتاج نوع جديد تماما من الأسلحة -وهي الأسلحة النووية التي كانت بالفعل لازمة لتعزيز القدرة الدفاعية لبلدنا. وقد تم انشاء هذا الدرع النووي نتيجة لجهد بطولي وخارق بحق من جانب الشعب السوفياتي، وذلك في أحوال عسيرة للغاية -بما في ذلك أحوال كانت لها آثار ضارة على صحة الموظفين. وخلال سنوات التشغيل الأولى لم تكن هناك خبرة مكتسبة بشأن مرافق من هذا النوع، كما أن المشاكل التي تؤثر في البيئة وفي صحة الموظفين لم تكن قد درست بعد بطريقة علمية. ونتيجة لذلك، تلوثت أجزاء معينة من الاراضي المحيطة بالمرفق خلال الخمسينات.

وقد حدث تلوث اشعاعي خطير نتيجة لحادث وقع يوم ٢٩ أيلول/سبتمبر ١٩٥٧. فنتيجة لخطأ في نظام التبريد المستخدم في الأحواض الأسمنتية التي تحتوي على نفايات النترات والأسيتات القوية الاشعاع، حدث انفجار كيميائي في هذه المواد نتج عنه انطلاق نواتج انشطارية مشعة في الجو تشتتت وترسبت فيما بعد في أجزاء من أقاليم شيليابنسك و سفيردلوفسك و تيومينسك.

وقد بلغ مقدار الاشعاعات المنطلقة اجمالا نحو ٣ مليون كوري(*). ويبين الجدول ١ تكوين المواد المنطلقة.

وبالنسبة للمنطقة التي بلغت فيها كثافة التلوث بالسترونشيوم-٩٠ حوالي ١ر٠ كوري/كم٢ (أي ضعف مستوى الغبار المتساقط في العالم) بلغ أقصى طول لمسار الترسيب تحت السحابة الاشعاعية المتكونة ٣٠٠ كم؛ وبالنسبة لكثافة التلوث بالسترونشيوم-٩٠ والتي تبلغ ٣ كوري/كم٢، كان طول هذا المسار ١٠٥ كيلومترا، بعرض يتراوح بين ٨ و ٩ كيلو مترات. ويبين الجدول ٣ توزيع الكثافة المساحية.

وكان وجود مواد جيمية بين النويدات الملوِّثة هو السبب في تعرض السكان والبيئة للتشعيع الخارجي. وخلال الفترة البدئية، بلغ معدل الجرعة نحو ١٥٠ ميكرو رونتغن/ساعة(*) في المنطقة التي بلغت فيها كثافة التلوث بالسترونشيوم-٩٠ حوالي ١ كوري/كم٢.

ونتيجة للاضمحلال الاشعاعي للنويدات قصيرة العمر، انخفضت مستويات التلوث ومعدلات جرعات الأشعة الجيمية في منطقة الحادث بسرعة الى حد ما خلال السنوات الأولى التي أعقبت تكوين مسار السحابة الاشعاعية (أنظر الجدول ٣)، وبعد ذلك خضع الوضع الاشعاعي تماما لوجود السترونشيوم-٩٠ ولمعدل اضمحلاله الاشعاعي. وكان تعرض السكان في الأراضي الملوثة يرجع في البداية للاشعاعات الخارجية المنبعثة من التربة ومن أشياء في منازلهم -بما في ذلك ملابسهم ذاتها- وكذلك للاشعاعات الداخلية الناجمة عن تناول أغذية ومياه شرب ملوثة، واستنشاق مواد مشعة وقت تكوُّن السحابة الاشعاعية. وفيما بعد (أي بعد فترة تراوحت بين نصف سنة وسنة) أصبح التعرض الداخلي ناجما عن الأغذية الملوثة في المقام الأول.

وقد تمثلت تدابير الحماية من الاشعاعات التي اتخذت بالنسبة للسكان فيما يلي:

- اجلاء السكان؛
- ازالة تلوث بعض رقع من الأرض الزراعية؛
- رصد مستويات التلوث في المنتجات الزراعية، ورفض المنتجات التي تتجاوز مستويات اشعاعاتها المعايير المقبولة؛

(*) ١ كوري = ٣ر٧ × ١٠^{١٠} بيكريل. وقد أدى حادث تشرنوبل الى انطلاق ٥٠ مليون كوري.

(*) ١ رونتغن = ٢ر٥٨ × ١٠$^{-٤}$ كولومب/كيلو جرام.

