A

الأمم المتحدة

الجمعية العامة

Distr.
GENERAL

A/43/351
5 May 1988
ARABIC
ORIGINAL : ENGLISH

الدورة الثالثة والاربعون
البند ٦٧ (ز) من القائمة الاولية*

استعراض تنفيذ التوصيات والمقررات التي اعتمدتها الجمعية العامة في دورتها الاستثنائية العاشرة : الآثار المناخية للحرب النووية ، بما فيها الشتاء النووي

دراسة عن الآثار المناخية وغيرها من الآثار العالمية للحرب النووية

تقرير الأمين العام

١ - طلبت الجمعية العامة من الأمين العام ، بموجب قراريها ١٥٢/٤٠ زاي المؤرخ في ١٦ كانون الأول/ديسمبر ١٩٨٥ ، و ٨٦/٤١ حاء المؤرخ في ٤ كانون الاول/ديسمبر ١٩٨٦ ، الاضطلاع ، بمساعدة فريق من الخبراء الاستشاريين يختارهم هو ، آخذا في الاعتبار استصواب التمثيل الجغرافي الواسع ومؤهلاتهم في نطاق واسع من المجالات العلمية ، بدراسة عن الآثار المناخية والآثار الفيزيائية المحتملة للحرب النووية ، بما فيها الشتاء النووي ، تبحث ، في جملة أمور ، عواقبها الاجتماعية - الاقتصادية ، وتأخذ في الاعتبار تقرير الأمين العام (A/40/449) والوثائق الاصلية التي أعدت منها المقتطفات ، وذلك بالاضافة الى أية دراسات علمية أخرى ذات صلة .

٢ - وعملا بذلك الطلب ، يتشرف الأمين العام بأن يحيل الى الجمعية العامة طيّ هذا الدراسة المتعلقة بالآثار المناخية وغيرها من الآثار العالمية للحرب النووية .

---

* A/43/50 .

Digitized by UNOG Library

المرفق

دراسة عن الآثار المناخية وغيرها من الآثار العالمية للحرب النووية

المحتويات

	الفقرات	الصفحة
تصدير بقلم الأمين العام		٥
كتاب الاحالة		٧
مقدمة		١١
أولا - الاستعراض العام والنتائج والاستنتاجات	١ - ٢٨	١٢
ألف - تطور بعد جديد للاهتمام	١ - ١٠	١٢
باء - التقدم في القضايا العلمية الأساسية	١١ - ٢٠	١٦
جيم - النتائج والاستنتاجات	٢١ - ٢٨	٢٠
ثانيا - الآثار الجوية والمناخية	٢٩ - ١٠٥	٢٢
ألف - مقدمة	٢٩ - ٤٠	٢٢
باء - القضايا التقنية	٤١ - ٩٣	٢٦
١ - الغبار	٤١ - ٤٢	٢٦
٢ - الاحتراق والوقود	٤٣ - ٥١	٢٧
٣ - الحرائق	٥٢ - ٥٥	٢٩
٤ - انبعاثات الدخان	٥٦ - ٦٣	٣٠
٥ - الخواص الضوئية للدخان	٦٣ - ٦٧	٣٢
٦ - الارتفاع الذي يحقن عنده الدخان	٦٨ - ٧١	٣٣
٧ - كسح جسيمات الدخان وإزالتها	٧٢ - ٧٤	٣٧
٨ - تخفيضات الضوء	٧٥ - ٧٧	٣٨
٩ - المحاكاة العددية	٧٨ - ٨١	٣٩
١٠- نتائج عمليات المحاكاة العددية	٨٢ - ٨٥	٤١
١١- المشابهات الطبيعية المماثلة جزئيا لاضطرابات الغلاف الجوي الناجمة عن التفجيرات النووية .	٨٦ - ٩٠	٤٢
١٢ ـ الآثار الطويلة الأجل	٩١ - ٩٣	٤٤

Digitized by UNOG Library

المحتويات (تابع)

	الفقرات	الصفحة
جيم - أوجه عدم اليقين	٩٤ - ٩٦	٤٥
دال - تدمير الأوزون الاستراتوسفيري	٩٧ - ١٠٢	٤٦
هاء - الآثار الكيميائية الأخرى	١٠٣ - ١٠٥	٤٨
ثالثا - الآثار المترتبة على النظم الايكولوجية الطبيعية ، والزراعة	١٠٦ - ١٦٢	٤٨
ألف - مقدمة	١٠٦ - ١٠٩	٤٨
باء - ردود الفعل البيولوجية العامة إزاء الاضطرابات المناخية	١١٠ - ١١٣	٥٢
جيم - ردود فعل المجتمعات الحيوية إزاء الاضطرابات المناخية	١١٤ - ١٣٥	٥٢
١ - المجتمعات الحيوية في منطقتي التندرا/الألب .	١١٨ - ١٣٠	٥٥
٢ - الأحراج الشمالية/التيغة	١٢١ - ١٢٢	٥٥
٣ - الأحراج الصنوبرية	١٢٣	٥٦
٤ - الأحراج النفضية	١٢٤	٥٦
٥ - المروج	١٢٥	٥٦
٦ - الصحاري وأشباه الصحاري	١٢٦	٥٧
٧ - المجتمعات الحيوية المدارية	١٢٧ - ١٢٩	٥٧
٨ - البحيرات والأنهار	١٣٠ - ١٣١	٥٨
٩ - النظم البحرية	١٣٢ - ١٣٤	٥٨
١٠- مصبات الأنهار	١٣٥	٥٩
دال - استجابة النظم الزراعية الرئيسية للاضطرابات المناخية	١٣٦ - ١٤٤	٥٩
هاء - المحاصيل الغذائية الرئيسية	١٤٥ - ١٥٣	٦٣
١ - الأرز	١٤٥ - ١٤٩	٦٣
٢ - القمح	١٥٠	٦٤
٣ - الذرة	١٥١	٦٥
٤ - فول الصويا	١٥٢	٦٥
٥ - الماشية	١٥٣	٦٥

Digitized by UNOG Library

المحتويات (تابع)

	الفقرات	الصفحة
واو - الآثار المترتبة على الاضطراب المناخي ، حسب خط العرض	١٥٤ - ١٥٥	٦٦
زاي - الآثار على الانتاج الزراعي	١٥٦ - ١٦٢	٦٩
رابعا - الصحة والآثار الاجتماعية - الاقتصادية	١٦٣ - ٢٠٣	٧٠
ألف - مقدمة	١٦٣ - ١٦٤	٧٠
باء - السفع	١٦٥ - ١٦٦	٧١
جيم - الحرارة	١٦٧ - ١٦٩	٧١
دال - الاشعاع	١٧٠ - ١٧٦	٧٣
١ - الاشعاع الأولي	١٧٠ - ١٧١	٧٣
٢ - السقاطة المشعة المحلية	١٧٣ - ١٧٣	٧٤
٣ - السقاطة المشعة المتوسطة والشاملة	١٧٤ - ١٧٦	٧٤
هاء - الآثار المباشرة الشاملة	١٧٧ - ١٧٩	٧٥
واو - الرعاية الصحية للباقين على قيد الحياة	١٨٠ - ١٨٧	٧٦
زاي - الآثار على الناس والنظم الاجتماعية - الاقتصادية .	١٨٨ - ١٩٧	٧٨
حاء - العودة الى الحالة الطبيعية ؟	١٩٨ - ٢٠٣	٨١
مسرد المصطلحات		٨٣
ثبت المراجع		٩٥

Digitized by UNOG Library

تصدير بقلم الامين العام

على اثر ما سلم به عدد من العلماء في عام ١٩٨٢ من انه قد تترتب على نشوب حرب نووية كبرى آثار مناخية خطيرة تنطوي على عواقب عالمية النطاق ، طلبت الجمعية العامة ، بموجب القرار ١٥٢/٤٠ زاي المؤرخ في ١٦ كانون الاول/ديسمبر ١٩٨٥ ، من الامين العام الاضطلاع بدراسة عن الآثار المناخية والآثار الفيزيائية المحتملة للحرب النووية ، بما فيها الشتاء النووي ، وتبحث أيضا عواقبها الاجتماعية ـ الاقتصادية . بيد أنه تعين نظرا لبداية ظهور الازمة المالية في عام ١٩٨٦ إرجاء العمل فيها لمدة سنة .

وفي عام ١٩٨٦ ، كررت الجمعية العامة ، بموجب القرار ٨٦/٤١ حاء المؤرخ في ٤ كانون الاول/ديسمبر ، طلبها من الامين العام ، ورجت منه أن يحيل الدراسة الى الجمعية العامة في الوقت المناسب لتنظر فيها في دورتها الثالثة والاربعين ، في عام ١٩٨٨ .

ووفقا لما أبدته الجمعية العامة من رغبات في القرار ٨٦/٤١ حاء ، تألف فريق الخبراء الاستشاريين الذي عيّنه الامين العام من علماء من بلدان مختلفة ، ومن نطاق كبير من المجالات العلمية . وقد اشترك بعضهم في البحوث المتعلقة بموضوع الدراسة ، بينما يتناول البعض الآخر هذه المسألة لاول مرة .

ويخلص تقرير الفريق الى نتيجة مفادها أن أي حرب نووية كبرى سوف تجرُّ معها مخاطر كبيرة بتدمير البيئة العالمية . وستبلغ هذه المخاطر أقصاها إذا شُدِّدت الضربة الى كبرى المدن والمراكز الصناعية في نصف الكرة الشمالي في أشهر الصيف . وفي رأي الفريق أنه من غير المحتمل أن تبطل هذا الاستنتاج البقية الباقية من أمور علمية غير مؤكدة . ويشير الفريق الى أن الدول المستهدفة وغير المستهدفة يمكن أن تواجه بنضوب في الامدادات الغذائية ، قد تؤدي اليه الآثار الخطيرة التي يتعرض لها الانتاج الزراعي ، مع احتمال حدوث مجاعة واسعة النطاق . وستكون العواقب الاجتماعية ـ الاقتصادية خطيرة .

ان الكوكب الذي نعيش عليه ، مع جميع ما يكشف عنه من قوة ظاهرية ، يقوم على توازن هش . فلاول مرة في تاريخ الجنس البشري ، يُقدم البشر الآن على أعمال من شأنها أن تُلحق بالبيئة العالمية ، خلال أجل جيل واحد ، آثارا جذرية . إن آثار الامطار

Digitized by UNOG Library

الحمضية وزوال الغابات جلية للعيان . أما الآثار التي ستنجم في المستقبل عن ارتفاع الحرارة على مستوى الكرة الأرضية وعن نفاذ طبقة الأوزون ، فقد بدأ الآن فقط إدراكها تمام الادراك .

والظروف التي ستنشأ عن حرب نووية هي غاية مجموعة من الأعمال الضارة التي قد يلحقها الجنس البشري بنفسه . وتقرير الفريق هو بمثابة تأكيد لحقيقة أن أي حرب نووية ليس فيها منتصر ، ولا يجب خوضها . ويمكن اعتباره أيضا بمثابة حجة قوية تؤيد السعي نحو إجراء تخفيضات حادة في الأسلحة النووية وإزالتها في نهاية المطاف .

ويعرب الأمين العام لفريق الخبراء عن تقديره لتقريرهم الذي يقدم طيّ هذا الى الجمعية العامة لكي تنظر فيه . وينبغي الاشارة الى أن الملاحظات والاستنتاجات الواردة في هذا التقرير هي ملاحظات واستنتاجات أعضاء فريق الخبراء ، وإن الأمين العام ليس في وضع يتيح له إصدار حكم بصدد جميع جوانب العمل الذي أنجزه الفريق .

Digitized by UNOG Library

كتاب الاحالة

٥ نيسان/ابريل ١٩٨٨

سيدي ،

يشرفني أن أقدم طيّ هذا تقرير فريق الخبراء الاستشاريين الذين قاموا بإجراء دراسة عن الآثار المناخية والفيزيائية المحتملة للحرب النووية ، بما في ذلك الشتاء النووي ، والذي قمتم بتعيينه عملا بالفقرة ٣ من قرار الجمعية العامة ٨٦/٤١ حاء المؤرخ في ٤ كانون الأول/ديسمبر ١٩٨٦ .

وكان الخبراء الاستشاريون الذين تم تعيينهم وفقا لقرار الجمعية العامة هم :

البروفسور سون ك. د. بيرغستروم
معهد كارولينسكا
نوبلا فدلنينغين
ستكهولم ، السويد

الدكتور غايولا بورا
نائب رئيس جامعة الاقتصاد
بودابست ، هنغاريا

البروفسور ميسان ك. ل. غينينيفي
مدير مختبر الطاقة الشمسية
جامعة بنن
لومي ، توغو

سعادة
خافيير بيريز دي كوييار
الأمين العام للأمم المتحدة
نيويورك

Digitized by UNOG Library

البروفسور غ. س. غوليتسين
معهد فيزياء الغلاف الجوي
أكاديمية العلوم السوفياتية
موسكو ، اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية

البروفسور رافائيل هيريرا
مركز الايكولوجيا والدراسات البيئية
المعهد الفنزيلي للبحوث العلمية
كاراكاس ، فنزويلا

البروفسور محمد القصاص
كلية العلوم
جامعة القاهرة
الجيزة ، مصر

البروفسور توماس ف. مالون
كلية القديس جوزيف
وست هارتفورد ، كنيكتيكت ، الولايات المتحدة الأمريكية

البروفسور هنري أ. نكس
مدير مركز دراسات الموارد والدراسات البيئية
الجامعة الوطنية الاسترالية
كانبرا ، استراليا

الدكتور د. ف. سيشو
المعهد الدولي لبحوث الأرز
مانيلا ، الفلبين

البروفسور ياسوماسا تاناكا
كلية القانون
جامعة غاكوشن
طوكيو ، اليابان

Digitized by UNOG Library

البروفسور يي دوزينغ
أكاديمية العلوم
بكين ، الصين

وتم إعداد التقرير في الفترة بين آذار/مارس ١٩٨٧ ونيسان/ابريل ١٩٨٨ ، التي عقد الفريق خلالها ثلاث دورات ، الأولى في الفترة من ٢٣ الى ٢٧ آذار/مارس ١٩٨٧ في نيويورك ، والثانية في الفترة من ١٨ الى ٢٧ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٧ في جنيف ، والثالثة في الفترة من ٢٨ آذار/مارس الى ١ نيسان/ابريل ١٩٨٨ في نيويورك .

ولم يكن من الممكن إجراء دراسة عن موضوع معقّد مثل هذا في إطار زمني قصير كهذا دون الحصول على مساعدة هامة وخبرة من مصادر أخرى . وعقد أعضاء الفريق دورتي عمل مع خبراء آخرين بغية توسيع معرفتهم بشأن الموضوع ووجدوا أن هذه المبادلات ذات قيمة عظيمة . ويود الفريق ، في هذا الصدد ، أن يعرب عن تقديره الخاص للأشخاص التالين : الدكتور توماس ك. هتشينسون ، جامعة تورنتو ، كندا ؛ والدكتور ستيفن شنايدر ، المركز الوطني لبحوث الغلاف الجوي ، بولدر ، كولورادو ، الولايات المتحدة الأمريكية ؛ والدكتور جويس بنر ، مختبر لورانس ليفرمور ، ليفرمور ، كاليفورنيا ، الولايات المتحدة الأمريكية ، الذين اشتركوا في حلقة عمل مدتها يوم واحد في نيويورك في آذار/مارس ١٩٨٧ .

وبالنسبة لحلقة العمل الثانية ، فقد تم وضع ترتيبات خاصة لكي يعقد فريق العلماء التابع للجنة العلمية المعنية بمشاكل البيئة - النتائج البيئية للحرب النووية "سكوت - إنيوار" اجتماعا في جنيف في تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٧ في نفس الوقت الذي يجتمع فيه فريق الأمم المتحدة المكلف بإجراء الدراسة . وحضر أعضاء الفريق الأخير اليومين الأولين من مناقشات "سكوت - إنيوار" ، ثم بدأوا دورتهم الثانية بحلقة عمل مشتركة مدتها يوم واحد مع عدد من العلماء . ويود الفريق أن يعرب عن شكره الخاص للسير فردريك وارنر ، رئيس اللجنة التوجيهية التابعة لـ "سكوت - إنيوار" ، جامعة اسكس ، المملكة المتحدة ؛ والدكتور بول ج. كروتزين بمعهد ماكس بلانك للكيمياء ، مينز ، جمهورية المانيا الاتحادية ؛ والدكتور مارك أ. هارويل ، مركز أبحاث النظم الايكولوجية ، جامعة كورنيل ، إثاكا ، نيويورك ، الولايات المتحدة الأمريكية ؛ والدكتور مايكل ك. ماكراكن ، مختبر لورانس ليفرمور ، كاليفورنيا ، الولايات المتحدة الأمريكية ؛ والدكتور يوري م. سفيرزيف ، مركز الحساب الالكتروني ، أكاديمية العلوم السوفياتية ، موسكو ، اتحاد الجمهوريات الاشتراكية

Digitized by UNOG Library

السوفياتية ؛ والدكتور ريتشارد د. توركو ، شركة R & D Associates ، مارينا ديل راي ، كاليفورنيا ، الولايات المتحدة الامريكية . ويعرب فريق الامم المتحدة عن امتنانه للمجلس الدولي للاتحادات العلمية لما حصل عليه الفريق من تعاون وشيق ودعم من قبل "سكوب - إنيوار" طيلة فترة عمله .

ويود الفريق أيضا أن يعرب عن تقديره للمشورة الفنية والمساهمات التي تلقاها من عدد من وكالات الامم المتحدة . وبالاضافة الى البروفسور سون بيرغستروم ، الذي هو عضو في الفريق ورئيس لفريق الادارة التابع لمنظمة الصحة العالمية الذي أعد تقريرين عن آثار الحرب النووية على الصحة والخدمات الصحية ، تم تلقي مساعدة هامة من الدكتور فرانسسكو سيلا ، الخبير الاستشاري لبرنامج الامم المتحدة للبيئة ؛ والبروفسور بيير موريل ، مدير البرنامج العالمي لبحوث المناخ ، المنظمة العالمية للارصاد الجوية ؛ والبروفسور ك. ك. والن ، الخبير الاستشاري للمنظمة العالمية للارصاد الجوية .

وفي الختام ، يود أعضاء فريق الخبراء أن يعربوا عن تقديرهم للمساعدة التي تلقوها من موظفي الامانة العامة للامم المتحدة . وهم يودون ، على وجه الخصوص ، أن يتقدموا بالشكر الى السيد ياسوشو أكاشي ، وكيل الامين العام لشؤون نزع السلاح ، والسيد ديريك بوشبي الذي تولى أمانة الفريق ، والدكتور اندرو فورستر ، دارتسايد للاستشارات وجامعة تورنتو ، الذي عمل كمؤلف/مستشار للفريق .

إن الاحتمالات بالنسبة للكوكب في حالة نشوب حرب نووية كبرى على حسب الوصف الوارد في هذا التقرير مروعة . وبناء على ذلك ، أود أن أطلعكم بقليل من الرضى ، نيابة عن جميع أعضاء الفريق ، أنه قد تمت الموافقة على التقرير بتوافق الآراء .

وأرجو أن تتقبل ، سيدي ، أسمى آيات تقديري .

(توقيع) هـ . أ. نكس
رئيس فريق الخبراء الاستشاريين المكلف
بإجراء دراسة للآثار المناخية وغيرها
من الآثار العالمية للحرب النووية

Digitized by UNOG Library

مقدمة

في عام ١٩٨٢ ، ظهر احتمال نشوء ظروف تتسبب في اضطراب مناخي عالمي نتيجة لوقوع تراشق نووي رئيسي وفي عام ١٩٨٤ ، رجت الجمعية العامة ، بموجب القرار ١٤٨/٣٩ واو المؤرخ في ١٧ كانون الاول/ديسمبر ١٩٨٤ ، من الامين العام ، أن يجمع مقتطفات من الدراسات العلمية المتعلقة بالآثار المناخية للحرب النووية بما في ذلك الشتاء النووي . وتم نشر مجموعة المقتطفات في عام ١٩٨٥ بوصفها وثيقة من وثائق الجمعية العامة (A/40/449 و Corr.2) .

وفي ١٦ كانون الاول/ديسمبر ١٩٨٥ اتخذت الجمعية العامة القرار ١٥٢/٤٠ زاي ، الذي اعترفت فيه بضرورة البحث المنهجي لهذا الموضوع ، ورجت من الامين العام أن يضطلع بدراسة عن الآثار المناخية والآثار الفيزيائية المحتملة للحرب النووية ، بما في ذلك الشتاء النووي ، وأن يحيل الدراسة إلى الجمعية العامة لتنظر فيها في دورتها الثانية والاربعين في عام ١٩٨٧ بيد أنه بسبب الازمة المالية التي بدأت في عام ١٩٨٦ ، اضطر إلى تأجيل العمل لمدة سنة .

وبموجب القرار ٨٦/٤١ جاء المؤرخ في ٤ كانون الاول/ديسمبر ١٩٨٦ ، رجت الجمعية العامة مرة أخرى من الامين العام الاضطلاع بالدراسة ، بمساعدة فريق من الخبراء الاستشاريين يختارهم ، آخذا في الاعتبار استصواب التمثيل الجغرافي الواسع ومؤهلاتهم في نطاق واسع من المجالات العلمية . ورجت الجمعية العامة أن تبحث دراسة الآثار المناخية والآثار الفيزيائية المحتملة للحرب النووية بما فيها الشتاء النووي ، في جملة أمور ، النتائج الاجتماعية - الاقتصادية المترتبة عليها ، وتأخذ في الاعتبار تقرير الامين العام والوثائق الاصلية التي أعدت منها المقتطفات ، وذلك بالإضافة إلى أية دراسات علمية أخرى متصلة بالموضوع .

وطُلب من الامين العام أن يحيل الدراسة إلى الجمعية العامة في الوقت المناسب لتنظر فيها في دورتها الثالثة والاربعين في عام ١٩٨٨ .

وتم إعداد هذا التقرير عملا بذلك القرار . وأجرى فريق الخبراء الاستشاريين تقييما دقيقا لنتائج الدراسات العلمية الجارية والتي سبق أن أجرت بشأن هذا الموضوع المعقد . ومن أجل ضمان أن تعكس مناقشات الفريق ، قدر المستطاع ، آخر المعلومات العلمية المتاحة ، استفاد الفريق من المعارف والخبرات المتوفرة لدى

Digitized by UNOG Library

مجموعة كبيرة من الهيئات العلمية والافراد المؤهلين وبصفة خاصة المشتغلون بدراسة النتائج البيئية للحرب النووية التي أعدتها اللجنة العلمية المعنية بمشاكل البيئة والتابعة للمجلس الدولي للاتحادات العلمية (المعروفة بدراسة SCOPE-ENUWAR (سكوب-إنيوار)) .

إن المهمة التي أوكلت إلى الفريق مهمة فضفاضة . فالولاية المحددة التي ذكرتها الجمعية العامة في القرار ٨٦/٤١ جاء تدعو إلى إعداد دراسة عن الآثار المناخية والآثار الفيزيائية المحتملة للحرب النووية بما فيها الشتاء النووي . وقام الفريق ، واضعا في اعتباره القرار ككل ، بتفسير الولاية بمعناها الواسع ، ولذلك أدخل الآثار البيولوجية ضمن الموضوعات التي ينظر فيها . وبهذا التفسير ، يصبح ممكنا تقدير النتائج الاجتماعية-الاقتصادية المحتملة ، حسبما طلبته الجمعية العامة .

وقد اختار الفريق أن يقلل إلى أدنى حد من استعمال مصطلح الشتاء النووي ، لأن المصطلح لا يستوفي طبيعة ومدى تعقيد الظروف المتضمنة . ومع أن الانخفاضات في درجة الحرارة لن توسع نطاق التجمد ليشمل معظم سطح الكوكب في حالة وقوع حرب نووية ، فإن الآثار العالمية المتراكمة المترتبة على تراشق نووي رئيسي ، يشمل المراكز الحضرية والصناعية الكبيرة ويحدث في الصيف في نصف الكرة الشمالي ، ستكون آثارا خطيرة وواسعة النطاق .

ولهذه الأسباب ، اختار فريق الخبراء العبارة التالية : "دراسة عن الآثار المناخية وغيرها من الآثار العالمية للحرب النووية" عنوانا لتقريره .

أولا - الاستعراض العام والنتائج والاستنتاجات

ألف - تطور بعد جديد للاهتمام

١ - تختلف الحرب النووية اختلافا تاما عن أي شكل من أشكال الحرب السابقة من حيث طاقتها التدميرية الأكبر بما لا يقاس . فالقنابل الذرية من النوع الذي استخدم في هيروشيما وناغازاكي قد مثلت زيادة في الطاقة التفجيرية إذ رفعتها مما يعادل أطنانا من ثلاثي نتريت التولوين إلى آلاف الأطنان (كيلوطنات) . أما القنابل الهيدروجينية ، التي تم تطويرها بعد نحو عقد من الزمان فهي تمثل زيادة من آلاف

Digitized by UNOG Library

الأطنان إلى ملايين الأطنان (ميغا طنات) . ويوجد الآن ما يربو على ٥٠ ٠٠٠ سلاح نووي في كل العالم تقدر قوتها الإجمالية بنحو ١٥ ٠٠٠ ميغا طن (نحو ٥ ٠٠٠ مرة أكثر من جميع المتفجرات التي استعملت في الحرب العالمية الثانية) .

٢ - ومثل إصدار المنشور "الغلاف الجوي في أعقاب الحرب النووية : الغسق ساعة الظهيرة" بقلم كروتزين وبيركس (١٩٨٢) نقطة تحول في النظرة إلى الآثار غير المباشرة المترتبة على نشوب حرب نووية واسعة النطاق . فقد خلص المؤلفان إلى أنه سيتم حقن كميات كبيرة من جسيمات الدخان الممتصة للضوء في الغلاف الجوي من جراء الحرائق التي تشعلها التفجيرات النووية . وأن كمية الضوء الواصل من الشمس الذي يشيع الدفء على سطح الأرض ويوفر الطاقة المحركة لعمليات الغلاف الجوي والانتاج البيولوجي ستنخفض من جراء الدخان والسناج ، فتغير الطقس وتؤثر على المناخ . ويؤيد هذه الفرضية المزيد من الحسابات المؤسسة على كميات المادة القابلة للاحتراق والدخان وخصائصه الاشعاعية . وتم التسليم بحدوث تأثيرات محتملة هامة على النظم الايكولوجية الطبيعية ومصائد الأسماك والزراعة . وسوف تتعرض للخطر الإمدادات الزراعية للناجين من الآثار المباشرة .

٣ - وتم المزيد من الدراسة للآثار المناخية الأساسية لحقنات الدخان الضخمة في ورقة بقلم ر . توركو و أ . تون ، و ت . اكرمان و ج. بولاك و ك . ساغان (١٩٨٣) ، المعروفين بفريق "تتابس" وهو اسم مشتق من الأحرف الأولى لأسماء المؤلفين . وباستخدام سيناريوهات لإنتاج وخواص الدخان والغبار ونماذج مناخية معدلة ، تنبأ فريق "تتابس" بحدوث آثار سلبية ، تشمل انخفاض في درجات الحرارة يتراوح بين ٢٥ و ٣٠ درجة مئوية فوق كتلة اليابسة في نصف الكرة الشمالي . وتسخينا شديدا وثابتا في الجزء الأعلى من التروبوسفير وانتقالا سريعا للدخان إلى نصف الكرة الجنوبي . والظلمة وبرودة الأرض والآثار الإشعاعية التي يحتمل أن تحدث هي من القسوة بحيث تمت صياغة مصطلح "الشتاء النووي" كصورة مجازية للفترة التالية لحروب نووية تستخدم فيها آلاف الميغاطنات من المتفجرات (وأي جزء كبير من الترسانات النووية القائمة) . ولم يتنبأ فريق "تتابس" بحدوث اضطرابات دائمة أو طويلة الأجل ، ولكن بسبب الدمار العالمي الشامل الذي ينطوي عليه الأمر ، أعرب المؤلفون عن الأمل في أن "تدرس القضايا المشارة هنا دراسة جيدة وانتقادية" . ورافقت مقال "تتابس" ورقة (هرليتش وآخرين ، ١٩٨٣) درس فيها عدد من علماء الأحياء الآثار المحتملة الواسعة الانتشار على النظم الايكولوجية الطبيعية وعلى الزراعة .

Digitized by UNOG Library

٤ - وفي المؤتمر المعني بالنتائج البيولوجية الطويلة الاجل للحرب النووية على الصعيد العالمي المعقود في واشنطن ، العاصمة ، في ٣١ تشرين الاول/اكتوبر و ١ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٣ تم إجراء دراسة للتأثيرات على الغلاف الجوي والغلاف الحيوي . وقام بتنظيم هذا الاجتماع العالم الفلكي كارل ساغان وعالم الاحياء بول اهرليتش مع لجنة استشارية من علماء الفيزياء والبيولوجيا . وعرضت أيضا أعمال سوفياتية تعكس نتائج مماثلة ، وأتاح مؤتمر عن طريق الاتصالات السلكية واللاسلكية بين واشنطن وموسكو باستخدام التوابع الاصطناعية فرصة لعلماء الولايات المتحدة والعلماء السوفيات لتبادل الآراء . وتم إبلاغ المشتركين بشأن الضغوط البيئية التي قد تنتج عن التراشق النووي ، بما في ذلك مناطق التبريد السطحي الكبيرة والسقاطة المشعة الكثيفة ، فضلا عن الدمار المباشر للهياكل الاساسية المجتمعية . واستمع أعضاء المؤتمر أيضا إلى مناقشات لأوجه عدم التيقن الكبيرة في التنبؤات الجديدة والحاجة إلى مزيد من البحث بشأن هذه المشكلة الهامة .

٥ - وفي أوائل عام ١٩٨٣ كلفت وزارة الدفاع في الولايات المتحدة المجلس الوطني للبحوث التابع للاكاديمية الوطنية للعلوم بالولايات المتحدة بإجراء دراسة رئيسية . وبعد التشديد على القيود التي تفرضها أوجه عدم التيقين ، خلص التقرير إلى الاستنتاج التالي :

" ... ترى اللجنة أنه ما لم يقع أثر واحد أو أكثر بالقرب من الطرف الاخف من نطاق درجات عدم التيقن المتعلق بهذه الآثار ، أو ما لم يكن قد أغفل أحد الآثار المخففة ، فثمة احتمال واضح لتعرض أجزاء كبيرة من اليابسة في المنطقة المعتدلة الشمالية (وربما قطاع أكبر من الكوكب) لآثار ضارة للغاية . وتشمل الآثار المحتملة هبوطا حادا في درجات الحرارة (ولاسيما إذا حدث التراشق النووي في فصل الصيف) يستمر لمدة أسابيع ، مع بقاء درجات الحرارة دون معدلها لمدة شهور . وأن أثر هذا الانخفاض في درجات الحرارة وما يصاحبه من تغيرات جوية على الناجين من السكان وعلى المحيط الحيوي الذي يمدهم بأسباب البقاء ، قد يكون شديدا ، كما أنه يستحق دراسة متأنية مستقلة" .

آثار التراشق النووي الكبير على الغلاف الجوي ، الاكاديمية الوطنية للعلوم ، ١٩٨٥ ، الصفحة ٦

Digitized by UNOG Library

وقامت أكاديمية العلوم السوفياتية أيضا بدراسة الآثار الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لحرب نووية تستخدم فيها أسلحة تبلغ قوتها التفجيرية الإجمالية ٤٠٠ ٥ ميغاطن . وجاء في تلك الدراسة ما يلي : "إن الاستنتاج الرئيسي لدراساتنا هو أن أكثر السيناريوهات "تفاؤلا" للنتائج المترتبة على النزاع النووي (إذا كان من الممكن أن نتحدث عن التفاؤل في هذه الحالة) ، ستسفر ، لا محالة ، عن أزمة أيكولوجية وديمغرافية عالمية" (الآثار الايكولوجية والديموغرافية للحرب النووية سفيرزيف وآخرين ، ١٩٨٥ ؛ الطبعة الانكليزية ١٩٨٧ ، الصفحة ١٠٨) .

ووردت عموما استنتاجات مماثلة في تقريري الجمعية الملكية الكندية (١٩٨٥) ومجلس نيوزيلندا للتخطيط (١٩٨٧) ، اللذين تطرقا للآثار بالنسبة لكندا ونيوزيلندا على التوالي .

٦ - وفي عام ١٩٨٣ ، تم تكليف اللجنة العلمية المعنية بمشاكل البيئة التابعة للمجلس الدولي للاتحادات العلمية بإجراء دراسة عن النتائج البيئية للحرب النووية ، بعنوان "سكوب-إنيوار" . واشترك ما يربو على ٣٠٠ عالم من ٣٠ بلدا في إعداد تقرير يتألف من مجلدين ويبلغ عدد صفحاته ٨٨٣ صفحة . وقد نشر هذا التقرير في عام ١٩٨٦ ، ويظل هو الدراسة النهائية . وقد شمل التحليل دراسة مستفيضة للآثار البيولوجية ، وفي الوقت نفسه أكد الاستنتاجات الشاملة بشأن الآثار الفيزيائية . وبإيجاز ، خلص التقرير إلى أن "... الآثار غير المباشرة للحرب النووية الواسعة النطاق على السكان ، ولا سيما الآثار المناخية التي يسببها الدخان ، يحتمل أن تكون أكثر أهمية على الصعيد العالمي من الآثار المباشرة ، وأخطار حدوث نتائج لا مثيل لها تصيب البلدان المشتركة في القتال وغير المشتركة على حد سواء كبيرة" (التأكيد في الأصل) ("الآثار البيئية للحرب النووية" ، بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦ ، الصفحة ٣٦ من المقدمة (النص الانكليزي)) .

٧ - وهناك بحوث لاحقة استخدمت نماذج ثلاثية الابعاد بصورة أكثر واقعية ، وانتهت الى أن انخفاضات الحرارة ستكون أقل مما كان متوقعا في بادئ الأمر ، ومع ذلك ستكون من الضخامة بحيث تسبب آثارا عالمية خطيرة في النظم الايكولوجية الطبيعية والزراعية لفترات تتراوح بين شهور وسنوات .

٨ - وكانت هذه الفرضية موضع استعراضين أجري الأول في عام ١٩٨٦ (غوليتسين وفيليبس) والثاني في عام ١٩٨٧ (غوليتسين وماكراكن) اضطلعت بهما اللجنة العلمية

Digitized by UNOG Library

المشتركة التي تشرف على البرنامج العالمي لبحوث المناخ المشترك بين المجلس الدولي للاتحادات العلمية والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية . وانتهت اللجنة في المرتين الى أن التنبؤ بخطورة التغيرات في درجة الحرارة خلال الاسابيع التي تلي ظهور ١٠٠ الى ٢٠٠ مليون طن من دخان الحرائق التي ستندلع بعد أي تراشق نووي ، "لن يتم تعديله (إلا في بعض التفاصيل) مهما صادفت من نجاح الجهود المبذولة لاستجلاء الكثير من أوجه عدم اليقين التي تكتنف حسابات الغلاف الجوي" (التأكيد مضاف) (غوليتسين وفيليبس ، ١٩٨٦ وأكدها غوليتسين وماكراكن ١٩٨٧) .

٩ - وفي اطار مشروع "سكوب - إنيوار" عقدت حلقات عمل في كل من بانكوك في شباط/فبراير ١٩٨٧ ، وجنيف في تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٧ ، وموسكو في آذار/مارس ١٩٨٨ ، للنظر في النتائج الأحدث عهدا . وأكدت حلقات العمل هذه تقييمات مشروع "سكوب - إنيوار" السابقة لأثر الحرب النووية على المناخ . وفي حلقات العمل هذه استهلت مراحل جديدة من البحث ، هي على وجه التحديد دراسات حالة افرادية عن أثر الحرب النووية على النظم الزراعية لبلدان معينة ؛ وتحليل أكثر تفصيلا لمصادر الدخان وسلوكه في الغلاف الجوي ؛ ودراسات أكثر تفصيلا للأشعة المؤينة في ضوء الخبرة المكتسبة من تشرنوبيل .

١٠ - وكانت آثار الحرب النووية على الصحة والخدمات الصحية موضع دراسة منذ عام ١٩٨٢ في منظمة الصحة العالمية ، ونشر تقريران عنها (١٩٨٤ و ١٩٨٧) . وقد أوصت جمعية الصحة العالمية بأن تواصل المنظمة عملها بالتعاون مع وكالات الأمم المتحدة الأخرى في جمع وتحليل البيانات المتعلقة بهذه الأنشطة ونشرها بصورة منتظمة مع اجراء مزيد من الدراسات عن آثار الحرب النووية على الصحة والأنشطة الصحية ، مع ابلاغ جمعية الصحة بذلك بانتظام .