- فرض قيود على استخدام الأراضي الملوثة؛

- اعادة تنظيم الأنشطة المتعلقة بالزراعة والغابات، عن طريق انشاء مزارع حكومية متخصصة ومؤسسات لاستغلال الغابات تعمل وفقا للتوصيات الخاصة التي وضعت على ضوء الحادث.

ويبين الجدول ٤ ديناميات عملية اجلاء السكان الذين كانوا يعيشون في مناطق تتجاوز كثافة التلوث بالسترونشيوم-٩٠ فيها ٢ كوري/كم٢.

وعقب الحادث مباشرة -أي خلال فترة تراوحت بين ٧ و ١٠ أيام- تم اجلاء ٦٠٠ شخص من المنازل الواقعة في أكثر المناطق تعرضا للخطر؛ كما تم اجلاء ٠٠٠ ١٠ شخص في الثمانية عشر شهرا التي أعقبت الحادث. واجمالا تم اجلاء ١٨٠ ١٠ شخصا. وقد بلغت متوسطات جرعات التعرض القصوى قبل الاجلاء ١٧ ريم من جراء التعرض الخارجي و ٥٢ ريم على أساس مكافىء الجرعة الفعال (١٥٠ ريم بالنسبة للسبيل المعدي المعوي).

وقد تمثلت عملية ازالة التلوث أساسا في ازالة الطبقات السطحية للأراضي الزراعية. ففي عامي ١٩٥٨ و ١٩٥٩ أزيلت بالطريقة المعتادة الطبقات السطحية لنحو ٣٠ ألف هكتار من الأراضي التي تقع في منطقة بداية مسار السحابة المشعة، وفي الفترة ١٩٦٠-١٩٦١ أزيلت طبقات سطحية سميكة لمساحة تبلغ ٢٠٠ ٦ هكتار، حيث تجاوز عمق الطبقة السطحية المزالة ٥٠ سنتيمترا.

وعقب الحادث مباشرة تم الأخذ بنظام للحد من استخدام المناطق الملوثة والحد من دخول السكان اليها وذلك في منطقة بداية مسار السحابة الاشعاعية، وبعد الانتهاء من عملية الاجلاء في ١٩٥٩ تم توسيع هذا النظام ليشمل كل المنطقة التي تتجاوز كثافة التلوث بالسترونشيوم-٩٠ فيها ٢ كوري/كم٢؛ وقد خضعت هذه المنطقة بعد ذلك للوائح حماية صحية خاصة. وفيما بعد، في ١٩٦٢، تم تقليص هذه المنطقة الى ٢٢٠ كم٢، وكان الحد الأقصى لكثافة التلوث بالسترونشيوم-٩٠ فيها ١٠٠ كوري/كم٢ عند نهايتها البعيدة. أما باقي الأراضي فقد عاد للاستخدام الزراعي.

وفي ١٩٥٨، توقف الاستخدام الزراعي لمنطقة مساحتها ٠٠٠ ٥٩ هكتار في اقليم شيليابنسك و ٠٠٠ ٤٧ هكتار في اقليم سفيردلوفسك. وابتداء من عام ١٩٦١، عادت هذه الأراضي تدريجيا للاستخدام الزراعي.

وتم انشاء ست مزارع حكومية خاصة في شيليابنسك، كما تم انشاء ثلاث من هذه المزارع في منطقة سفردلوفسك؛ وقد عادت هذه المنطقة الاخيرة الى الانتاج الزراعي في ١٩٦١. أما في اقليم شيليابنسك، فقد اكتملت عملية اعادة الأراضي الى الاستخدام الزراعي في ١٩٧٨ تقريبا، والآن عادت مساحة قدرها ٠٠٠ ٤٠ هكتار من المساحة الاجمالية التي تبلغ ٠٠٠ ٥٩ الى الاستخدام الزراعي.

ويجري العمل في المزارع الحكومية المتخصصة وفقا للوائح علمية وعملية خاصة وضعت لهذا الغرض(*)، وهذا العمل يركز أساسا على انتاج اللحوم بوصفه منتجا به أقل مستويات من السترونشيوم-٩٠ بالمقارنة بالمواد الغذائية الاخرى. ولأسباب اقتصادية، تنتج المزارع الحكومية المتخصصة منتجات أخرى أيضا، بيد أنه في الحالات التي تتراوح فيها نسبة الأراضي الملوثة بين ١٠ و ١٥٪ من اجمالي الأرض الزراعية المتاحة لهذه المزارع، يقتصر استخدام هذه الأراضي على انتاج علف الماشية والخنازير. ويبين الجدول ٥ مستويات تلوث اللحوم والالبان في المزارع الحكومية المتخصصة في اقليم شيليابنسك. وتقدر فعالية هذا النظام الزراعي، مقدرة على أساس مدى انخفاض مستويات السترونشيوم-٩٠ في منتجات المزارع الحكومية المتخصصة بالمقارنة بمستوياته في المنتجات الزراعية "غير المراقبة"، بعوامل تتراوح بين ٢ و ٧ بالنسبة لانتاج اللحوم وبين ٣ و ٤ بالنسبة للالبان. بيد أنه لا يمكن تطبيق هذه الارقام بالنسبة لمنتجات المزارع فرادى.