باء - التقدم في القضايا العلمية الأساسية

١١ - حسنت التقديرات السابقة لكمية المواد القابلة للاحتراق (الحمل الوقودي) بفضل التحليلات المتعاقبة للانتاج والمخزون ، التي كان من بينها مثلا دراسة استقصائية مفصلة لمجموعة تمثيلية من الأهداف في الولايات المتحدة (سمول وآخرون ، ١٩٨٨) . وبينما لا تزال التقديرات العالمية التي تقول بأن الدخان الذي سينبعث الى الغلاف الجوي قد يصل الى ١٥٠ مليون طن معقولة عموما ، فان نتائج البحوث التي أجريت مؤخرا تشير الى أن هذه الكميات تقع في النطاق الأعلى من التقدير . ومن

Digitized by UNOG Library

ناحية أخرى ، ازدادت كثيرا تقديرات مكونات الدخان المنبعث الناجم عن المواد المحترقة مثل النفط والبلاستيك عند نشوب حرائق واسعة . وعلاوة على ذلك ، فانه نتيجة للقياسات الاخيرة المأخوذة في التجارب المعملية وفي الحرائق الصغيرة النطاق تضاعفت ثلاث مرات التقديرات الخاصة لقدرة الدخان الناجم عن حرائق المناطق الحضرية على امتصاص ضوء الشمس عما كانت عليه في الحسابات السابقة . والمعترف به حاليا هو أن هذا العنصر الاسود السناجي من عناصر الدخان المنبعث هو أهم عامل من حيث آثاره على الغلاف الجوي والمناخ ، ولذلك فقد أنصب جانب كبير من البحوث الحديثة على خصائص جسيمات السناج .

١٢ - وسيمتص هذا القدر الكبير من الدخان والسناج جانبا كبيرا من الاشعة الآتية من الشمس فوق معظم نصف الكرة الشمالي . وتختلف كثيرا التقديرات الخاصة بانخفاض التشمس باختلاف السيناريوهات . ففي حالات الدخان الكثيف ، قد لا يصل الى سطح الارض من الضوء المتاح سوى ١ في المائة من القدر المعتاد لمدة بضعة أيام ، وأقل من ٣٠ في المائة من القدر المعتاد لمدة بضعة أسابيع أو أكثر .

١٣ - وفي البداية ، يمكن للدخان الذي تحقنه الحرائق الكبيرة أن يصل حتى ارتفاع ١٥ كيلومترا ، وان كان معظمه سيمكث في نطاق ٥ الى ١٠ كيلومترات . وفي النهاية يستقر الدخان المتصاعد مما يسمح للدخان بالانتشار جانبيا على ارتفاع ثابت . ويمكن أن يؤدي التسخين اللاحق للدخان بسبب امتصاص الاشعة الشمسية الى صعود جسيمات الدخان الى أعلى . وتبين الدراسات الاخيرة التي أجريت على النماذج أن هذا "التصاعد" الواسع النطاق من الارتفاعات المتوسطة خلال الصيف في نصف الكرة الشمالي قد يحمل جزءا كبيرا من الدخان حتى ارتفاع ٣٠ كيلومترا . ويوحي التصاعد الذاتي لدخان الحرب النووية بأن مدة بقائه في طبقة الاستراتوسفير يمكن أن تزداد كثيرا ، وان كميات كبيرة من الدخان يمكن أن تنتقل الى نصف الكرة الجنوبي ، وان سلامة طبقة الاستراتوسفير قد تتعرض للخطر .

١٤ - والمفترض حاليا أن قدرة السحب والتهطال على ازالة الدخان (وهو ما يشار اليه بـ "الكسح" و "الازالة" قد يكون في حدود ٣٠ - ٥٠ في المائة خلال الايام القليلة الاولى التي تعقب تولد الدخان ، رغم كثرة أوجه عدم التيقن واحتمال أن تكون مقاديره الفعلية أكثر أو أقل . وتشمل عمليات الازالة كسحا "فوريا" في شكل "مطر أسود" مباشرة فوق مناطق الحرائق المتوقع نشوبها بعد حدوث التراشق النووي ، فضلا عما يعقب ذلك من كسح بفعل التهطال على امتداد مسرى الرياح . وسوف يقلل كسح الدخان من

Digitized by UNOG Library

احتمال انخفاض كمية الضوء ، كما سيؤدي تناثر السحب الى ظهور مناطق محلية تزداد فيها الاضاءة والظلام . وتوحي القياسات المعملية والميدانية الاخيرة لخواص الدخان بأن القدرة على ازالة أشد انواع الدخان ظلاما وسناجا قد تكون أقل مما هو مفترض حاليا . لذلك يلزم ضبط التقديرات الخاصة بكسح الدخان (السناج) .

١٥ - وتبين الدراسات المعملية الجديدة أن السناج الذي يصل الى طبقة الاستراتوسفير (بالانبعاث المباشر والتصاعد الذاتي) لا يُحتمل أن يتحلل بسرعة عند تفاعله مع طبقة الأوزون ، وان هذه العملية قد تستغرق سنة أو أكثر . وتعني هذه النتيجة الهاما ضمنا أن سحب السناج هذه قد تستقر استقرارا تاما في الغلاف الجوي العلوي بحيث يمكنها الانتشار عالميا وقد تترك آثارا طويلة الأجل في المناخ العالمي .

١٦ - ورغم أن النماذج الموضوعة لمعرفة مدى استجابة الغلاف الجوي لانبعاث الدخان على مساحات هائلة ما زالت مبسّطة جدا فقد شهدت أوجه تقدم هامة . وتوضع القوانين التي تحكم عمليات الغلاف الجوي المتصلة بذلك في صيغة رياضية ، وتُحل المعادلات الناجمة عن ذلك في حاسبات الكترونية عالية السرعة . وهذه الحسابات التي تستخدم نماذج متقدمة للدوران العام ، قادرة الآن على أن تمثل بالتفصيل التغيرات في انتقال الاشعة الشمسية والاشعة تحت الحمراء الحرارية ، ودورة المياه ، فضلا عن دوران وديناميات الغلاف الجوي . وقد وضعت مثل هذه النماذج ـ المعدلة لمحاكاة ظروف "الشتاء النووي" ـ في مختبر لوس الاموس الوطني ، وفي المركز الوطني لبحوث الغلاف الجوي ، في مختبر لورانس ليفرمور الوطني بالولايات المتحدة ، وفي مركز الحساب التابع لأكاديمية العلوم بالاتحاد السوفياتي ، وفي دائرة الارصاد الجوية بالمملكة المتحدة ، وفي منظمة الكومنولث العلمية للبحوث الصناعية في استراليا . وأدى العمل في هذه النماذج الى أوجه تقدم عامة هامة في القدرات على وضع نماذج للمناخ . وتؤكد هذه النماذج احتمال انخفاض درجة الحرارة حتى في الصيف الى ما تحت الصفر في مناطق محدودة . كما تبين انخفاضات كبيرة في كمية التهطال وكبت الرياح الموسمية الصيفية حتى في ظل وجود كميات قليلة من الدخان . كما تم التسليم بامكانية بقاء الآثار المناخية طيلة سنة أو أكثر ، مع احتمال انخفاض متوسط درجات الحرارة العالمية عدة درجات ، مما يمكن أن يكون له أثر كبير في الزراعة .

١٧ - وتوجد الآن أدلة رصدية كافية على أن الدخان المنبعث من الحرائق الطبيعية للغابة والغبار يمكن أن يسبب عند وجوده كميات كافية انخفاضا في درجة الحرارة أثناء النهار بمقدار عدة درجات خلال ساعات الى أيام . وتبين النماذج هذه الانخفاضات

Digitized by UNOG Library

جيدا ، مما يعني أن العمليات الفيزيائية الاساسية مفهومة بدرجة كافية ، كما أن هذا يزيد الثقة بنتائج النماذج التي تبين زيادة حدة انخفاض درجة الحرارة اذا أدت الحرائق التي يشعلها التراشق النووي الى شحن الغلاف الجوي بكميات كبيرة جدا من الدخان .

١٨ - كما تجرى دراسات لما يحقن في الاستراتوسفير من أكاسيد النيتروجين التي يتم انتاجها داخل الكرة النارية النووية والهواء من الأجزاء السفلية من الغلاف الجوي التي يقل فيها الأوزون وازاحة الهواء الموجود في الاستراتوسفير الأدنى والغني بالأوزون ، واعتماد معدلات التفاعل الكيميائي على ارتفاع درجة الحرارة المتوقع في الاستراتوسفير من حيث امكانية قيامها بتخفيض كمية الأوزون الاستراتوسفيري . ويعني نفاد الأوزون زيادة الأشعة الشمسية فوق البنفسجية لعدة سنوات عقب التراشق النووي . وتدل التقديرات الحالية على أن انخفاض الأوزون قد يكون كبيرا جدا في حدود ٥٠ في المائة . والحاجة عاجلة الى المزيد من الدراسات لهذه المشكلة نظرا لأهميتها المحتملة الكبيرة .

١٩ - وباستطاعة النبضة الكهرمغناطسية الناجمة عن التفجيرات النووية على ارتفاع عال أن تعطل وتخرب مجموعة واسعة من الأجهزة والأدوات الكهربائية والالكترونية ، مما يؤدي الى فقدان الطاقة الكهربائية والاتصالات والخدمات الاخرى في مسافات تمتد آلاف الكيلومترات . وهذا يمثل تعطيلا هاما آخر للهياكل الاساسية التي يتعين أن يعتمد عليها الناجون من السكان .

٢٠ - وسيقتل الاشعاع المبكر ممحوبا بالسفع والحرائق كثيرا من الناس في المنطقة المباشرة ، ويدمر الاسكان والصحة البيئية والنقل والمرافق الطبية . أما خارج منطقة الدمار ، فان السقاطة النووية الناشئة عن الانفجارات نفسها وعن تدمير المنشآت النووية سوف تنتشر عالميا وتكون مصدر تعرض مستمر للاشعاع طيلة سنوات . وستكون النتائج الطويلة الأجل كبيرة (مثل السرطانات والتشوهات وربما الآثار الوراثية) بين الناجين من الدفعة الاشعاعية الأولى وبين من يتعرضون للسقاطة ، لكن أهمية هذه النتائج ستكون أقل بكثير من الآثار الباكرة والأخرى الناجمة عن تعطل الهياكل الاساسية ومن بينها الخدمات الطبية وخدمات توزيع الأغذية لشهور بل وربما لسنوات بعد الحادث .

Digitized by UNOG Library

جيم - النتائج والاستنتاجات

٢١ - تدل الدراسة التي اضطلع بها الفريق لتطور الفكر العلمي في مجال النتائج البيئية العالمية لنشوب حرب نووية على اقتراب واضح من توافق الآراء . وقد تمت مراجعة الانتقادات والاعتراضات التي كانت تظهر بين الحين والآخر - ومعظمها يتصل بعدم التيقن وأوجه قصور النماذج الأولى من قبل هذا الفريق وغيره من أفرقة الخبراء (مثل اللجنة العلمية المشتركة (انظر غوليتسين وماكراكن ، ١٩٨٧)) ، وهي لا تبطل الاستنتاج القائل بأن الحرب النووية الواسعة النطاق قد يكون لها أثر كبير على المناخ العالمي .

٢٢ - والشواهد العلمية حاليا قاطعة في أن أي حرب نووية كبرى سوف تجر معها مخاطرة كبيرة بتدمير البيئة العالمية . وستبلغ هذه المخاطر أقصاها إذا سددت الضربة الى كبرى المدن والمراكز الصناعية في نصف الكرة الشمالي في أشهر الصيف . إذ يمكن أن تنخفض خلال الشهر الأول الطاقة الشمسية التي تصل سطح الأرض في خطوط العرض المتوسطة في نصف الكرة الشمالي بمقدار ٨٠ في المائة أو أكثر . وسوف يؤدي هذا الى انخفاض متوسط درجات الحرارة القارية في خطوط العرض المتوسطة بمقدار يتراوح بين ٥ و ٣٠ درجة مئوية دون المتوسط العادي خلال اسبوعين من تصاعد الدخان خلال أشهر الصيف . أما في المناطق القارية الوسطى فان انخفاض درجة الحرارة يمكن أن يكون أشد من ذلك بكثير . وتبين النماذج الثلاثية الأبعاد لدوران الغلاف الجوي التي تتضمن تمثيلات مفصلة للعمليات الفيزيائية انخفاض درجات الحرارة في بعض المناطق الى تحت الصفر حتى في الصيف . وهذه الانخفاضات في درجات الحارة أقل بعض الشيء مما خرجت به النماذج السابقة الأقل تعقيدا للغلاف الجوي ، لكن الآثار الزراعية والبيئية لن تكون أقل فظاعة . ويتضح من الأعمال الأخيرة التي عرضت في حلقة عمل "سكوب - إنيوار" التي عقدت في موسكو في عام ١٩٨٨ أن هذه الآثار قد تتضاعف بسبب انخفاض سقوط الأمطار بنسبة تبلغ ٨٠ في المائة فوق اليابسة في خطوط العرض المعتدلة والمدارية . والشواهد التي جرى تقييمها حتى الآن مقنعة الى حد لا يُحتمل معه أن تفند ضروب عدم اليقين العلمية الباقية هذه الاستنتاجات العامة .

٢٣ - وبعد الشهر الأول ، سوف يتعرض الانتاج الزراعي وبقاء النظم الايكولوجية الطبيعية للخطر بسبب الانخفاض الكبير في ضوء الشمس ، وهبوط درجة الحرارة عدة درجات دون معدلها العادي ، وكبت التهطال والرياح الموسمية في الصيف . كما أن هذه الآثار سوف تتفاقم بفعل الملوثات الكيميائية ، وزيادة الأشعة فوق البنفسجية التي لها صلة بنضوب الأوزون ، واحتمال استمرار "البؤر الحامية" المشعة .

Digitized by UNOG Library

٢٤ - وتؤدي حساسية النظم الزراعية والنظم الايكولوجية الطبيعية لاختلافات درجة الحرارة والتهطال والضوء الى استنتاج هو أن الاثر الواسع النطاق الذي يتركه التراشق النووي على المناخ سوف يشكل تهديدا شديدا لانتاج الاغذية العالمي . وستواجه الدول المستهدفة وغير المستهدفة على السواء احتمال انتشار المجاعة نتيجة للحرب النووية . ومما يؤزم ذلك الاعتماد المتزايد للانتاج الغذائي على مدخلات الطاقة والاسمدة واعتماد توزيع الاغذية وتوفرها على وجود نظام مجتمعي للاتصالات والنقل والتجارة والتبادل التجاري سلس الاداء . وسيتفاقم الاثر البشري لسبب الانهيار الكامل تقريبا للرعاية الصحية في البلدان المستهدفة ، واحتمال زيادة الاشعة فوق البنفسجية الضارة . وقد تكون الاثار المباشرة لاي تراشق نووي كبير هي مقتل مئات الملايين ، أما الاثار غير المباشرة فيمكن أن تؤدي الى مقتل البلايين من البشر .

٢٥ - والنتائج الاجتماعية ـ الاقتصادية ستكون خطيرة في عالم وشيق الترابط اقتصاديا واجتماعيا وبيئيا . إذ ستتعطل تماما وظائف الانتاج والتوزيع والاستهلاك في النظم الاجتماعية ـ الاقتصادية الحالية . وستحول شدة الدمار المادي نتيجة للسفع والحرائق والاشعاع في البلدان المستهدفة دون توفر دعم من النوع الذي سمح بالانتعاش بعد الحرب العالمية الثانية . وسوف يضاعف انهيار مقومات الحياة والاتصالات والنقل والنظام المالي العالمي وغيره من النظم من المصاعب الناجمة عن نقص الاغذية في البلدان غير المستهدفة . وسيكون الانتعاش الطويل الاجل غير مؤكدة .

٢٦ - وتمثل الاثار الفورية والمباشرة للتفجيرات النووية والنتائج البيئية العالمية المترتبة على نشوب حرب نووية كبرى ، حلقة متصلة . فكل منهما تؤدي الى تفاقم الاخرى . وعلاوة على ذلك ، سيكون هناك تضافر داخل كل جانب منها وفيما بين هذه الجوانب كلها بحيث سيكون الاثر المتكامل للحرائق والسفح والاشعاع أكبر من مجموع الاثار التي يخلفها كل واحد من هذه العوامل بمفرده . كذلك سيحدث تفاعل بين انخفاض درجة الحرارة وهبوطها في بعض الحالات الى ما دون الصفر ، وقلة التهطال ، وكبت الرياح الموسمية ، وتزايد الاشعة فوق البنفسجية مما يضاعف من آثار كل منها على حدة . وسيكون الدمار العالمي والبيئي الناجم عن نشوب حرب نووية كبرى مرتبطا ارتباطا لا ينفصم باثاره المباشرة والموضعية . ويجب مراعاة كلا العاملين عند حل قضايا السياسة العامة للاسلحة النووية ، كما ينبغي أن يكونا موضع الاهتمام من كافة الامم .

Digitized by UNOG Library

٢٧ - وهناك احتمال أن تكون للتراشق النووي الكبير نتائج بيئية عالمية أخرى لم تتحدد بعد ويؤمن الفريق بمواصلة الجهد العلمي الدولي التعاوني الذي تمكن من تحديد هذا البعد الجديد من ابعاد الحرب النووية حتى يتسنى صقل النتائج الجديدة واستكشاف احتمالات جديدة . فهناك حاجة مثلا الى حل قضية ناشئة هي احتمال نضوب الاوزون على نطاق هائل نتيجة نشوب حرب نووية كبرى وما تعقب ذلك من زيادة في الاشعة فوق البنفسجية تكون لها عواقب خطيرة على الكائنات الحية التي تتعرض لها .

٢٨ - وينبغي أن تتم على الصعيد العالمي متابعة أوجه التقدم العلمي التي أدت الى تفهم أوضح للنتائج العالمية لنشوب حرب نووية كبرى . كما ينبغي أن تتفاعل أوجه التقدم هذه بقوة مع تحليل القرارات التي تتناول السياسة العامة المتعلقة بهذه القضايا ، التي تمس آثارها المحتملة الامم غير المتحاربة ، وأيضا على الامم التي قد تكون أطرافا في الصراع . وأكدت مناقشة هذه المسائل أهمية قيام حوار بين الدوائر العلمية ومقرري السياسات العامة - وهو حوار يضيء جوانب هذه القضية العامة خلال الثمانينات .