وظل السكان الذين لم يتم اجلاؤهم يعيشون في مناطق بلغت كثافة التلوث القصوى بالسترونشيوم-٩٠ فيها نحو ١ كوري/كم٢. وكان مسار التعرض الرئيسي بالنسبة لهؤلاء الاشخاص بعد الفترة البدئية التي أعقبت الحادث يتمثل في ابتلاع السترونشيوم-٩٠ مع الاغذية، ولا سيما الالبان (بنسب كبيرة تتراوح أحيانا بين ٦٠ و ٨٠٪)؛ ويترسب السترونشيوم-٩٠ بعد ذلك في الهيكل العظمي، مما يؤدي الى تشعيع العظام ونخاع العظام الاحمر. وبعد ثلاثين عاما، انخفض الامتصاص اليومي من السترونشيوم-٩٠ مع الغذاء بالنسبة لهؤلاء الافراد بعامل قدره ٣٠٠ ١ بالمقارنة بالفترة البدئية للحادث، وبعامل قدره ٣٠٠ بالنسبة لعام ١٩٥٨. وهذا يرجع الى أن تركيزات السترونشيوم-٩٠ في الالبان وغيرها من المنتجات انخفضت بأسرع مما كان متوقعا على أساس معدل اضمحلال النظير (بعوامل كبيرة تبلغ أحيانا ١١٠ على مدى ثلاثين عاما) وكذلك نتيجة لعمليات فيزيائية كيميائية أدت الى تحول السترونشيوم في التربة، الى جانب عمليات طبيعية أخرى. وقد تم تجاوز الحد الأقصى السنوي للامتصاص من السترونشيوم بالنسبة لقطاع محدود من السكان، وهذا الحد هو ٠ر٣٢ ميكرو كوري/سنة طبقا للمعايير الواردة في NRB-76/87 (معايير السلامة الاشعاعية لعام ١٩٨٧) حيث بلغت كثافة التلوث (كوري/كم٢ على مدى السنوات الأربع الأولى التي أعقبت الحادث. وفي الوقت الراهن يبلغ الامتصاص السنوي من السترونشيوم-٩٠ بالنسبة للسكان الذين يعيشون في مناطق تبلغ كثافة التلوث فيها ١ كوري/كم٢ ٣٪ من الامتصاص السنوي المسموح به في المتوسط، وتبلغ أقصى قيمة لهذه النسبة ١٢٪ في قرية واحدة.

(*) قام خبراء من المحطة التجريبية التي أنشأتها وزارة الهندسة الميكانيكية المتوسطة بالاتحاد السوفياتي في ١٩٥٨ لدراسة آثار الحادث، بوضع التوصيات المناسبة. وقد أنجز هذا العمل بالتعاون مع الفرع المحلي لمعهد البيوفيزياء التابع لوزارة الصحة السوفياتية.

وفي المناطق التي بلغ متوسط الحد الأقصى لكثافة التلوث بالسترونشيوم-٩٠ فيها ١ كوري/كم٢، كان مكافىء الجرعة الفعال بعد ثلاثين عاما ٢ر١ ريم، منها ٥ر٢ ريم تؤثر في النخاع الأحمر للعظام ونحو ٨ ريم تؤثر في العظام. واذا اعتبرنا أن حد جرعة تعرض نخاع العظام الأحمر هو ٥ر٠ ريم سنويا، فان التعرض الاجمالي على مدى ثلاثين سنة يكون ٥ر٢ ÷ (٥ر٠ × ٣٠) = ١٧ر٠ من الحد الأقصى المسموح به طبقا لمعايير NRB-76/87. بيد أنه من الممكن مضاعفة هذا التقدير، نظرا للشكوك التي تحيط بتكوّن المسارات الاشعاعية.