ثانيا - الآثار الجوية والمناخية

ألف - مقدمة

٢٩ - ستكون الحرب النووية مختلفة تماما عن أي شكل سابق من أشكال الحرب التقليدية من حيث أن قوتها التدميرية أكبر بما لا يمكن قياسه . فالقنابل الذرية من النوع الذي استخدم في هيروشيما وناغازاكي تمثل زيادة في القوة التفجيرية مما يكافئ أطنانا من ثلاثي نتريت التولوين الى آلاف الأطنان (كيلوطنات) من ثلاثي نتريت التولوين . أما القنابل الهيدروجينية التي طورت بعد نحو عقد من ذلك الوقت فتمثل زيادة من آلاف الأطنان الى ملايين الأطنان (ميغاطنات) . ويوجد الآن ما يزيد على ٥٠ ٠٠٠ سلاح نووي على نطاق العالم يمثل إجمالي قوتها التفجيرية الى ما يقدر بحوالي ١٥ ٠٠٠ ميغا طن (حوالي ٥ ٠٠٠ ضعف القوة التفجيرية لجميع المتفجرات التي استخدمت في الحرب العالمية الثانية) .

٣٠ - ويمكن أن تنتقل المواد المشعة الناشئة عن التفجيرات النووية مسافات كبيرة بعيدا عن موقع التفجير ويمكن أن يتعرض للاشعة المؤينة أشخاص بعيدون تماما عن موقع التفجيرات . بل وقد تظهر الآثار الوراثية والخلقية في الأجيال المقبلة .

Digitized by UNOG Library

٣١ - ويمكن للكميات الضخمة من الغبار والدخان المنبعثة في الغلاف الجوي بسبب الانفجارات والحرائق التي تحدث على سطح الأرض وعلى ارتفاعات منخفضة في حرب نووية كبرى أن تؤدي الى حدوث تغييرات مناخية خطيرة ليس فقط في البلدان التي تجرى فيها الحرب ولكن أيضا في البلدان الاخرى البعيدة عن مسرح الاعمال العدائية . ويستعرض هذا التقرير النتائج التي توصل اليها عدد من الدراسات بشأن الاثر المناخي المحتمل للتفجيرات النووية المتعددة .

٣٢ - وقد خلص التقرير الذي أعدته الاكاديمية الوطنية للعلوم بالولايات المتحدة (١٩٧٥) بشأن الآثار التي ستلحق بالغلاف الجوي من جراء الحرب النووية الى أن كثيرا من المواد الكيميائية ، ولاسيما أكاسيد النيتروجين ، التي تنتجها الانفجارات النووية ستؤثر على طبقة الأوزون في الاستراتوسفير التي تقي سطح الأرض من زيادة الاشعة فوق البنفسجية الضارة والتي تعتبر أساسية في تأمين درجة الحرارة العادية للغلاف الجوي وتركيبه ودورانه . كما تناول التقرير أثر الغبار الذي تثيره الانفجارات وعقد مقارنة مع آثار الجسيمات المنبعثة نتيجة لثوران البراكين ، وخلص الى أنه يمكن أن يحدث انخفاض في درجة الحرارة على نطاق العالم بنحو درجة واحدة مئوية بسبب النقص الناتج عن ذلك في مستوى ضوء الشمس على سطح الأرض .

٣٣ - وبعد سنوات من استحداث الاسلحة النووية ، بدأت آثار بيئية غير مباشرة جديدة للحرب النووية الكبرى في الظهور . ففي عام ١٩٤٥ تركز الاهتمام على الامراض التي تسببها الاشعاعات وفي الخمسينات على النقل الطويل الأجل للسقاطة المشعة وفي أوائل الستينات على النبضة الكهرمغنطيسية وفي السبعينات على نضوب طبقة الأوزون نتيجة لحقن أكاسيد النيتروجين في الاستراتوسفير . وفي الفترة ١٩٨٢ - ١٩٨٣ اتضحت إمكانية أن تؤدي الحرب النووية الى إحداث تغيير مناخي كبير . ومن المحتمل أن تكون هناك آثار أخرى غير متوقعة لم يتم اكتشافها بعد . فعلى سبيل المثال ، يقال إن نضوب الاوزون قد يكون أشد مما هو مقدر حاليا . وقد يحدث أيضا انقلاب في درجة الحرارة قرب السطح تعمل على حبس كثير من المواد السامة في طبقات الغلاف الجوي الدنيا وتمنع تشتتها ، مما يزيد بدرجة كبيرة من إمكانية تعرض النبات والحيوان ولاسيما الانسان للمواد السامة .

٣٤ - وفي الفترة ١٩٨١ - ١٩٨٢ أجرت الاكاديمية الملكية السويدية للعلوم استعراضا شاملا للآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية العالمية للحرب النووية ، ونشرت نتائج سلسلة من الدراسات التي طلب أجراؤها على وجه التحديد في مجلتها "Ambio" في عام

Digitized by UNOG Library

١٩٨٣ (نشرت فيما بعد في شكل كتاب بعنوان "ما بعد الكارثة" The Aftermth, (Peterson, 1983) . واشتملت هذه الدراسات على ورقة بحثية كتبها بول كروتزين وجون بيركس عن أثر التفجيرات النووية على الغلاف الجوي . وأكدا إمكانية تعرض طبقة الأوزون للأضرار وأنه قد تحدث آثار على المناخ والجو . ومضى الكاتبان في بحث إمكانية أن يؤدي وقوع هجوم نووي كبير الى إشعال حرائق واسعة النطاق وإلى "تكوين كميات ضخمة من المادة الجسيمية الداكنة ذات القدرة العالية على امتصاص ضوء الشمس وانتشارها في التروبوسفير بسبب الحرائق الكثيرة التي ستنشب في المناطق الحضرية والصناعية ، وحقول انتاج النفط والغاز ، وفي الأراضي الزراعية والغابات ... وستؤدي هذه الحرائق الى تقييد احتراق ضوء الشمس النافذ الى سطح الأرض تقييدا شديدا وإلى تغيير الخواص الطبيعية للغلاف الجوي للأرض" (كروتزين وبيركس ، ١٩٨٣) . وحمل تقريرهما المعنون "الغلاف الجوي بعد وقوع حرب نووية" العنوان الفرعي "الغسق ساعة الظهيرة" (Twilight At Noon) .

٣٥ - وقدم الكاتبان مقترحات مؤقتة بشأن الآثار المترتبة على توازن الطاقة على الأرض والنظم الايكولوجية الطبيعية ومصائد الأسماك والزراعة والمجتمع وطرحا الافتراض القائل بأن حدوث نزاع نووي واسع النطاق قد يؤدي الى تغيير في المناخ . وبعد نشر هذه الورقة الأساسية ، بدأ العمل في الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي بشأن دراسة الآثار المناخية الناجمة عن حقن كميات ضخمة من الدخان في الغلاف الجوي وعواقبها البيئية .

٣٦ - وقد بحثت الآثار على الغلاف الجوي والغلاف الحيوي لأول مرة بصورة علنية في مؤتمر مدته يومان عقد في واشنطن العاصمة في خريف ١٩٨٣ . وعرض التقريران الرئيسيان اللذان نشرا بعد ذلك بقليل في مجلة "العلوم" (Science) (وهما الورقة المسماة بورقة تتابس أي ورقة توركو وآخرين ، ١٩٨٣ ، وورقة اهرليتس وآخرين ، ١٩٨٣) في اليوم الأول للمؤتمر . وقدمت عروض مماثلة بشأن خفض درجة الحرارة من الكسندروف ، وشنايدر وغوليتسين (الذين أشاروا بالإضافة الى ذلك الى توقع توقف التهطال والرياح الموسمية) . ونشرت فيما بعد التقارير الرئيسية بالإضافة الى العروض الأخرى التي ألقيت في المؤتمر والمناقشات المصاحبة لأعماله في كتاب بعنوان "البرد والظلام : العالم بعد الحرب النووية" (اهرليتش وآخرون ، ١٩٨٤) (The Cold and the Dark: The World After Nuclear War (Ehrlich et Al., 1984) واختتم المؤتمر باتصال تليفزيوني بين واشنطن وموسكو ناقش خلاله علماء الاتحاد السوفياتي والولايات المتحدة البارزون هذه القضايا .

Digitized by UNOG Library

٣٧ - وقد كانت ورقة تتابس تتسم بالحذر ، وخلصت الى ما يلي :

"إن تقديراتنا ... هي بالضرورة غير متيقنة لاننا استخدمنا نماذج أحادية البعد ، ولأن قاعدة البيانات غير مكتملة ، ولان المشكلة لا يمكن اخضاعها للتقصي التجريبي . كما أننا لا نستطيع التنبؤ بالطبيعة المفصلة للتغيرات في ديناميات الغلاف الجوي والارصاد الجوية ... أو الاثر الذي تحدثه هذه التغييرات على بقاء وتشتت سحب الغبار والدخان الاولية . وبالرغم من ذلك فإن حجم آثار الدرجة الاولى سيكون كبيرا وما يترتب عليها من نتائج سيكون خطيرا لدرجة أننا نأمل أن تجرى دراسات نشطة ونقدية للقضايا العلمية التي طرحت هنا" (توركو وآخرون ، ١٩٨٣) .

٣٨ - وقد وجه نقد استنادا الى عدة أسس علمية : فعلى سبيل المثال لم يؤخذ الاثر الملطف للمحيطات بعين الاعتبار . وهذا أحد أوجه القصور في استخدام النموذج الاحادي البعد وقد سلم الكتّاب بذلك في الحال . وبالرغم من أن النموذج الاحادي البعد لا يعتبر في هذه الحالة بديلا ملائما للمحاكاة الاكثر تطورا ، فإنه يعتبر خطوة مفيدة وضرورية نحو معالجة المشكلة بصورة أكثر شمولا أما إدخال المادة الجسيمية والهباء في النماذج الثلاثية الابعاد ، التي لم تستخدم إلا لمحاكاة الظواهر المناخية الطبيعية ، فيستلزم تطورات تقنية كبيرة .

٣٩ - وقد قبلت الاوساط العلمية هذا التحدي الذي وضعه كروتزين وبيركس كاتبو ورقة تتابس . وبدأ كثير من علماء الغلاف الجوي في اختبار الافتراضات والآثار ويعلق شنايدر ولوندر (١٩٨٤) على ذلك بما يلي : "إن عددا من أفرقة العلوم الفيزيائية قد بذل قصارى جهده ليبين أوجه الخلل في تحليل تتابس ... لمعرفة ما إذا كانت هناك عوامل منسية يمكن أن تودي الى اختفاء الآثار الكبيرة التي تتسبب في برودة سطح الارض لا لدحض عمل فريق تتابس ، بل لكفالة مصداقية النتائج" .

٤٠ - وقد أدى هذا الى صدور تقارير مهمة بشأن الموضوع عن المجلس الوطني للبحوث بالولايات المتحدة (١٩٨٥) ومعهد الطب (١٩٨٦) والجمعية الملكية الكندية (١٩٨٥) . ويرد وصف العمل السوفياتي في الكتب التالية : The Night After, Climatological and Biological Consequences of Nuclear War (Velikhov, 1985), Ecological and Demographic Consequences of a Nuclear War (Svirezhev et al., 1985), Global Climatic Catastrophes (Budyko et al,. 1986), and Possible Ecological

Digitized by UNOG Library

Consequences of Nuclear War for Atmosphere and Climate (Kondratyev & Nikolsky, 1986) . وأكثر الدراسات شمولا هي تلك التي أجراها المجلس الدولي للاتحادات العلمية من خلال برنامجه "سكوب - إنيوار" . وقد اشترك في هذه الدراسة نحو ٣٠٠ عالم من المجتمع الدولي ، يمثلون مجموعة واسعة من التخصصات كما أنها تقدم مصدرا مرجعيا شاملا بشأن الموضوع . وقد نشر هذا العمل تحت عنوان Environmental Consequences of Nuclear War في مجلدين ، عنوان المجلد الاول هو Volume I. Physical and Atmopheric Effects (Pittock et al., 1986) وعنوان المجلد الثاني هو Volume II. Ecological and Agricultural Effects (Harwell & Hutchinson, 1986) ومجلد مصاحب موجز لغير الخبراء بعنوان "كوكب الأرض معرض للخطر" Planet Earth in Jeopardy (Dotto, 1986) وأجرت منظمة الصحة العالمية تنقيحا لتقريرها لعام ١٩٨٤ ليتضمن تقييما للآثار المناخية في "آثار الحرب النووية على الصحة والخدمات الصحية" Effects of Nuclear War on Health and Health Servicess (WHo, 1987) وقام مجلس التخطيط النيوزيلندي مؤخرا بتناول الموضوع من منظور نصف الكرة الجنوبي في الدراستين : New Zealand After Nuclear War (Green et al., 1987) و Nuclear Winter in Australia and New Zealand: Beyond Darkness (Pittock, 1987) وبالتزامن مع هذه الدراسات ، تولى عدد من الحكومات ، وبخاصة حكومتا الاتحاد السوفياتي والولايات المتحدة رعاية مجهودات بحثية عريضة القاعدة ، ولاسيما بشأن خصائص الدخان في الغلاف الجوي والمحاكاة العددية للهباء الجوي في نماذج دوران الغلاف الجوي .

باء - القضايا التقنية

١ - الغبار

٤١ - يرتفع الغبار في الغلاف الجوي نتيجة للتفجيرات النووية التي تحدث على سطح الأرض وقرب سطح الأرض . وقدرت دراسة "سكوب - إنيوار" (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦) أن بضع عشرات من ملايين الأطنان من جسيمات الغبار دون الميكرونية (التي يقل قطرها عن ١ ميكرومتر) قد ترتفع الى الطبقات العليا من التروبوسفير والاستراتوسفير حيث يمكنها أن تبقى لمدة شهر أو أكثر ويعمل الغبار بفعالية على استطارة ضوء الشمس ، مما يؤدي الى انعكاس جزء من الإشعاع الشمسي النازل مرة أخرى الى الفضاء .

٤٢ - وتؤدي علمية استطارة (انعكاس) ضوء الشمس وامتصاصه في طبقات الغلاف الجوي العليا الى خفض كمية الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض . ويمكن لمساحات الغبار

Digitized by UNOG Library

الكثيفة أن تتسبب في تقليل ضوء الشمس الواصل الى سطح الارض الواقع تحت السحب بدرجة كبيرة . وحتى في حالة تشتت الغبار بصورة منتظمة فوق نصف الكرة الشمالي ، يمكن للغبار أن يقلل من كمية الضوء الواصل الى السطح بنسبة ١٠ في المائة أو أكثر .

٢ - الاحتراق والوقود

٤٣ - إن أنواع الوقود كالفحم والنفط والغاز الطبيعي ، أو بالمفهوم العام المستخدم هنا ، كل شيء يمكن أن يحترق أثناء حريق صناعي - حضري كبير (مواد البناء الخشبية والورق واللدائن ومواد الأسقف الأسفلتية والأسطح القيرية للطرق) أو أثناء حريق أرضي جامح (الأشجار والمحاصيل والنباتات الاخرى) ، تتكون في الأغلب من مواد كيميائية معقدة تتألف في معظمها من الكربون والهيدروجين .

٤٤ - وفي ظل الظروف المثالية ، عندما تتم أكسدة (حرق) الجزيئات الهيدروكربونية بكميات غير محدودة من الأوكسجين ، يكون التفاعل كاملا وتكون نواتجه هي ثاني أكسيد الكروبون وبخار الماء . بيد أن هذه الظروف المثالية نادرا ما توجد ، وفي الحرائق المعتادة ، تسير عملية الأكسدة عادة الى مراحل مختلفة من الاكتمال ، حسب الظروف البيئية ، وتنتج متخلفات جسيمية تسمى السناج أوالدخان بالإضافة الى هذه الغازات . وفي حالة حدوث توهج عند درجات الحرارة المرتفعة ، قد ينطلق بعض الهيدورجين والكربون من الوقود بدون أكسدة (انحلال حراري) مكونا سناج كربوني نقي يشبه الغرافيت أو الهباب . وعند درجات الحرارة الأقل ، أثناء الاحتراق البطيء ، تكون الأكسدة غير كاملة ويبقى عدد كبير من المتخلفات المؤكسدة جزئيا . وهذه تتكون عادة من الهيدروكربونات وإن كانت أبسط من حيث طبيعتها الكيميائية من الوقود الاصلي .

٤٥ - ويختلف التركيب الكيميائي والفزيائي للسناج الكربوني العنصري النقي نسبيا عنه للنواتج المشتملة على نسب عالية من الهيدروكربونات اختلافا كبيرا . ويختلف سلوكهما في الغلاف الجوي كما يمكنهما امتصاص كمية أكبر بكثير من ضوء الشمس عن أنواع الدخان التي تحتوي على نسبة منخفضة من الكربون . وقد يحتوي الوقود أيضا على مواد كيميائية أخرى لم تتم أكسدتها أو تأكسدت لتكوّن مجموعة متنوعة من الجزيئات ذات خصائص مختلفة .

٤٦ - وقد وضعت تقديرات لكمية وطبيعة المواد التي يمكن أن تشتعل في الحرب النووية باستخدام ثلاثة نهج مختلفة . فقد قدرت دراسات توركو وآخرين (١٩٨٣) والمجلس

Digitized by UNOG Library

الوطني للبحوث (١٩٨٥) متوسط كمية المواد القابلة للاحتراق الموجودة في وحدة المساحة بالنسبة لأهداف مختلفة ثم زيادته عن طريق الضرب في المساحة التي ستتعرض الى دفق حراري قادر على إحداث الإشتعال بالنسبة الى توزيع مفترض للأهداف . وتتوقف المساحة المعرضة للاشتعال بالدفق الحراري على الظروف الجوية (الرطوبة والتعكر) وارتفاع التفجير والقوة التفجيرية للرأس الحربي . فالانفجار الذي تبلغ قوته ميغاطن واحد سيؤدي الى اشتعال مواد كثيرة في مساحة تتراوح بين ٥٠ و ٠٠٠ ١ كيلومتر مربع ولكن نظرا لاحتمال التداخل بين الانفجارات ، ومحدودية حجم المناطق الحضرية ، وعوامل أخرى ، فإن قيما تتروح بين ٢٥٠ و ٥٠٠ كيلومتر مربع للمساحة المشتعلة في انفجار قوته ميغاطن واحد (تختلف تبعا للجذر التربيعي للقوة) تعتبر عادة ممثلة لتلك المساحة . وأوضح بنر (١٩٨٦) أن الاحمال الوقودية مبالغ في تقديرها أصلا وأنها لاتزال غير معروفة تماما . ونظرا لأن نمط تحديد الأهداف (وبالتالي التداخل بين الحرائق الناشئة) لا يمكن معرفته أبدا على وجه اليقين ، فإن طريقة الحساب هذه تعتبر غير دقيقة نسبيا .

٤٧ - واستخدم كروتزين وآخرون (١٩٨٤) وبيتوك وآخرون (١٩٨٦) طريقة أخرى لتقدير كميات المواد القابلة للاحتراق في المناطق المحتمل استهدافها وقدموا فروضا تتعلق بكمية الوقود الذي سيحترق .

٤٨ - وثمة نهج ثالث يقوم على تحاليل مفصلة لأهداف تمثل أنماطا معينة (سمول وآخرون ١٩٨٨) . ويبين هذا التقدير أن أي هجوم كبير على الولايات المتحدة سيصدر عنه ٤٠ مليون طنا من الدخان ، ينبعث ثلثها نتيجة لاشتعال النفط والغاز والفحم ويتكون من جسيمات سناجية (تحتوي على نسبة عالية من الكربون) ذات كفاءة عالية في امتصاص الاشعة الشمسية .

٤٩ - ويشير تقديران مستقلان لمخزون الوقود إلى أن المناطق التي تقع فيها بلدان منظمة حلف شمال الأطلسي ومنظمة معاهدة وارسو تحتوي على ٠٠٠ ٦ - ٠٠٠ ١٧ مليون طن من المواد السليولوزية (الخشب والورق وما إلى ذلك) و ٣٠٠ ١ - ٥٠٠ ١ مليون طن من النفط والذائن . واتساع نطاق تقديرات المواد السليولوزية يرجع في معظمه إلى الاختلافات في الفروض المتعلقة بكمية الخشب المستخدم في البناء في أوروبا والاتحاد السوفياتي ، واستخدام الأخشاب والمنتجات الخشبية والمتوسط العمري الفعلي لها في البيئة . وتقدر الكمية الإجمالية للوقود المتاح للاشتعال في بلدان منظمة معاهدة وارسو ومنظمة حلف شمال الأطلسي بـ ٠٠٠ ١٠ مليون طن ، بنسبة عدم تيقن تبلغ ٥٠ في المائة تقريبا .

Digitized by UNOG Library

٥٠ - ونظرا للأهمية الاستراتيجية لمصافي ومخازن المواد البتروكيميائية ، فهي تمثل أهدافا مرجحة ؛ وقد افترض ذلك في معظم سيناريوهات الحرب . وقد قدم توركسو (١٩٨٧) بيانات توضح أن ثلثي المخزون العالمي من المواد البتروكيميائية (٥٠٠ مليون طن تقريبا) يقع في ما يقرب من ٢٠٠ منطقة منفصلة ولا يحتاج اشعالها ، في الظروف المثالية ، إلاّ لبضع مئات من الرؤوس الحربية الصغيرة أو المتوسطة تكون قوتها التفجيرية الإجمالية في حدود بضع ميغاطنات . ويؤدي هذا إلى انبعاث كمية من الدخان السناجي الأسود (انظر أدناه) تكفي لإحداث أثر مناخي كبير .

٥١ - وقد بني الاهتمام الأولي بالآثار المناخية المحتملة للحرب النووية على أساس تقديرات كمية الدخان المنبعث من الغابات المحترقة (كروتزين وبيركس ، ١٩٨٢) . ويقع الكثير من الأهداف المحتملة ، مثل صوامع القذائف والقواعد الجوية ومراكز القيادة ، في المروج أو المناطق الزراعية التي توجد بها كميات منخفضة من الوقود ولن تتولد عنها إلاّ بضع ملايين من الأطنان من الدخان (سمول وبوش ، ١٩٨٥) . وتناقش دراسة النتائج البيئية للحرب النووية "سكوب - إنيوار" (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦) العوامل التي قد تؤدي إلى رفع هذه التقديرات ، وإن كان يبدو أن المزروعات الحية قد لا تشتعل (بوش وسمول ، ١٩٨٧) . وقد يتكون السناج نتيجة للتفويز المباشر (الانحلال الحراري) للمواد العضوية بفعل الدفق الحراري الآتي من الكرة النارية ، الأمر الذي قد يؤدي إلى انطلاق ما يقرب من ٣٠ مليون طن من الكربون العنصري (غوستينتسيف وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ غوليتسين ، ١٩٨٦) . وإذا رفع هذا السناج بواسطة الكرات النارية إلى الطبقات العليا من التروبوسفير والطبقات السفلى من الاستراتوسفير فإن ذلك بمفرده يمكن أن يحدث تأثيرات مناخية كبيرة . ومع ذلك فإن عملية انبعاث الكربون بواسطة تفاعلات الانحلال الحراري نتيجة لتأثير الدفق الحراري للانفجار وما يعقبه من تفاعلات بين الكربون والهواء المحيط به ، هي أمور ليست مفهومة بصورة جيدة .

٣ - الحرائق

٥٢ - يتوقف حجم الحرائق ونوعها وعددها على حجم النزاع النووي ونوعية الرؤوس الحربية والأهداف التي يتم اختيارها . ويمكن أن تؤدي القدرة الهائلة للأسلحة النووية على الحرق والظروف البيئية في منطقة الهدف إلى حرائق هائلة أو عواصف نارية يمكن أن تتسبب في احتراق الوقود احتراقا كاملا وإحداث دمار شامل في مناطق كبيرة .

Digitized by UNOG Library

٥٣ - وتشير الأدلة المتجمعة من هيروشيما وناغازاكي إلى أن حرائق هائلة يمكن أن تشتعل نتيجة دفق حراري تتراوح شدته بين ٧ سعرات و ٣٠ سعرا لكل سنتيمتر مربع (سعر سم$^{-٢}$) . وربما تمثل القيمة العليا تقديرا مبالغا فيه ، إذ أن الكثير من عمليات الاشتعال تحدث عند ٧ - ١٠ سعر سم$^{-٢}$. وتشير دراستان مستقلتان ، استخدمت فيهما القيمة المتحفظة ، ٣٠ سعر سم$^{-٢}$ ، إلى إمكان حدوث اشتعال فوري لمساحة ٢٥٠ - ٣٧٥ كيلو مترا مربعا لكل ميغاطن من قوة الانفجار (تكون المساحة أكبر بكثير عندما تجرى الحسابات على أساس دفق أقل) . وعندما يؤخذ انتشار الحرائق في الاعتبار ، فإن المنطقة المحترقة يمكن أن تزيد زيادة كبيرة : إذ وصلت إلى ١ ٢٠٠ كيلومتر مربع لكل ميغاطن في انفجار هيروشيما المنخفض القوة ، (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦) . وترتبط عمليات المحاكاة التي أجريت مؤخرا بين الحرائق وقوة انفجار الأسلحة ونطاق الميل والظروف الجوية وخصائص الوقود والتضاريس ووجود خنادق حائلة للحرائق وعوامل أخرى (وودي وآخرون ، ١٩٨٤) .

٥٤ - وفي البراري ، يكون معظم المواد العضوية قابلا للاحتراق ولذا فإن من المعقود افتراض أن الموجة السفعية قد تؤدي إلى تناثر الوقود وتشظيه ، مما يجعله أكثر قابلية للاشتعال . وليس من الضروري أن يحدث نفس الشيء في حالة مناطق الضواحي والمناطق الحضرية ، التي تحتوي على كميات كبيرة من المواد غير القابلة للاحتراق مثل الجص والأسمنت . وقد يؤدي السفع إلى إتلاف الهياكل غير القابلة للاحتراق ، فيفتحها ويعرّض المزيد من الوقود للنيران . ومن الناحية الأخرى ، قد يؤدي السفع إلى دفن المواد الممكن اشتعالها تحت ركام من مواد حرارية غير قابلة للاشتعال . ووفقا للظروف المحلية المعينة عند أي نقطة ، من الممكن أن تحدث العمليتان معا .

٥٥ - وستحب النيران معها المواد الحرارية والمعدنية غير القابلة للاحتراق المجزأة في صورة دقيقة (الأسمنت ، غبار الطوب ، الجص ، التربة ، وما إلى ذلك) . وليس من المعروف ما ستحدثه هذه العملية من آثار على عملية الاحتراق ، ولاسيما على التغذية المرتدة بالطاقة المشعة داخل اللهب .

٤ - انبعاثات الدخان

٥٦ - يعبّر عن معامل الانبعاث (كمية الوقود المتحول إلى مادة جسيمية يحملها الهواء مثل السناج والدخان) بنسبة أو نسبة مئوية ؛ فمثلا تعني عبارة معامل انبعاث للدخان قيمته ٥ في المائة أن ٥٠ غراما من الدخان تتولد من كل كيلو غرام واحد من

Digitized by UNOG Library

الوقود . ويمثل هذا المعامل والخواص الكيميائية والفيزيائية لذلك الدخان اعتبارات مهمة في تقييم الاثر الذي يحدثه في الغلاف الجوي .

٥٧ - ومعامل الانبعاث ونسبة الكربون في الدخان لا يكونان معروفين على وجه الدقة ، وحتى عندما يتم تعيينهما تحت ظروف تجريبية فإن التقديرات تتفاوت بمعامل لا تقل قيمته عن اثنين (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ بنر ، ١٩٨٦) . وتبين البحوث التي أجريت بعد ذلك في الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي (تقرير حلقة عمل "سكوب - إنيوار" التي عقدت في جنيف ، ١٦ - ٢٠ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٨٧) أن معامل الانبعاث يزيد كلما كبر حجم الحريق . كما يزيد معامل الانبعاث كلما قلت التهوية . وفي ظل التنوع الكبير للظروف البيئية التي قد يتوقع أن تسود في أي هجوم نووي ، فإن معاملات الانبعاث ونسبة الدخان يمكن أن يضيفا قدرا كبيرا من عدم التيقن .

٥٨ - وقد قدرت دراستان رئيسيتان أن معاملات الانبعاث الكلي من الحرائق الحضرية تبلغ ٣,٣ - ٤,٠ في المائة ، وأن نسبة الكربون في الانبعاثات تقدر مع التحفظ ، ب ٢٠ في المائة ، وتقدر بصورة أعم في حدود ٣٣ - ٨٠ في المائة (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦) . وتنطوي هذه التقديرات على فروض تتعلق بنسب أنواع الوقود حيث أن معاملات الانبعاث تختلف باختلاف المواد ، فهي تبلغ مثلا ١,٥ - ٣,٠ في المائة في حالة الخشب ، و ٥ في المائة تقريبا في حالة اللدائن ، و ٦ - ١٠ في المائة في حالة زيوت الوقود (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ كروتزين ، ١٩٨٧) .

٥٩ - وتختلف التقديرات الشاملة (توركو وآخرون ، ١٩٨٣ ؛ كروتزين وآخرون ، ١٩٨٤ ، المجلس الوطني للبحوث ، ١٩٨٥) للدخان الذي قد ينتج عن حرب نووية كبيرة ذات قوة تفجيرية تبلغ في مجموعها ٠٠٠ ٥ - ٥٠٠ ٦ ميغاطن اختلافا كبيرا ، إذ تتراوح من ٥٠ إلى ١٥٠ مليون طن ، بعد أخذ كسح الترسيب في الاعتبار . وبالنظر إلى اختلاف الفروض المتعلقة بمعاملات الانبعاث ومخاليط الوقود ، فإن هذه التقديرات تتفق اتفاقا وثيقا نسبيا على أن نحو ٣٠ مليون طن من الكربون العنصري ستدخل إلى الغلاف الجوي من المناطق الحضرية - الصناعية المحترقة (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦) .

٦٠ - وأجرى عدد من الافرقة قياسات على نسب الدخان الناتج من مجموعة كبيرة متنوعة من المواد في حرائق تجريبية صغيرة النطاق . ورغم أن هناك شكوكا في أن هذه الحرائق تعطي صورة صادقة بدرجة كافية للاحتراق الذي يمكن أن يحدث في الحرائق الكبيرة التي تنجم عن هجوم نووي ، فإن هذه التجارب قد أتاحت فهم عملية الاحتراق بصورة أفضل .

Digitized by UNOG Library

وقد وجد أن نسبة الدخان الناتج من الخشب الرطب تبلغ ١,٥ في المائة بينما تصل في حالة الخشب الجاف إلى ٤,٠ في المائة وربما تصل إلى ١١ في المائة في حالة اللدائن (اندرونوفا وآخرون ، ١٩٨٦) ، وذلك على الرغم من أن هذه القيمة قد تنخفض إلى ٣ في المائة في ظروف التهوية الجيدة (مولهولاند ، ١٩٨٦ ؛ باترسون وآخرون ، ١٩٨٦) .

٦١ - وستتكون المواد التي ستلتهمها الحرائق الحضرية من خليط من أنواع مختلفة من الوقود . وينتج خليط الوقود الممثل للوقود الموجود في أي مدينة نمطية ، والمكون من ٦٠ في المائة من الخشب و ٣٠ في المائة من الورق و ١٥ في المائة من المنسوجات و ٥ في المائة من اللدائن ، معامل انبعاث كلي يبلغ ٥ - ٦ في المائة (اندرونوفا وآخرون ، ١٩٨٦) . وستنتج المواد البتروكيميائية المحترقة دخانا أسود يكون معامل الانبعاث فيه في حدود ٣ - ٥ في المائة في حالة الحرائق الصغيرة نسبيا (اندرونوفا وآخرون ، ١٩٨٦) ويصل إلى ما يزيد على ١٠ في المائة في حالة الحرائق الكبيرة (زاك ، ١٩٨٧) . وتتفق هذه البيانات اتفاقا وثيقا مع البيانات التي استعرضها بنر (١٩٨٦) ولكنها تزيد بما يقرب من ٥٠ في المائة عن البيانات المستخدمة في الدراسة التي أجراها المجلس الوطني للبحوث في عام ١٩٨٥ .

٦٢ - وقد استنتج الفريق التابع للجنة العلمية المعنية بمشاكل البيئة (سكوب) أنه إذا احترق نحو ربع الكمية المخزونة من المواد القابلة للاحتراق البالغة ٧٠٠ ٢ مليون طن فسوف ينطلق منها إلى الغلاف الجوي ما يقرب من ٨٠ مليون طن من الدخان تحتوي على ٤٥ مليون طن من الكربون العنصري . ويمكن أن يحدث ذلك نتيجة للاحتراق الكامل لأقل من ١٠٠ مدينة كبيرة جدا وما يرتبط بها من الاحتياطيات الاستراتيجية من الوقود . ولا يدخل في ذلك انبعاثات الدخان الصادرة عن الحرائق التي تنشب في المناطق الريفية نتيجة للهجمات المضادة على حقوق الصوامع .

٥ - الخواص الضوئية للدخان

٦٣ - تعتمد الخواص الضوئية للدخان المنبعث من الحرائق على حجم وبنية وتركيب جسيمات الدخان ، التي تعتمد بدورها على نوع المادة المحترقة وظروف الاحتراق . ولم تجر دراسات مستفيضة على خواص الدخان إلاّ في الآونة الأخيرة في الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي والمملكة المتحدة .

٦٤ - ويمتص الدخان الضوء ويؤدي إلى استطارته . ويبدو الدخان أكثر اسوادادا كلما

Digitized by UNOG Library

زادت عملية الامتصاص بالنسبة لعملية الاستطارة ؛ بينما يبدو أكثر ميلا إلى اللون الأبيض كلما زادت الاستطارة . وترتبط العمليتان ببعضهما ارتباطا وثيقا . وتوهين الضوء هو دالة أسّية لكمية الدخان في الجو . كما يعتمد التوهين على الطول الموجي للضوء وعلى الخواص الفيزيائية والكيميائية للجسيمات .

٦٥ - وجسيمات الدخان المنبعث من احتراق نواتج الزيت تكون ذات بنيات تتكون من سلاسل متفرعة تزيد من قدرتها على الامتصاص بالنسبة لوحدة الكتلة من الدخان . وقد بينت القياسات التي أجريت مؤخرا أن قدرة جسيمات الكربون على الامتصاص ربما لا تقل عن ضعف القيم المستخدمة في الدراسات السابقة (مثل دراسة المجلس الوطني للبحوث ، ١٩٨٥) . ويُعتقد حاليا أن الكمية الكلية للدخان المنبعث في حرب نووية كبيرة ستكون أقل مما كان مقدرا أصلا . ومع ذلك فإن توهين ضوء الشمس سيظل مشكلة رئيسية نظرا لأن نسبة الكربون في الدخان وقدرته على امتصاص الاشعة الشمسية ستكونان أعلى مما أشير إليه في الدراسات السابقة .

٦٦ - وتشير القياسات الجديدة (اندرونوفا وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ غوليتسين وماكراكن ، ١٩٨٧) للنسبة بين امتصاص الاشعة الشمسية وامتصاص الاشعة الحرارية المنبعثة من سطح الأرض والغلاف الجوي إلى أنه لن يحدث انقطاع يذكر في الانبعاثات ذات الموجات الطويلة لأنواع كثيرة من الدخان . وسيتيح هذا لسطح الأرض أن يبرد بطريقة مماثلة للطريقة التي يبرد بها في الليلة الصافية على الرغم من وجود الدخان . ويلزم إجراء المزيد من الدراسات على هذا الجانب المهم للدخان وأثره على انتقال الطاقة المشعة في الغلاف الجوي .

٦٧ - ومن أجل دراسة حساسية المناخ لوجود كميات مختلفة من الدخان في الغلاف الجوي ، اتفق في حلقة عمل "سكوب - إنيوار" المعنية بمشاكل البيئة التي عقدت في بانكوك (١٩٨٧) على افتراض ثلاث حالات لكمية الدخان تمثل كميات صغيرة ومتوسطة وكبيرة . وعند حساب متوسط هذه الكميات فوق نصف الكرة الشمالي ، ومع أخذ الامتصاص والاستطارة في الاعتبار ، تبين أنها يمكن أن تقلل نسبة الاشعة الشمسية عند سطح الأرض إلى حوالي ٦٠ و ١٠ و ١ في المائة من نسبتها العادية على التوالي .