والى جانب دراسة مواضيع تتعلق بالصحة والسلامة والوضع البيئي الذي ظهر في المناطق التي تأثرت بالسحابة الاشعاعية، قامت فرق طبية خاصة بمهام علاجية وتشخيصية بالنسبة للسكان المحليين، وقامت بحملة اعلامية بغية ضمان أفضل نهج ممكن للحماية من الاشعاعات. وقد تمثلت هذه الحملة الأخيرة أساسا في الدعاية للصحة الشخصية بغية الحؤول دون ابتلاع الأفراد للنويدات المشعة، ومصادرة المواد الغذائية التي تزيد مستويات التلوث فيها عن الحدود المقبولة، والاستعاضة عنها بمنتجات غير ملوثة ونقية. وفي المرحلة الأولى عقب وقوع الحادث بذلت جهود من أجل قطع السلسلة الغذائية عند مستوى زراعة الأعلاف وتربية الماشية: وكان ذلك خلال الخريف والشتاء. وقد تم قطع السلسلة الغذائية عند مستوى التربة والعلف وزراعة المحاصيل في مرحلة ثانية، خلال ربيع وصيف العام التالي عندما وصلت النويدات المشعة الى الكائنات الحية عن طريق المحصول الجديد. وقد تمثلت الخطوات الرئيسية التي اتخذت في هذه المرحلة في ازالة طبقات سطحية عميقة من الاراضي الملوثة بالنويدات المشعة ورصد العلف والاغذية المخصصة للاستهلاك الآدمي بعناية. وقد بدأت عملية ازالة الطبقات السطحية للتربة في أواخر خريف ١٩٥٧، بيد أنها جرت في أغلبها خلال صيف ١٩٥٨. وكان من جراء هذا التدبير أن انخفضت جرعة الأشعة الجيمية بعامل قدره عشرة.

وينبغي ألا ينظر الى هذه التدابير على انها تدابير جذرية. فبالرغم من أنها أدت الى الاقلال من المواد المشعة التي تدخل أجسام الأفراد بعامل يزيد عن عشرة، فان الجرعات الاشعاعية التي أصابت الأعضاء الداخلية لم تنخفض الا بعامل لا يتجاوز الاثنين. وكان ذلك يرجع الى طبيعة تكوين خليط النويدات المشعة في الغبار المتساقط نتيجة للحادث.

وقد اتخذت تدابير أخرى للتنظيف ثبت أيضا أنها غير فعالة بشكل مناسب، لا سيما وأن عملية ازالة التلوث لم تؤد، بسبب الخصائص الجغرافية الخاصة للمنطقة، الا الى نتائج متواضعة نسبيا.

وجرت المراقبة الطبية للسكان على النحو التالي. تم تحديد المنطقة التي تأثرت بالاشعاعات واجلاء سكانها على مراحل الى أماكن خالية من التلوث الاشعاعي (أنظر الجدول ٤). وجرت دراسة عدد من المؤشرات الصحية المتعلقة بجميع سكان المنطقة -أي

الذين تم اجلاؤهم والذين كانوا يعيشون على حدود منطقة الاجلاء، أي المنطقة التي كانت مستويات التلوث فيها تقل عن ١ كوري/كم٢ (سترونشيوم-٩٠)، والأشخاص الذين كانوا يعيشون على مسافات أبعد من المنطقة الملوثة: وقد شملت هذه المؤشرات الحالة البدنية العامة، وتكوّن الدم، والحالة العصبية، ونمو الأطفال، وأحوال المواليد ونموهم البدني، وظهور حالات الحساسية، وأحوال السبيل المَعدي المعوي، ووقوع الأمراض المُعدية ووفيات الأطفال. وخلال السنوات الثلاث الأولى التي أعقبت الحادث كانت هذه الدراسات تجرى مرة كل سنة، وفيما بعد كانت تجرى مرة كل عشر سنوات. ولا تزال الاستقصاءات مستمرة في الوقت الراهن بغية اكتشاف أي أورام خبيثة تكون قد ظهرت أو أي أمراض مشابهة أخرى، وكذلك لتحديد أسباب الوفاة بالنسبة للأشخاص الذين قضوا وقتا قصيرا اما في المنطقة الملوثة أو المناطق الخاضعة للمراقبة.