٦ - الارتفاع الذي يحقن عنده الدخان

٦٨ - تشير المشاهدات إلى أن الدخان المنبعث من الحرائق المحدودة النطاق التي

Digitized by UNOG Library

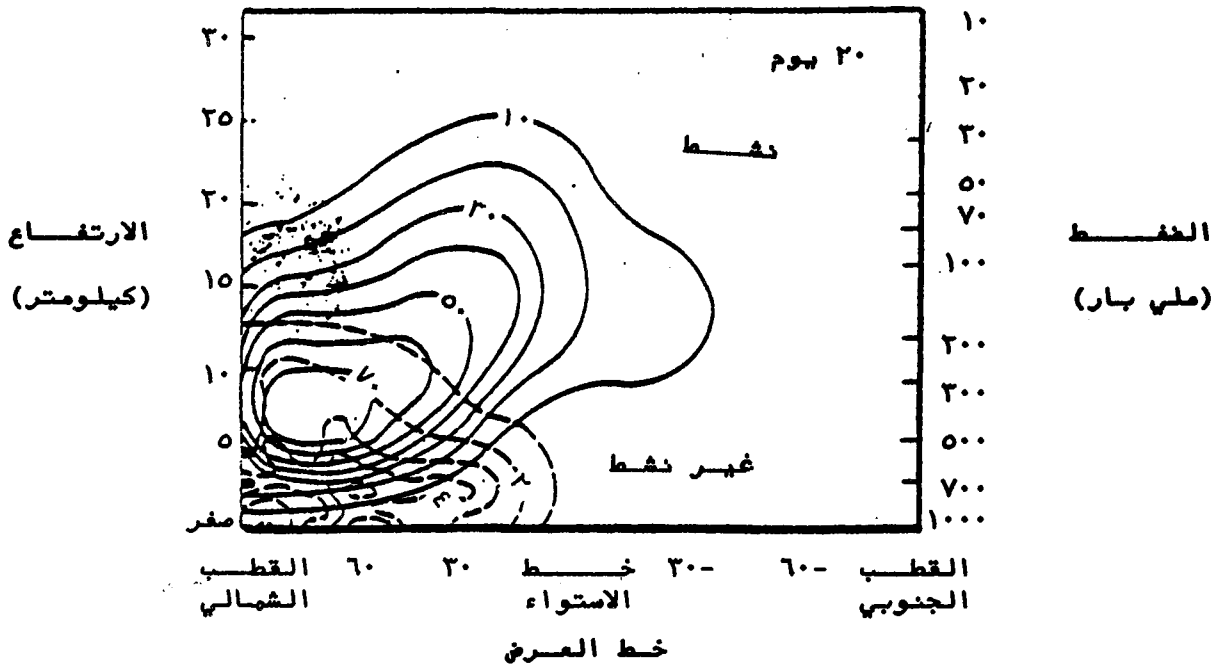
تحدث في الاحراج يصعد عادة إلى ارتفاع ٢ - ٣ كيلومترات ، أما في الحرائق الكبيرة الجيدة التهوية والتي تحدث في وجود هواء رطب ، فقد يصل ارتفاع الدخان إلى ٥ - ٦ كيلومترات وقد تجاوز ارتفاع أعمدة الدخان التي تصاعدت من الحرائق الضخمة التي نشبت في الاحراج والمناطق الحضرية خلال الحرب العالمية الثانية في بعض الاحيان ١٠ كيلومترات . وعلى ذلك فمن المحتمل أن يصل الدخان الناجم عن الهجمات النووية إلى الطبقات العليا من التروبوسفير ، بل أن بعضه قد يدخل إلى الاستراتوسفير (غوليتسين وماكراكن ، ١٩٨٧) .

٦٩ - وقد استخدمت عمليات المحاكاة العددية المستندة إلى نماذج معدلة للسحب الحاملة ، لتقدير ارتفاعات حقن عمود الدخان بالنسبة لمجموعة من الحرائق المتغايرة من حيث الشدة والظروف الجوية . وتؤيد عمليات المحاكاة هذه وجهة النظر القائلة بأن الدخان المنبعث من الحرائق البالغة الشدة قد يخترق الطبقات السفلى من الاستراتوسفير ويصل إلى ارتفاعات تبلغ نحو ١٥ كيلومترا ، أما الدخان المنبعث من الحرائق المتوسطة الشدة فقد يصل إلى الطبقات المتوسطة من التروبوسفير ولكنه لا يتجاوز الطبقة العليا منه . وقد يتأثر ارتفاع عمود الدخان بتكون الدوامات في العواصف النارية ، إلاّ أنه من غير الواضح ما إذا كان هذا الاثر سيكون إيجابيا (توركو وآخرون ، ١٩٨٣) أو سلبيا (تريبولي وكانغ ، ١٩٨٧) . وسيؤدي القص الريحي إلى الحد من ارتفاع عمود الدخان أو إلى التقليل من خموده من أقصى ارتفاع يصل إليه فوق منطقة الحريق . وتشير عمليات المحاكاة باستخدام الحاسبات الالكترونية إلى أن ارتفاع عمود الدخان يتوقف على كمية الحرارة الإجمالية المنطلقة ، أو قوة الحريق ، لا على مساحة الحريق (سمول وهايكس ، ١٩٨٨) . كما أن الظروف الجوية مهمة ، ولاسيما استقرار الغلاف الجوي ونسبة الرطوبة فيه ، حيث أن الرطوبة يمكن أن تحرر كمية كبيرة من الطاقة على هيئة حرارة كامنة تزيد من قابلية عمود الدخان للطفو (بيتوك وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ غوليتسين ومكراكن ، ١٩٨٧) .

٧٠ - ومن أهم النتائج التي تم التوصل إليها أن الدخان يسخن عن طريق امتصاص الاشعة الشمسية وأن الهواء الحامل لهذا الدخان يصبح أخف وزنا . وقد تم التنبؤ بهذه العملية ، التي تسمي التصاعد ، عن طريق المحاكاة باستخدام نموذج ثلاثي الابعاد للغلاف الجوي يتيح انتقال الدخان عن طريق دوران الغلاف الجوي (مالون وآخرون ، ١٩٨٦) (انظر الشكلين ١ (أ) و (ب)) . ويتسبب التصاعد في وصول السناج والدخان إلى ارتفاعات أعلى بكثير من ارتفاع الحقن الاولي المتنبأ به على أساس خصائص الحريق .

Digitized by UNOG Library

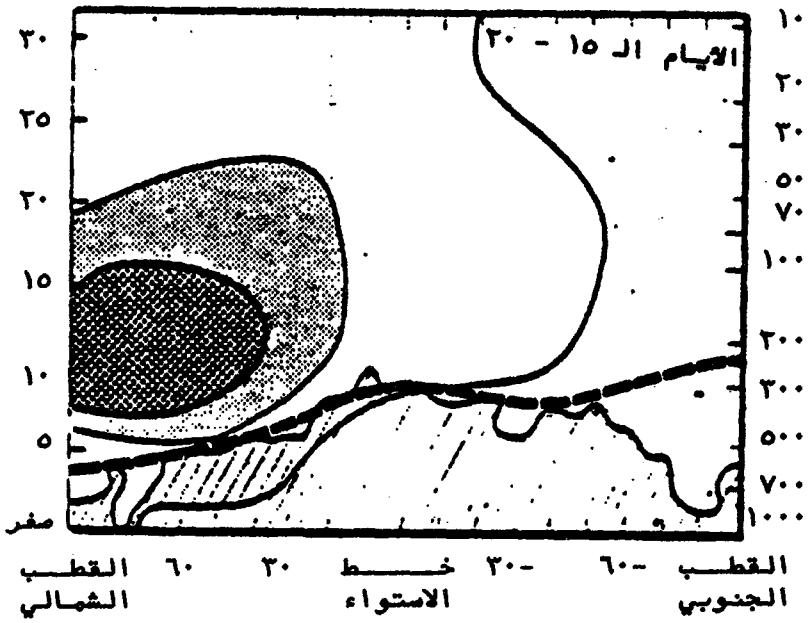
الشكل ١ (أ) - مقارنة المقاطع الرأسية التي وضعها مالون وآخرون (١٩٨٥) لنسب امتزاج الدخان غير النشط (الخطوط غير المتصلة) والدخان النشط (الخطوط المتصلة) في اليوم العشرين (الوحدات هي ١٠$^{-9}$ غرام لكل غرام)



المصدر : A. B. Pittock, et al., Environmental Consequences of Nuclear War, Vol. I (Chichester, 1986), p. 190.

Digitized by UNOG Library

الشكل ١ (ب) - مقطع رأسي للغلاف الجوي يبين الموقع المعدل للتروبوبوز (الخط المتقطع الداكن) وتوزيع التهطال (المنطقة ذات الخطوط المتقاطعة الواقعة أسفل التروبوبوز) وكلاهما محسوب كمتوسط على مدى الأيام ١٥ - ٣٠ ، وتوزيع الدخان محسوبا لليوم العشرين (المنطقة المنقطة الواقعة أساسا فوق التروبوبوز)



ملاحظة : النتائج تمثل حالة الدخان النشط في شهر تموز/يوليه التي تم فيها حقن ١٧٠ مليون طن متري من الدخان على ارتفاع يتراوح بين صفر و ٩ كيلومترات (عن مالون وآخرين ، ١٩٨٥) .

المصدر : A. B. Pittock, et al., Environmental Consequences of Nuclear War, Vol. I (Chichester, 1986), p. 191 .

Digitized by UNOG Library

٧١ - وبعض الافتراضات لها تاثير هام على الآثار المناخية المحسوبة . فكلما ارتفع الدخان ، بَعُد احتمال أن يُزال بفعل التهطال . وكلما كانت طبقة الغلاف الجوي التي يتم فيها امتصاص الاشعة الشمسية أكثر ارتفاعا ، قلت فعالية احتواء الاشعة الحرارية الطويلة الموجة المنبعثة من طبقة الدخان المتصاعد وزادت برودة هذا السطح . وكلما تم تحسين نماذج السنة النيران ، يمكن توقع الحصول تقديرات أفضل لارتفاع حقن الدخان .

٧ - كسح جسيمات الدخان وإزالتها

٧٢ - تتحكم عدة عمليات في مصير جسيمات الدخان بدءا من تولدها في خضم الحرائق الى انتشارها على نطاقات يمكن أن تؤثر على الطقس والمناخ العالميين . ويمكن لجسيمات الدخان المتصاعدة من الحرائق أن تتجلط (تندمج) ، فيزيد متوسط حجمها ويتغير توزيعها الحجمي وقد تجذب الالسنة المتصاعدة بخار الماء المكتنف مع الهواء . ويؤدي تمدد الالسنة المتصاعدة الى تبريد بخار الماء وتكثفه على جسيمات الدخان التي يمكن أن تصبح بمثابة نوبات للتكثف . وتتوقف نسبة الجسيمات التي يمكن أن يتكثف عليها الماء جزئيا على محتواها من الكربون ؛ فكلما زادت كمية الكربون ، أصبحت الجسيمات أكثر نفورا للماء (طاردة للماء) . ولذلك فإن جسيمات الدخان (المنخفضة الكربون) تشكل نوبات للتكثف أكثر كفاءة من السناج (المرتفع الكربون) . بيد أنه لا يتوفر سوى فهم ضئيل لتركيب الجسيمات الهبائية الناجمة عن الحرائق التي يتوقع اندلاعها نتيجة للانفجارات النووية في ظل مجموعة واسعة التنوع من الظروف . ويمكن أن تتحول قطيرات الماء التي تتكون على جسيمات الدخان الصاعدة الى ارتفاع عال الى جسيمات جليدية ؛ ويمكن أن تندمج في قطيرات مائية أكبر وبذلك تُكسح وتزال من الهواء عن طريق التهطال .

٧٣ - ومدى التكثف ، الذي يتوقف على الرطوبة الجوية وشدة النيران والعمليات الجوية المحلية وغير ذلك من العوامل ، هو الذي يحدد ما إذا كان سيحدث تهطال ، وما إذا كانت الجسيمات المحتجزة التي كسحتها قطيرات السحاب ستحمل الى الارض على شكل مطر أسود (مثل الذي هطل في هيروشيما) أو ستطلق مرة أخرى الى الغلاف الجوي . أما الجسيمات التي تنفصل عن السحابة المائية وتفلت من الكسح عن طريق التهطال فيمكن أن تتعرض لعمليات تغير شكلها . ومن ذلك بوجه خاص أن تبخر الماء مرة أخرى من الجسيمات عند انفصالها عن السحابة قد يجعل هذه الجسيمات أكثر تلبدا ، وينتج عن ذلك تغير في خواصها الضوئية . وتشير النتائج التجريبية الاخيرة (هاريسون ، التي

Digitized by UNOG Library

قدمت في حلقة عمل "سكوب - إنيوار" ، جنيف ، ١٩٨٧) الى أن التغيرات قد لا تكون كبيرة بقدر ما كان يعتقد سابقا .

٧٤ - وتفترض الدراسة التي أجراها فريق تتابس (توركو وآخرون ، ١٩٨٣) أن نصف الدخان الأولي سيزول في الحال من الغلاف الجوي من خلال هذه العمليات . أما تقرير المجلس الوطني للبحوث (١٩٨٥) فيقدر النطاق المحتمل للازالة المبكرة بنسبة تتراوح بين ١٠ و ٩٠ في المائة . وتشير القياسات الاخيرة (التي أفاد بها توركو في حلقة العمل المذكورة آنفا ، جنيف ، ١٩٨٧) أن معظم عمليات الكسح الموصوفة أعلاه بالنسبة للحرائق المتوسطة الحجم الناجمة عن احتراق بركة من النفط مساحتها ١٧٠ مترا مربعا ، تعمل بصورة ضعيفة ، وأن إزالة الدخان المحمل بالسناج من خلال التكثف لا تتم إلا بقدر ضئيل . وهكذا فإن الرأي العلمي الحالي يرجح أن يكون للكسح أهمية أقل فيما يتعلق بإزالة الدخان عما كان يعتقد سابقا . ومع ذلك فإن هذه المسائل ما زالت مصدرا من مصادر عدم التيقن وتحتاج الى مزيد من الدراسة .

٨ - تخفيضات الضوء

٧٥ - يمكن لجسيمات السناج والدخان والغبار (وتدعى مجتمعة هنا هباء ، وان كان هذا المصطلح تقنيا قطيرات السوائل) أن تمتص ضوء الشمس وأن تشتته في الغلاف الجوي ويمكن أن يتسبب هذا في إحداث تغييرات ذات شأن في توازن الطاقة الإشعاعية والدوران الجوي وإحداث تغيرات في المناخ وانخفاض في كل من ضوء الشمس ودرجة الحرارة عند سطح الأرض . ويتوقف مدى حدوث هذه الاضطرابات على كمية الهباء وموقعه ومدة بقائه في الغلاف الجوي والخواص الكيميائية والفيزيائية للجسيمات .

٧٦ - وفي الحالة العادية للغلاف الجوي ، تعكس السحب وسطح الأرض نسبة ٣٠ في المائة من الطاقة الشمسية ، تتألف من أشعة مرئية وأشعة قصيرة الموجة ، ويتم امتصاص نحو ٢٥ في المائة في الغلاف الجوي ، وتمتص الأرض النسبة المتبقية وهي ٤٥ في المائة . وفيما بعد ترتد الطاقة التي امتصها سطح الأرض الى الغلاف الجوي على شكل أشعة دون حمراء (طويلة الموجة) يمتص معظمها بواسطة الغازات الحابسة للحرارة في الغلاف الجوي ؛ وحرارة محسوسة من خلال الاتصال بين الغلاف الجوي وسطح الأرض ؛ وعن طريق اطلاق الحرارة الكامنة عندما يتكثف الماء المتبخر مرة أخرى في الغلاف الجوي . وفي نهاية الأمر يضيع مجموع الطاقة التي امتصتها الأرض من الأشعة الشمسية في الفضاء في شكل أشعة مبثوثة طويلة الموجة .

Digitized by UNOG Library

٧٧ - ووجود طبقة هبائية يمكنها أن تمتص أشعة الشمس وأن تشتتها فوق السحب والغازات الحابسة للحرارة ، يضع قيدا على التوازن الإشعاعي يمكن أن تكون له عواقب بعيدة المدى . والافتراض الرئيسي الذي يقوم عليه ما يسمى فرضية "الشتاء النووي" هو أنه سيحدث انخفاض في تدفق الطاقة الى سطح الارض مسببا البرد والإظلام . وعلاوة على ذلك ، فإن الطاقة الشمسية التي سيمتصها الدخان ستتسبب في تسخين الغلاف الجوي مما يفضي الى حدوث تغييرات جوهرية في التركيب الحراري والدوران الجوي والى انخفاض في التهطال .

٩ - المحاكاة العددية

٧٨ - تتألف النماذج العددية للمناخ من مجموعة من المعادلات التي تصف القوانين الفيزيائية التي تحكم حركة الغلاف الجوي والبحر ودرجات حرارتهما ، وعمليات تحول الماء بين أشكال البخار والسائل والجليد ، وعمليات تبادل الطاقة والتفاعل بين الغلاف الجوي وسطحي الارض والبحر . ولا تتوفر سوى قدرة محدودة على وصف جميع هذه العمليات وحل المعادلات باستخدام الحاسبة الالكترونية ، بحيث أن أي نموذج مناخي ، حتى أكثر نماذج الدوران الجوي تقدما ، ليس سوى تمثيل تقريبي للواقع . ويمكن اختبار مدى دقة محاكاة أي نموذج معين لواقع المناخ الحالي (العادي) ، عن طريق مقارنة نتائج النموذج بالملاحظات المتاحة ، وبوجه خاص بالملاحظات التي تبين التغيرات الموسمية في المناخ .

٧٩ - وفي مجال دراسة آثار وقوع تراشق نووي كبير على الطقس والمناخ ، يجب أن تكون النماذج قادرة لا على محاكاة المناخ العادي (المعلوم) فحسب بل وعلى محاكاة المناخ المضطرب (المجهول) الذي سينجم عن شحن الجو بطريقة لم يسبق لها مثيل بكميات كبيرة من المواد الجسيمية . وبالنسبة لجميع الجوانب غير المتيقنة ، تشكل النماذج العددية للغلاف الجوي أقوى الأدوات المتاحة . ويمكن استخدامها لتقدير الآثار الجوية المباشرة لنشوب حرب نووية كبرى . وهي الوسيلة الوحيدة التي يمكن عن طريقها استكشاف التفاعلات غير المنظورة أو آثار التغذية المرتدة . وتستند معظم الاستنتاجات الموصوفة أدناه إلى نتائج عمليات المحاكاة باستخدام أنواع شتى من نماذج المناخ .

٨٠ - وتُدرس الآثار المناخية للحرب النووية عن طريق تحديد توزيع مواد الدخان والسناج والغبار التي ستُحقن في الغلاف الجوي بفعل الانفجارات النووية وما يعقبها من حرائق ، وادخال الخواص الضوئية لهذه المواد في العمليات الحسابية فضلا عن

Digitized by UNOG Library

المعادلات الرياضية الاضافية من أجل تفسير نقل الدخان وتحويله وازالته في نهاية الامر بفعل العمليات الجوية .

٨١ - وقد أُدخلت في العمليات الحسابية الآثار الضوئية لمواد الدخان والسناج والغبار المنبعثة من الحرائق التي تشعلها الانفجارات النووية ، بهدف تكييف نماذج الدوران العام لدراسة ما يمكن أن يترتب على الحرب النووية من آثار على المناخ . ونظرا الى ما تنطوي عليه عملية بناء النماذج المناخية من جوانب كبيرة للقوة والضعف معا ، والى وجود ميل لدى البعض الى المبالغة في استقراء التنبؤات على محور الزمن فيصلون الى أبعد مما تقتضيه المعرفة المتوفرة بالعمليات ذات الصلة ، أو إلى الاستشهاد بنتائج النماذج بطريقة شديدة الحرفية دون مراعاة المحاذير المتعلقة بالقيود ، فليس من المدهش أن تتعارض تطبيقات النماذج على موضوع جديد وخلافي كالذي يسمى بفرضية "الشتاء النووي" وتكمن القيمة الرئيسية لعمليات المحاكاة بواسطة النماذج في دورها كأدوات بحثية جوهرية للعمليات التي يستخدمها العلم في اختبار فهمه للمناخ ومن ثم تعزيز ذلك الفهم . كذلك فإنه حسبما يقول شنايدر (١٩٨٧) :

"لا يمكن للنماذج المناخية الرياضية أن تحاكي تعقد الواقع تماما . بيد أنها يمكن أن تكشف عن النتائج المنطقية المترتبة على الافتراضات التي تبدو مقبولة بشأن المناخ ... ولا تنتج النماذج المناخية تنبؤات حاسمة عما سيأتي به المستقبل ؛ وهي لا تمثل سوى كرة بلورية غير صافية يمكن أن تعطي لمحة ما عن مجال من المصاير الممكنة ظاهريا . وهي بذلك تطرح معضلة هي : أنه لا بد من أن نقرر الى متى نستمر في تنظيف زجاج تلك الكرة البللورية قبل أن نتصرف وفقا لما نظن أننا نراه داخلها" .

ومن ثم فإنه يمكن استخدام النماذج فيما يلي :

(أ) استكشاف الخيارات واختزال العدد الكبير من العوامل المجهولة الى عدد قليل من العوامل القابلة لمزيد من البحث ؛

(ب) التفريق بين الافتراضات الضعيفة والافتراضات المحكمة ؛

(ج) اختبار حساسية المناخ لتغيرات المتغيرات الرئيسية ، وتعيين الشروط الحدية ؛

Digitized by UNOG Library

(د) تحسين نوعية اتخاذ القرارات . وهذا قد يعني تحديد مسارات العمل التي من شأنها تقليل النتائج السلبية الى الحد الادنى والمساعدة على تجنب اتخاذ أسوأ القرارات .

١٠ - نتائج عمليات المحاكاة العددية

٨٢ - وفرت العمليات الحسابية ذات البعد الواحد التي أجراها فريق تتابس (توركو وآخرون ، ١٩٨٣) مؤشرا أوليا مفاده أن الآثار المناخية يمكن أن تكون هامة . وسرعان ما تبع هذه العمليات الحسابية اجراء عمليات ذات بعدين (ماكراكن ، ١٩٨٣) وعمليات ذات ثلاثة أبعاد (الكسندروف وستينشيكوف ، ١٩٨٣ و ١٩٨٤ ؛ وكوفي وآخرون ، ١٩٨٤) . ومنذ اجراء هذه الدراسات المبكرة ، تحقق تقدم في تقدير الاضطراب الذي يمكن أن يسببه الدخان في الغلاف الجوي على مدى الأسابيع القليلة الاولى التالية للحرب النووية . وقد افترضت الحسابات المبكرة عادة ثبات الدخان من حيث مداه وكميته ، ولكنها أغفلت عملية الكسح ونقل الدخان ولم تضع في اعتبارها سوى امتصاص الاشعة الشمسية ، مع إغفالها لعملية الاستطارة وتأثير الجسيمات على الاشعة الحرارية دون الحمراء (الطويلة الموجة) . وقد حاولت آخر العمليات الحسابية تصحيح هذه التبسيطات الاولية .

٨٣ - وقد اضطُلع بهذه الحسابات الجديدة في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي (مالون وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ وغان وآخرون ، ١٩٨٧ ، ١٩٨٨) ؛ وتومبسون وآخرون ١٩٨٧ ؛ (ستينتشيكوف وكارل ، ١٩٨٨) . وجميع النماذج لها تحليلات رأسية وأفقية مختلفة ، ولكن النتائج بعد مضي شهر واحد من عملية الحقن متماثلة تماما (غوليتسين وماكراكن ، ١٩٨٧) . وهذه النماذج تبين انخفاضا سريعا في درجة حرارة السطح ، يشبه الى حد كبير التبريد الليلي الممتد . وفي وجود السُحب الاضافية الكثيفة داخل القارات ، يمكن أن يصل الهبوط في درجة الحرارة الى ما يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ درجة مئوية أثناء الأيام الاولى في شهور السنة الاكثر دفئا ، مما يؤدي الى هبوط درجة الحرارة أحيانا الى ما تحت الصفر (غوليتسين وماكراكن ، ١٩٨٧) . وخلال الاسبوعين الاولين ، ينخفض متوسط درجة حرارة سطح الأرض في نصف الكرة الشمالي في خطوط العرض الوسطي بمقدار ١٥ الى ٢٠ درجة مئوية .

٨٤ - وبما أن الدخان ينتشر نحو الجنوب ويتعرض للإزالة ، فإن تغيرات درجة الحرارة تبدأ في الاعتدال ، فيتراوح متوسطها بين ٥ و ١٠ درجات مئوية في المناطق الاستوائية

Digitized by UNOG Library

وشبه الاستوائية ، مع احتمال بلوغ درجة الحرارة أحيانا أقل من ١٥ درجة مئوية وهذا يعتبر عقبة هامة بالنسبة لانتاج الارز . وستكون التغيرات في التهطال أكثر حدة وأهمية ، ولاسيما في خطوط العرض السفلى ، وذلك بسبب تدفئة الغلاف الجوي وتبريد سطح الارض . وسيحدث هذا حتى بالنسبة لكميات الدخان الاقل . وقد بينت عمليات المحاكاة العددية الاخيرة بمختبر لورنس ليفرمور الوطني (التي تحدث عنها ماكراكن في حلقة عمل "سكوب - إنيوار" المعقودة في موسكو في الفترة ٢١ الى ٢٥ آذار/مارس ١٩٨٨) ان متوسط التهطال فوق اليابسة في خطوط العرض الوسطى والسفلى قد انخفض بمقدار خمسة أمثال خلال الاسابيع الاولى .

٨٥ - وتشمل الاستنتاجات العامة الهامة الاخرى المستخلصة من النماذج ، إخماد الرياح الموسمية الصيفية حتى في حالة كميات الدخان الاولية المعتدلة . والنماذج ذات القدرة التحليلية الرأسية العالية (مالون وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ وكوفى ، ١٩٨٧) تبين أن في الجزء الدافئ من السنة سيصعد الدخان الذي تتعرض الاجزاء العليا منه للتسخين الى ارتفاعات تتراوح بين ٢٥ و ٣٠ كيلومترا . وسيظل هذا الدخان باقيا على هذه الارتفاعات شهورا كثيرة بل وسنوات . ووفقا لمالون وآخرين (١٩٨٧) ، يمكن أن يصل الى الاستراتوسفير ما يتراوح بين ثلث ونصف كمية الدخان تقريبا في الحالة التمثيلية .

١١ - المشابهات الطبيعية المماثلة جزئيا لاضطرابات الغلاف الجوي الناجمة عن التفجيرات النووية

٨٦ - بُذل عدد من الجهود في تحليل مختلف الظواهر الطبيعية لتحديد ما اذا كان حقن الجسيمات (الغبار والدخان وما إليهما) يمكن أن يؤثر على درجة حرارة سطح الارض ، وإلى أي مدى يكون هذا التأثير . وهذه التحليلات قد توفر مشابهات جزئية لآثار الدخان المنبعث من الحرائق النووية ، ويمكن استخدامها كذلك في الاثبات الجزئي لمحاكاة الاثر المناخي للتبادل النووي عن طريق النماذج . ولم يكشف استخدام الظواهر الطبيعية بهذه الطريقة عن أي تضارب في التنبؤات المستندة الى عمليات المحاكاة العددية للنماذج الجوية . والدخان والغبار ، اللذان ينبعثان على سبيل المثال من الانفجارات البركانية والحرائق الحرجية الكبيرة ، يختلفان من وجوه عديدة عن الدخان والغبار الناجمين عن الانفجارات النووية والحرائق الحضرية ، ولكنهما يمكن أن يفيدا في النفاذ الى جوهر المشكلة الفيزيائي (غوليتسين وماكراكن ، ١٩٨٧) .

Digitized by UNOG Library

٨٧ - وتبين العواصف الغبارية في كوكب المريخ حدوث تسخين شديد للغلاف الجوي وتبريد شديد للسطح (توركو وآخرون ، ١٩٨٣ ؛ وغوليتسين وفيليبس ، ١٩٨٦) . والعواصف الغبارية الارضية تتيح أيضا بعض الفهم للطبيعة الداخلية للظاهرة . فقد لوحظ في نيجيريا حدوث هبوط في درجة الحرارة بمقدار عدة درجات في أعقاب عاصفة غبارية صحراوية (برنكمان ومكفريفور ، ١٩٨٣) ؛ كما سُجِّل هبوط سريع يبلغ ١٠ درجات مئوية بعد هبوب عاصفة غبارية كثيفة في شمال غرب الصين (زو وآخرون ، ١٩٧٩) ؛ وخلال ما يقرب من ٥٠ من العواصف الغبارية والرهج الترابي الكثيف ، سجلت ٥ محطات للارصاد الجوية في طاجكستان انخفاضا في درجة الحرارة يتراوح بين ١٠ و ١٢ درجة مئوية أثناء النهار (غوليتسين وشوكوروف ، ١٩٧٥) . وعلاوة على ذلك ، فإن من الممكن نقل ملايين الاطنان من التراب الناشئ عن العواصف الغبارية لمسافات كبيرة . وثمة علاقة متبادلة بين الرهج الغباري وغلة المحاصيل : فكلما طالت فترة الرهجة ، قلّت غلة المحاصيل (غوليتسين وشوكوروف ، ١٩٨٧) .

٨٨ - والحرائق الحرجية الكبيرة تشكل أيضا مشابهات طبيعية . فقد ولدت حرائق سيبريا المندلعة في عام ١٩١٥ ٣٠ ± ١٠ مليون طن من الدخان خلال فترة تبلغ ٥٠ يوما تقريبا (غوليتسين ، ١٩٨٧ ؛ وفلتشكوف وآخرون ، ١٩٨٨) ، مما سبب انخفاضا في الحرارة بمقدار عدة درجات في عدد من المحطات في سيبريا . أما الحرائق الحرجية الكبيرة التي اندلعت في شرق الاتحاد السوفياتي في عام ١٩٧٣ ، فقد أدت الى تقليل ضوء الشمس على السطح بعامل مقداره ٢ أو أكثر (اباكوموفا وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ وسوكولبك وآخرون ، ١٩٨٦) . وانحصر الدخان المتولد عن الحرائق التي نشبت في كاليفورنيا في عام ١٩٨٧ في الوديان ، فأدى الى تخفيض درجة الحرارة القصوى أثناء النهار بما يزيد عن ١٥ درجة مئوية عن معدلها العادي لمدة اسبوع (روبوك ، ١٩٨٨) ، وعلاوة على ذلك ، يمكن أن ينتقل الدخان الناجم عن الحرائق الحرجية الى مناطق بعيدة . فعلى سبيل المثال ، سُجل مرور الدخان المنبعث من حريق حرجي كبير بالصين نشب في عام ١٩٨٧ فوق الاسكا (روبوك ، ١٩٨٨) . أما الدخان الذي تولد عن حريق البرتا في عام ١٩٥٠ فقد عبر كندا والولايات المتحدة والمحيط الاطلسي ووصل الى غربي اوروبا . وقد صاحب هذه الاحداث انخفاض في درجة الحرارة النهارية بامريكا الشمالية مقداره عدة درجات مئوية (المجلس الوطني للبحوث ، ١٩٨٥) .

٨٩ - وأثر الحرب النووية على المناخ ، في المرحلة المعتادة ، التي تدوم لمدة شهر الى مدة ربما تصل الى بضع سنين بعد الحرب ، يمكن استنتاجه جزئيا من آثار

Digitized by UNOG Library

الانفجارات البركانية الكبيرة ، التي تحقن كميات ضخمة من المادة الجسيمية في الاستراتوسفير . فالانفجارات الهائلة للبراكين الاندونيسية بتامبورا في عام ١٩٨٥ وبكراكاتوا في عام ١٩٨٣ قد أحدثت انخفاضا في درجة حرارة سطح الارض في حدود درجة مئوية واحدة (المجلس الوطني للبحوث ، ١٩٧٥) . والدراسات المتعلقة بتأثير الانفجارات البركانية الاخرى على المناخ كثيرة الى حد ما ، ولكن يصعب الخروج منها بنتائج قاطعة لأن الانفجارات المنفردة يندر أن تكون كبيرة بشكل يؤدي الى تغيير ملموس في مناخ العالم . ومع هذا ، يبدو أن الآثار الاقليمية تكون مرتبطة بهذه الاحداث . وقد اتضح هذا في عام ١٨١٦ ("السنة العديمة الصيف") ، في أعقاب انفجار تامبورا ، عندما خابت محاصيل كثيرة في اوروبا وامريكا الشمالية . وناقشت دراسة أجريت مؤخرا وقوع ٣٦ حالة من حالات البرد في الصين خلال الخمسمائة عاما الماضية ، منها ٣٢ حالة جاءت فيما يبدو على أثر انفجارات بركانية .

٩٠ - ولا شك أن الاهبية الغبارية والدخانية يمكن أن تؤثر في درجة حرارة السطح ، كما يمكن استخدامها في إثبات نتائج النماذج العالمية والاقليمية . ولم يكشف استخدامها عن أي تضاربات في التنبؤات التي تمت باستخدام نماذج المحاكاة المعدة بالحاسبات الالكترونية ، ومن ثم ، فإنه يمكن اعتبارها بمثابة مشابهات جزئية للدخان الناتج عن التفجيرات النووية . والدخان والغبار الناشئان عن هذه الاحداث الطبيعية يختلفان . من نواح كثيرة هامة عن الدخان والغبار الناجمين عن الحرائق النووية الاصل ، وربما يكون من المفيد النظر في استخدام عدد أكبر من المشابهات من أجل زيادة تفهم جوهر المشكلة (غوليتسين وماكراكن ، ١٩٨٧) .

١٢ - الآثار الطويلة الاجل

٩١ - من شأن وقوع اضطراب مناخي ، يمتد لمدة سنة أو نحوها بعد التراشق النووي ويخفض درجة الحرارة بمقدار عدة درجات دون المعدل الطبيعي ، أن يشكل تهديدا اضافيا للنظم الايكولوجية الطبيعية والاصطناعية التي يمكن أن تكون قد قاومت تأثير عوامل أقسى ، ولكنها عابرة ، خلال الاسابيع الأولى .

٩٢ - والتسخين الشديد للجزء الأعلى من السحابة الدخانية ، بفعل الإشعاع الشمسي ، يمكن أن يحدث تحركات رأسية قوية في الغلاف الجوي ، مما يؤدي الى تصاعد الدخان الى الاستراتوسفير ، حيث يستطيع أن ينتشر بسرعة صوب الجنوب (مالون وآخرون ، ١٩٨٦) . والدخان الذي يتصاعد على هذا النحو يتراكم مع الدخان المحقون مباشرة في

Digitized by UNOG Library

الاستراتوسفير بفعل ألسنة النار الاكثر حدة (كوشون ، ١٩٨٥) وعمليات الحمل الحراري الاصغر نطاقا (ديمتشنكو وغينسبرغ ، ١٩٨٦) مما يزيد من اجمالي كمية الدخان في الاستراتوسفير (مالون وآخرون ، ١٩٨٦ ؛ وغان وآخرون ، ١٩٨٧ أ) . وبالنسبة لحالات الحقن الدخاني الكبيرة ، تشير التقديرات الى أن ما يصل الى قرابة نصف كتلة الدخان الاولية يبقى في الغلاف الجوي بعد شهر واحد ، ويظل كله تقريبا في مستوى أعلى من المستوى الذي يمكن فيه أن يكسحه التهطال .

٩٣ - كذلك فان انخفاض شدة الاشعة الشمسية التي تصل الى سطح الارض يمكن في البداية أن يسبب تبريدا متوسطا على مستوى نصف الكرة الارضية لطبقة المحيط العليا المختلطة في حدود درجة مئوية واحدة كل شهر . وسوف ينخفض معدل التبريد هذا مع تناقص كمية الدخان ولكنه قد يؤدي الى تبريد طبقة المحيط العليا بعدة درجات مئوية خلال السنة . وسوف تكون درجة التبريد أكبر في نصف الكرة الشمالي التي يكون الدخان فيها كثيفا . وسوف تسمح التغيرات في درجات حرارة الهواء والمحيطات بتكوّن الجليد البحري قبل موعده المعتاد . وقد دُرس هذا الاثر لاول مرة في هذا السياق ، على يد روبوك (١٩٨٤) باستخدام نموذج مناخي قائم على توازن الطاقة ، كما دُرس بعد ذلك في حسابات نموذج الدوران العام من قبل كوفى (١٩٨٧) ، وغانوبولسكي وستيتشيكوف ، (١٩٨٧) ، وغان وآخرون (١٩٨٧ ب) . وهذه الدراسات تدل على أن تكوّن الجليد البحري ، قبل موعده المعتاد ، يمكن أن يؤدي الى تبريد طويل الاجل لاجزاء اليابسة في نصف الكرة الشمالي ، بمقدار درجات قليلة ، ويمكن أن يستمر على الاقل طوال أول فصل دافئ يجئ بعد حرب نووية تنشب في الربيع أو الصيف .