وقد أظهرت هذه الدراسات السكانية الدينامية ما يلي: في خلال السنوات الثلاث الأولى لم تظهر على المجموعة السكانية التي تم اجلاؤها والمجموعات التي تعيش في المنطقة التي تزيد مستويات التلوث بالسترونشيوم-٩٠ فيها عن ٣ كوري/كم٢ (أنظر الجدول ٦) أي زيادة في أعراض معينة مثل المرض الاشعاعي بأي شكل من أشكاله بالمقارنة بالمجموعات الخاضعة للمراقبة، كما لم تحدث أي حالات تلف في النخاع الاحمر للعظام أو أي تغييرات عصبية عضوية أو أي حالات حساسية. كذلك لم تحدث أي زيادة في عدد الاضطرابات النباتية الوعائية، أو الاحتشاء العضلي القلبي، أو حالات افراط التوتر، أو أي اضطرابات مشابهة. وفضلا عن ذلك، فعلى الرغم من أنه اكتشف انخفاض في عدد الكريات البيضاء لدى ٢٣٪ من الأشخاص الذين تم فحصهم -ضمن مجموع يصل الى ٥٠٠٠ فرد أحيانا- فلم يكن هناك انخفاض في عدد الصفائح الا فيما ندر، كما أن حالات الاضطرابات العصبية الوظيفية كانت نادرة أيضا. وقد تراوحت جرعة الأشعة الجيمية الخارجية بالنسبة لهذه المجموعة من السكان بين ٠ر٧ و ١٧ ريم، كما تراوح مكافىء الجرعة الفعال بين ٢ر٣ و ٥٢ ريم. فالجرعة الرئيسية مثلا كانت تزيد عن مكافىء الجرعة الفعال المسموح به بالنسبة للسبيل المَعدي المعوي بثلاثة الى أربعة أضعاف خلال السنة الأولى وذلك بسبب وجود نويدات مشعة "غير قابلة للامتصاص" في خليط الغبار المتساقط.

وأولي اهتمام خاص للمعيار الأهم والأكثر حساسية، سواء من ناحية الصحة والسلامة أو من ناحية حالة البيئة، وهو المعيار الذي يتأثر بسرعة بالاشعاعات -وهو معدل وفيات الأطفال، أي عدد وفيات الأطفال الذين يقل عمرهم عن سنة واحدة. وقد جرت استقصاءات على سكان المناطق التي تأثرت بالسحابة المشعة، والسكان الذين يعيشون في مناطق تقل فيها كثافة تلوث التربة بالسترونشيوم-٩٠ عن ١ كوري/كم٢ (المجموعة الأولى الخاضعة للمراقبة) والأشخاص الذين يعيشون في مناطق بعيدة عن حدود مسار السحابة (المجموعة الثانية الخاضعة للمراقبة).

وكما يتضح من الجدول ٧، لم يكتشف أي تأثير خطير لمستويات الاشعاعات القوية على هذا المؤشر، حتى اذا أخذنا في الاعتبار أن معدل وفيات الأطفال كان

مرتفعا جدا في تلك السنوات. ويرجع حدوث زيادة معينة في معدل وفيات الأطفال في المجموعة الثانية الخاضعة للمراقبة الى ارتفاع عدد حالات الالتهاب الرئوي وأمراض حديثي الولادة.

وكما نعلم، فان الافتراض النظري القائل بأنه يمكن ظهور حالات شاذة بين الاطفال الذين يكون أباؤهم قد تعرضوا للاشعاعات يثير قلقا كبيرا. وقد جرت استقصاءات تهدف الى توضيح هذا التأثير في الفترة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٧، أي في الوقت الذي تكون فيه الجرعات الاشعاعية المتلقاة نتيجة للحادث قد بلغت أقصى أثر لها، ليس على الجيل الأول فحسب، وانما على الجيل الثاني أيضا من الأشخاص الذين تعرضوا لأثر الاشعاعات. وترد البيانات الناتجة في الجدول ٨.

وهذه المعلومات، المبنية على كمية ضخمة من البيانات، تؤكد على ما يبدو أن مستويات الاشعاعات التي نتحدث عنها ليس لها تأثير على ظهور حالات العيوب الخَلقية، أو على الوفيات نتيجة لهذه العيوب، بين أفراد من الجيل الأول والثاني الذين يتعرضون للاشعاع عقب وقوع حادث ينجم عنه انطلاق مواد انشطارية مشعة.

وقد اهتم الباحثون في جميع أنحاء العالم بشكل خاص بظهور الأورام الخبيثة نتيجة للتعرض لاشعاعات مؤينة بجرعات مختلفة. وترتكز فكرة احتمال تكوين الأورام على افتراض وجود تطور خطي بلا حدود للأورام السرطانية. بيد أن تحليل وقوع مثل هذه الأمراض، وأسباب الوفاة من الأورام الخبيثة ومستوياتها، على مدى عقود قد بين عدم وجود اختلاف كبير بين المجموعات السكانية التي تتعرض للاشعاعات والتي لا تتعرض لها فيما يتعلق بوقوع هذا المرض وبتوزيع الوفيات ومستواها (أنظر الجدول ٩).

ويضم الجدول ٩ مستويات الوفيات الناتجة عن السرطان بجميع أنواعه. ويتضح من هذا الجدول بادىء ذي بدء أنه لا يوجد هناك اختلاف في معدلات الوفاة حسب مكان السكنى. وثانيا، تزداد الوفيات نتيجة للأورام الخبيثة مع الوقت في الاتحاد السوفياتي وفي العالم برمته، وفي المناطق التي تأثرت بالسحابة الاشعاعية -وذلك أحد آثار التردي العام لحالة البيئة في العالم. ودور التلوث الاشعاعي وجرعات الاشعاعات المؤينة، اذا ما أخذنا في الاعتبار هذه الخلفية غير الملائمة بشكل عام، هو دور صغير لدرجة أنه يكاد يكون غير ملحوظ. فمستويات الاشعاعات التي ظهرت عقب أحداث ١٩٥٧ هي أقل بكثير من الحد الذي يمكن اعتباره حدا كبيرا على ضوء جميع الشواهد الواقعية والحقيقية المتاحة لنا -أي بعبارة أخرى أقل من جرعة قدرها ٥٠ ريم. وحتى هذا المستوى، بدلالة مكافىء الجرعة الفعال، لم يتعرض له الا عدد محدود من الأفراد (أنظر الجدول ٤)، ولم تشاهد في هذه المجموعة السكانية أي انحرافات ذات مغزى في توزيع الأمراض حتى الآن.

وقد أدت الاستقصاءات العلمية التي جرت منذ ١٩٥٧ على الاراضي التي تأثرت بالسحابة الاشعاعية في منطقة الاورال الى توفير بيانات ذات أهمية أساسية من الناحيتين النظرية والعملية:

- معلومات تتعلق بالتوزيع الزماني والمكاني للنويدات المشعة في النظم البيئية الارضية والمائية، كما تتعلق بسلوك النويدات المشعة في السلاسل الغذائية للحيوانات البرية والمائية؛

- معلومات تتعلق بديناميات تكوين السحب الاشعاعية، والوقت اللازم لتكوّن السحابة الاشعاعية واستقرار السحابة الاشعاعية، واعادة توزيعها زمنيا ومكانيا، وما الى ذلك؛

- المسارات التي سلكتها الجرعات الاشعاعية لتصل الى الانسان والكائنات الطبيعية والتجمعات السكانية، وذلك خلال الفترة الحادة وفي المدى البعيد؛

- التقلبات البيوكيميائية والبيوفيزائية للنويدات المشعة؛

- الآثار البيولوجية للاشعاعات التي شوهدت في الكائنات الطبيعية وفي أفراد السكان؛

- التنبوء بامتصاص النويدات المشعة الجذري وغير الجذري في المحاصيل والحيوانات الزراعية، وتدابير خفض مستويات التلوث الاشعاعي؛

- تنظيم وسائل مأمونة ورشيدة يمكن تطبيقها في مجالات الزراعة والغابات والتكوينات المائية وتربية الأسماك والطيور في المناطق التي تأثرت بالتلوث الاشعاعي. وامكانات اعادة توجيه الانتاج في المزارع العامة والفردية. وترتيبات تسمح بالانتاج الزراعي بدون الحاجة الى أي تدابير زراعية أو حيوانية تقنية خاصة في المناطق التي يبلغ فيها التلوث الاشعاعي المستويات التالية: ٥ كوري/كم٢ -الحبوب، التبن، الحشائش الطبيعية؛ حتى ١٠ كوري/كم٢ -الالبان، الحشائش البذرية، المحاصيل التي تحفظ في صوامع؛ حتى ٢٥ كوري/كم٢، لحوم الابقار، النباتات الجذرية؛ حتى ٥٠ كوري/كم٢، بذور العلف؛ حتى ١٠٠ كوري/كم٢ -لحم الخنزير، البطاطس، محاصيل وبذور العلف المعدة للتصنيع، الحشائش البذرية، الحبوب البذرية.

ونتيجة للاستقصاءات العلمية التي جرت اعتبارا من ١٩٥٧ أمكن التكهن بشكل يعول عليه بتطور الوضع الاشعاعي الذي أعقب حادث تشرنوبل في الأجل البعيد، والتنبوء بالآثار البيولوجية للحادث على عناصر شتى من عناصر البيئة، ووضع توصيات عملية لتخفيف الآثار السلبية لحادث تشرنوبل على الحيوانات البرية والمائية في أجزاء أوكرانيا التي تأثرت بالاشعاعات، وأيضا في أجزاء من اقليمي جوميل وموجليف في جمهورية بيلوروسيا الاشتراكية السوفياتية. ولا يزال عمل المتخصصين في دراسة آثار الاشعاعات على البيئة في الأوال مستمرا في هذا الاتجاه.

وقد استخدمت الخبرة المكتسبة من التصدي للآثار الاشعاعية البيئية والاشعاعية الصحية لحادثي شيليابنسك وتشرنوبل في اعداد "دليل لتخطيط وتنفيذ التدابير الرامية الى تخفيف الآثار الاشعاعية والاشعاعية البيئية السلبية للحوادث التي تفوق الحوادث التي يعتمد عليها التصميم والتي تشمل انطلاق مواد مشعة الى البيئة"، وسوف يستخدم هذا الدليل، بمجرد موافقة الهيئات الرقابية الحكومية عليه، عند الحاجة في قطاعات الصناعات النووية وصناعات القوى النووية.

الجدول ١

خصائص خليط النويدات المشعة المنطلق من جراء الحادث

النويدات المشعة	اسهامها في النشاط الاجمالي للخليط ٪	نصف عمرها	نوع الاشعاعات المنبعثة	طبيعة الخطر الاشعاعي
السترونشيوم ٨٩	ضئيل	٥١ يوما	بائية، جيمية	
السترونشيوم-٩٠ + اليتريوم ٩٠	٥ر٤	٢٨ر٦ سنة	بائية	تشعيع داخلي (الهيكل العظمي)
الزركونيوم ٩٥ + النيوبيوم ٩٥	٢٤ر٩	٦٥ يوما	بائية، جيمية	تشعيع خارجي
الروثنيوم ١٠٦ + الروديوم ١٠٦	٣ر٧	سنة واحدة	بائية، جيمية	خارجي
السيزيوم ١٣٧	٠ر٠٣٦	٣٠ سنة	بائية، جيمية	خارجي وداخلي
السيريوم ١٤٤ + البراسوديميوم ١٤٤	٦٦	٢٨٤ يوما	بائية، جيمية	خارجي
البروميثيوم ١٤٧	ضئيل	٢ر٦ سنة	بائية، جيمية	
اليوروبيوم ١٥٥	ضئيل	٥ سنوات	بائية، جيمية	
البلوتونيوم ٢٣٩، ٢٤٠	ضئيل	-	ألفية	

الجدول ٢

مساحة المنطقة الملوثة وعدد سكانها

كثافة التلوث الاشعاعي كوري/كم٢ (ست. ٩٠)	مساحة المنطقة كم٢	عدد سكان المنطقة (× ١٠^{٣})
> ٠ر١	> ١٥ ٠٠٠	٢٧٠ ~
بما في ذلك:		
> ٢	١ ٠٠٠	١٠
> ١٠٠	١٣٠	٢ر١

الجدول ٣

ديناميات الحالة الاشعاعية

الزمن بعد الحادث (بالسنوات)	كثافة التلوث		معدل الجرعة الجيمية (بالوحدات النسبية على أساس القيمة البدئية)
	النشاط الاجمالي (بالوحدات النسبية)	ست. ٩٠، كوري/كم٢	
صفر	١	٠ر٠٢٧	١
١	٠ر٣٤	٠ر٠٢٦	٥ر٦ × ١٠$^{-٣}$
٣	٠ر١٠	٠ر٠٢٥	٨ر٣ × ١٠$^{-٣}$
١٠	٠ر٠٤٣	٠ر٠٢١	٩ر٨ × ١٠$^{-٤}$
٢٥	٠ر٠٢٩	٠ر٠١٤	٣ر٨ × ١٠$^{-٤}$

الجدول ٤

ديناميات اجلاء السكان والجرعة التي تعرض لها السكان قبل الاجلاء

المجموعة السكانية وحجمها (× ١٠^{٣})	متوسط كثافة التلوث، كوري/كم٢ (ست. ٩٠)	الزمن اللازم للاجلاء بالأيام	متوسط الجرعة المتلقاة حتى تاريخ الاجلاء، بالريم	
			الاشعاع الخارجي	مكافىء الجرعة الفعال
الاولى : ٠ر٦٠	٥٠٠	١٠-٧	١٧	٥٢
الثانية: ٠ر٣٨	٦٥	٢٥٠	١٤	٤٤
الثالثة: ٢ر٠	١٨	٢٥٠	٣ر٩	١٢
الرابعة: ٤ر٢	٨ر٩	٣٣٠	١ر٩	٥ر٦
الخامسة: ١ر٣	٣ر٣	٦٧٠	٠ر٦٨	٢ر٣
المجموع: ١٠ر١٨(*)				

(*) تم اجلاء ١١٥ ٠٠٠ شخص عقب حادث تشرنوبل.

الجدول ٥

تركيزات السترونشيوم-٩٠ في لحوم الماشية وألبانها خلال الفترة ١٩٦٥-١٩٨٨

المؤشر	١٩٦٥-١٩٧٠	١٩٧١-١٩٧٥	١٩٧٦-١٩٨٠	١٩٨١-١٩٨٥	١٩٨٦-١٩٨٨
اللحم (البقري)					
١- المزارع الحكومية المتخصصة					
التركيزات المشاهدة، بيكو كوري/كغ	٠ر٥٩	٠ر٤٥	٠ر٢٧	٠ر٠٩٧	
التركيزات المعايرة (المسموح بها) (بيكو كوري/كغ)/(كوري/كم٢)	١٢	٦ر٨	٣ر٧	١ر٨	
اللبـــن					
التركيزات المشاهدة، بيكو كوري/لتر		٣٣	٢٨	١٨	١٢
التركيزات المعايرة، (بيكو كوري/لتر)/(كوري/كم٢)		٣٢	٢٣	١٥	١٢
٢- الماشية المملوكة للأفراد					
التركيزات المشاهدة، بيكو كوري/لتر	-	٢١٠	١١٠	١٤٠	١٣٠
التركيزات المعايرة، (بيكو كوري/لتر)/(كوري/كم٢)	-	٢٢٠	١١٠	١٥٠	١٤٠

الجدول ٦

التغييرات المشاهدة في صحة الأفراد الذين يعيشون في مناطق بلغت كثافة التلوث فيها ٣ كوري/كم٢ (بالمقارنة بالمجموعات الخاضعة للمراقبة)

المتلازمة	تكرار حدوثها (% من المرضى الذين تم استقصائهم)
المرض الاشعاعي (بكافة أشكاله)	لم يشاهد
تلف نخاع العظام	لم يشاهد
انخفاض عدد الكريات البيضاء في الدم	٣١
انخفاض عدد الصفائح	عدد قليل من الحالات
اضطرابات عصبية وظيفية	عدد قليل من الحالات
تغييرات عصبية عضوية	لم تشاهد
ظهور حالات الحساسية	لم تشاهد

الجدول ٧

معدل وفيات الأطفال الذين يقل عمرهم عن سنة واحدة لكل ١٠٠٠ من المواليد في المناطق التي تأثرت بالسحابة الاشعاعية

سبب الوفاة	مسار السحابة	المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
جميع الأسباب	٢٧ر٧	٣١ر٤	٣٨ر٦
الاضطرابات التغذوية	١٥ر٢	١٢ر٢	٥ر١
الالتهاب الرئوي	١ر٧	٣ر١	١٦ر١
الأمراض المعدية	١ر٦	٣ر٣	٣ر٠
أمراض حديثي الولادة	٨ر٧	١٣ر٨	١٤ر٥

الجدول ٨

معدل وفيات الاطفال حديثي الولادة المصابين بعيوب خَلقية متأصلة (لكل ١٠٠٠ من المواليد الاحياء)

في المنطقة المتأثرة كلها، بما في ذلك مسار السحابة الاشعاعية	في اقليم شليابينسك	في اقليم سفردلوفسك
٠ر٩٥ ± ٠ر٠٨	١ر٠ ± ٠ر٠٨	١ر١ ± ٠ر٠٧

الجدول ٩

معدل الوفيات نتيجة الأورام الخبيثة (لكل ٠٠٠ ١٠٠ من السكان)

الفترة موضع البحث	في المنطقة المتأثرة كلها، بما في ذلك مسار السحابة الاشعاعية	في اقليم شليابينسك	في اقليم سفردلوفسك
١٩٨٠-١٩٧٠	١٤٥ر٨	١٤٦ر٦	-
١٩٨٧-١٩٨٠	١٦٠ر٧	١٦٧ر٦	١٥٩ر٤