جيم - أوجه عدم اليقين

٩٤ - يوجد نوعان من عدم اليقين . نوع ينبع من طبيعة التراشق النووي وهي في جوهرها مشكلة استراتيجية التصويب وسير الحرب النووية . وهذا يتضمن الخصوم ، واختيار الاهداف ، وتوقيت الحرب (الفصل) ، والقوة التفجيرية الاجمالية للاسلحة وأنواع الرؤوس الحربية المختلفة المستخدمة وأحجامها وعددها ، والارتفاع الذي يحدث فيه التفجير (سطح الارض ، أو بالقرب من الارض ، أو الانفجارات الجوية) وعوامل كثيرة أخرى من هذا القبيل .

٩٥ - والنوع الثاني من عدم اليقين له طبيعة علمية ، أي عدم كفاية المعرفة بالعمليات الفيزيائية الناظمة لما لتوليد الهباء الجوي وحقنه وتطوره وديناميات

Digitized by UNOG Library

دوران الغلاف الجوي على كافة مقاييس الحركة ذات الصلة ، فضلا عن القدرة المحدودة للنماذج العددية على وصف سلوك الغلاف الجوي بصورة دقيقة ، ولاسيما في الاحوال المضطربة في أعقاب حرب نووية كبرى . والمهم إدراك أن أوجه عدم اليقين ، بعد حسمها ، يمكن أن تؤدي إما إلى تقليل الآثار أو زيادتها .

٩٦ - بيد أن كل أوجه عدم اليقين في مجموعها ، لا تنفي صحة الاستنتاج الرئيسي الذي خلصت اليه الدراسات العلمية من أنه ليس من شك في خطر وقوع اضطراب مناخي عالمي هام نتيجة لتبادل نووي رئيسي يشمل المراكز الحضرية والصناعية الكبرى ، ويتم في فصل الصيف في نصف الكرة الشمالي .

دال - تدمير الأوزون الاستراتوسفيري

٩٧ - ان طبقة الأوزون ، بامتصاصها للاشعة الشمسية فوق البنفسجية ، تمثل مصدر حرارة لطبقة الاستراتوسفير ، وهكذا فإنها تحافظ على طبقة التروبوبوز . ونتيجة لذلك ، فإن أية تغييرات كبيرة في طبقة الأوزون سوف تؤثر في الدوران العام للغلاف الجوي وتترك آثارا على الطقس والمناخ .

٩٨ - إن طبقة الأوزون الاستراتوسفيري هي طبقة مهمة للغاية بالنسبة للحياة على الأرض . فهي تحمي سطح الأرض من قدر كبير من الاشعاعة فوق البنفسجية - النطاق الفرعي باء (UV-B) التي تضر بكثير من الكائنات الحيّة . وعلى سبيل المثال ، فإن ارتفاع معدلات من الاشعة فوق البنفسجية - النطاق الفرعي باء قد يضر بكثير من النباتات ، ولاسيما النباتات التي تنمو في النظم الايكولوجية المائية ، وقد يضعف من استجابة الحصانة عند البشر ، ويؤدي الى زيادة حالات الاصابة بسرطان الجلد . ولقد تمكن عدد كبير من النباتات والحيوانات من التطور أو التكيف مع معدلات ثابتة نسبيا من الاشعة فوق البنفسجية - النطاق الفرعي باء وسوف تعاني هذه النباتات والحيوانات من زيادة تلك المعدلات اذا استنضبت طبقة الأوزون بدرجة خطيرة .

٩٩ - وتسبب درجات الحرارة المرتفعة التي تولدها الكرة النارية النووية تفكك ذرتي الأوكسجين والنتروجين الثنائيي الذرات . ومع برودة الغازات المتوهجة أثناء ارتفاعها خلال الغلاف الجوي تتحد ذرات الأوكسجين والنتروجين وتكوّن عددا من مختلف أكاسيد النتروجين . وفي الوقت الحاضر يقدر أن الانفجار النووي الذي تبلغ قوته ميغاطن واحد ينتج ٥ ٠٠٠ طن من أكاسيد النتروجين .

Digitized by UNOG Library

١٠٠ - ويتسم أول أكسيد النتروجين بأهمية خاصة لأن بمقدوره أن يستوعب ضوء الشمس في نطاق طيفي ممتد بين الاشعة فوق البنفسجية والاشعة الخضراء . وتشير الحسابات التي أجريت في الاتحاد السوفياتي (اسرائيل ، ١٩٨٤ ؛ وكوندراتيف وآخرون ، ١٩٨٥) بأن ذلك في حد ذاته يمكن أن يؤدي الى تبريد يبرّد بمقدار عدة درجات مئوية . ولكن هذا الاثر لم يدمج بعد في أية تجارب محاكاة مفصلة وشاملة .

١٠١ - وتدخل جزيئات أكسيد النتروجين الناتجه في الكرة النارية في سلسلة من التفاعلات الكيميائية مع الأوزون يؤدي فيها أكسيد النتروجين دورا بوصفه عاملا حفازا ، مسببا انحلال جزيئين من الأوزون وتشكيل ثلاثة جزيئات من الاوكسجين . وهذا التفاعل بطيء ، لدرجة أن محتوى الاستراتوسفير من الأوزون سوف يبلغ أدنى حد له في فترة تتراوح بين عدة أشهر وسنة ، ويسترجع مستوياته العادية في فترة تتراوح بين سنتين وثلاث سنوات . ويعتمد مقدار الانخفاض الاقصى على القوة التفجيرية الاجمالية ، والارتفاع الذي يحدث فيه الانفجار ، وعوامل أخرى كثيرة . وتم التنبؤ بانخفاضات عالمية تصل الى حوالي ٥٠ في المائة ، في السبعينات عندما كانت الترسانات النووية تتكون في الغالب من قنابل هيدروجينية قوتها في حدود الميغاطنات وبما أن الترسانات الحالية تتكون في الغالب من رؤوس حربية أصغر في حدود الكيلوطنات أو عدد قليل من الميغاطنات ، فالمعتقد أن استعمالها سوف يجعل نطاق تبريد الأوزون محدودا .

١٠٢ - بيد أن تسخين الاستراتوسفير الذي ينجم عن وجود الدخان المتصاعد سوف يزيد من معدل تدمير الأوزون مما يؤدي مرة أخرى الى تقدير مفاده أن حوالي نصف الأوزون يمكن أن يتم تدميره (فوبوتوري ، ١٩٨٦) . ويمكن أن يتفاعل الأوزون أيضا مع السناج في إطار زمني يبلغ سنة أو أكثر (ستيفنز وآخرون ، ١٩٨٨) . وفي هذه العملية يتحطم السناج والأوزون معا . وفضلا عن ذلك ، قد تكون التحركات الجوية مهمة جدا في تحديد سلامة طبقة الأوزون ، إذ تشير الحسابات الأولية ، على سبيل المثال ، إلى أن التحركات الرأسية ستتسبب في نقل كميات كبيرة من الهواء التربوسفيري الذي يحتوي على كميات قليلة من الأوزون الى الاستراتوسفير حيث يمكن تخفيف تركيزات الأوزون المرتفعة فيه . ونتيجة لذلك ، يمكن توقع تخفيض في تركيز الأوزون بما يفوق ٥٠ في المائة . ونظرا للاهمية المحتملة لهذه العملية ، هناك حاجة ماسة الى اعداد المزيد من الدراسات بشأنها .

Digitized by UNOG Library

هاء ـ الآثار الكيميائية الاخرى

١٠٣ - ان امتصاص ثاني أكسيد النتروجين لجزء آخر من طيف الاشعة الشمسية المرئية سوف يؤدي أيضا الى تقليل كمية الاشعة الفعالة في عملية التمثيل الضوئي لدى النباتات الذاتية الاغتذاء التي تعتمد عليها معظم النظم الايكولوجية ، وكل الزراعة ومصائد الاسماك .

١٠٤ - وعلى الرغم من أن الحاجة تدعو الى إجراء المزيد من البحوث من أجل التحديد الكمي لآثار أكاسيد النتروجين على طيف الاشعة الشمسية التي تصل الى سطح الارض ، فإن إمكانية زيادة مستويات الاشعة فوق البنفسيجية ـ النطاق الفرعي باء مقترنة بانخفاض كمية الاشعة الفعالة في عملية التمثيل الضوئي ، تدل للوهلة الاولى ، على أنه قد تنشأ نتائج خطيرة على الغلاف الحيوي من جراء حقن أكاسيد النتروجين في أعلى الغلاف الجوي .

١٠٥ - وقد تسفر الحرائق التي تعقب تحطيم المصانع الكيميائية والمنشآت الصناعية الاخرى عن اطلاق عدد من العناصر الكيميائية الضارة الاخرى . ولقد استعرض بيركس وستيفنس (١٩٨٦) مؤخرا تلك العناصر التي تتضمن أول أكسيد الكربون ، والاسبستوس ، ومجموعة كبيرة من التوكسينات الحرارية ، كما استعرضتها أيضا منظمة الصحة العالمية في تقرير لها صدر مؤخرا (١٩٨٧) ، إلا أن البحوث المنتظمة بشأن هذا الموضوع لا تزال في مرحلة البداية فقط .

ثالثا ـ الآثار المترتبة على النظم الايكولوجية الطبيعية ، والزراعة

ألف ـ مقدمة

١٠٦ ـ يذهب هارويل وهتشينسون (١٩٨٦) إلى القول بأن التدمير المباشر للهياكل الاساسية الاجتماعية في حرب نووية كبرى ، مقترنا بتغيير في المناخ ، قد يؤدي إلى حدوث مجاعة لم يسبق لها نظير وعلى نطاق واسع . وإن استجابة المجتمعات للمجاعة والأمراض الوبائية وإضعاف الانتاجية الاقتصادية وانهيار التجارة ـ ربما على صعيد عالمي لا يمكن تقديرها إلّا تقديرا عاما جدا . فقد سبّبت حربان عالميتان نشبتا في هذا القرن خسارة رهيبة في الأرواح وثورات اقتصادية واجتماعية امتدت على نطاقات

Digitized by UNOG Library

جفراقية كبيرة ، ولكن هذه تُظهر سابقة محدودة لآثار الحرب النووية لأن المنازعات السابقة لم تحدث نتيجة لانهيار زراعي وايكولوجي عالمي .

١٠٧ - وأولت دراسة "سكوب - إنيوار" اهتماما خاصا للآثار المرجحة لانحراف المناخ بالنسبة للنباتات ، التي يشكّل نشاطها التمثيلي الضوئي أساس جميع النظم الايكولوجية باستثناء عدد قليل منها . وقد بحثت الدراسة أيضا في آثار ذلك على أنواع محددة وهامة وعلى النظم الايكولوجية والمجتمعات الحيوية . وهناك عمليات عديدة غير مباشرة وغير مرئية تعتبر ذات أهمية ضخمة في مجال عدم تجزئة النظام الايكولوجي : ونعني بذلك التفاعلات بين الأنواع بما في ذلك العمليات المتبادلة بينها والمنافسة القائمة بين هذه الأنواع من أجل الحصول على الموارد ، والافتراس والتطفل والأمراض .

١٠٨ - وأوجزت الدراسة كذلك التأثيرات الحاصلة في الغلاف الحيوي وقدّمت عددا من الاستنتاجات العامة ، التي نوردها هنا بإيجاز :

(أ) ان التغييرات المناخية المفترض حدوثها في أعقاب نشوب حرب نووية واسعة النطاق من شأنها أن تلحق ضررا بالنظم العالمية الايكولوجية والزراعية بشكل خطير وواسع النطاق ولم يسبق له مثيل ؛

(ب) ستتعرض النظم الايكولوجية البرية لأشد أنواع الضرر من جراء التغييرات الشديدة والسريعة التي ستطرأ على درجات الحرارة والتهطال ؛ وكذلك النظم الايكولوجية المائية بسبب تضاؤل ضوء الشمس (التشمس) . ومن شأن الانخفاض الدائم الذي سيطرأ على التهطال أن يحدث ضررا شديدا بالنظم الايكولوجية البرية والنظم الايكولوجية للمياه العذبة ؛

(ج) ستتوقف الآثار النهائية لأي تغيير يطرأ على المناخ على الموسم الذي تنشب فيه الحرب . فالنظم الايكولوجية في المناطق المعتدلة المناخ ستكون أشد تأثرا بأي حرب تنشب في الفترة الممتدة من الربيع إلى الصيف ، منها بأي حرب تنشب في الشتاء . كما أن النظم الايكولوجية المدارية ستكون عرضة للمخاطر التي تنجم عن أي اخلال له شأنه يحدث في المناخ ؛

(د) تتفاوت درجات ضعف أي نوع تفاوتا كبيرا خلال أطوار حياتها ؛

Digitized by UNOG Library

(هـ) على الصعيد العالمي لن تشكّل السقاطة المشعّة والتي تحدث في وقت لاحق خطرا خاصا يحدق بالنظم الايكولوجية . أما على الصعيد المحلي فإن السقاطة التي تحدث بعد الهجوم النووي مباشرة قد تكون مهلكة للنباتات والحيوانات التي تكون حساسة بوجه خاص ؛

(و) حتى إذا لم تلحق السقاطة المشعة ضررا مباشرا كبيرا بالنظم الايكولوجية المائية والبرية ، قد يحدث تراكم كبير للنويدات المشعة عن طريق السلسلة الغذائية مما يؤدي إلى جرعات ضارة وداخلية تؤثر على السكان المعرّضين لها ؛

(ز) ربما يؤدي استنفاد طبقة الأوزون الاستراتوسفيرية بواسطة مواد ملوثة محقونة في الجو إلى زيادة الأشعة فوق البنفسجية (النطاق الفرعي باء) النشطة بيولوجيا إلى مستويات ضارة على امتداد رقعة جغرافية شاسعة ؛

(ح) يحتمل أن يؤدي انتشار المواد السُمية على نطاق واسع ، لاسيما عن طريق الجو والأنهار والجداول إلى تلوث سلاسل الأغذية عند مصبات الأنهار وعلى السواحل ، مما قد يعرّض البشر للخطر ؛

(ط) ستدمر النيران مناطق شاسعة من الغابات الكائنة بالقرب من أهداف عسكرية . فإذا حدث انخفاض كبير في الترسب مع زيادة ملازمة في خطر الحريق ، فقد يحدث تدمير كبير للغابات .

١٠٩ - ومن الواضح ، أن كثيرا من النظم الايكولوجية سيتعرض لأكثر من واحد من هذه الضغوط . ومن المحتمل بالنسبة لبعض التأثيرات أن تحدث توازنا مع بعضها البعض أو أن تلغي بعضها البعض ولكن ما هو أكثر احتمالا أن تؤدي بعض هذه التأثيرات الى تضافر أو تفاقم بعضها الآخر :

(أ) من المحتمل كذلك أن يؤدي فاقد المحاصيل في الفترة التي تلي التراشق النووي مباشرة الى الحد من توفر التقاوي لأغراض إعادة الزراعة ، لا سيما أنواع الهجن المتخصصة ؛ ومن شأن انخفاض الإنتاجية خلال المرحلة الحادة أن تؤدي الى المزيد من ندرة البذور ؛ لأن اخفاق المحاصيل يعني تبديد البذور القيمة ؛ حيث أن المخزون من البذور سيستهلك بشكل مباشر في شكل أغذية مما يحد من كمية المتاح من

Digitized by UNOG Library

المؤن لاغراض إعادة الزراعة ، ولن يكون من السهل الحصول على البذور المهجنة التي تصلح لاحوال بيئية معينة ؛

(ب) وسيؤدي فقد المزارعين المتمرسين نتيجة الإعاقة أو الموت الى الحد من قاعدة المعرفة القائمة على الخبرة التي تعتبر لازمة للزراعة الفعالة ولخفض أخطار اخفاق المحاصيل الى الحد الادنى ؛

(ج) ومن الممكن حدوث انخفاض في انتاجية التربة نتيجة الحرائق والتآكل الناجم عن فقدان الغطاء النباتي والتغيرات التي تطرأ على النظام الهيدرولوجي وتسرب العناصر الغذائية والتلوث بواسطة النويدات المشعة والمواد السمية ورداءة طرق الحفظ بسبب انعدام الخبرة الزراعية أو الحاجة الى استخلاص أقصى قدر من الإنتاجية على مدار فترة زمنية قصيرة ؛

(د) ومن شأن زيادة مستويات الاشعة فوق البنفسجية أن تلحق ضررا بالمحاصيل نتيجة استنفاد طبقة الاوزون . وإذا استنفدت طبقة الاوزون الى أي مدى كبير فإن استردادها سيكون بطيئا . وفي هذه الحالة ، قد تزيد مستويات النطاق الفرعي باء من الاشعة فوق البنفسجية على مدار فترة طويلة ، حتى لو كانت هذه الزيادة ضئيلة ؛

(هـ) ومن شأن التغيرات التي تطرأ على النظم الزراعية والايكولوجية التي تحدث عقب نشوب حرب نووية أن تزيد من الآفات والاعشاب معا في وقت تقل فيه نسبيا مبيداتها ؛

(و) ولن تكون الآلات والتكنولوجيا الزراعية ، بما في ذلك الخدمة وقطع الغيار متوفرة ؛

(ز) وستكتسب حيوانات الجر أهمية متزايدة في مجال التكنولوجيا الزراعية بيد أن المعروض منها سيقل لأن الاستعاضة عما أصيب منها ستستغرق بعض الوقت لانه سيكون من المتعذر توفير العلف للكثير منها وسيؤكل ويستهلك الكثير منها في شكل أغذية نتيجة النقص الحاد في الاغذية . ولن يوزع على نحو صحيح ما يتوفر منها وستنقرض سلالات هذه الحيوانات المخصصة للتربية ؛

(ح) ومن المحتمل أن تهاجر الى المناطق الريفية جموع حضرية غفيرة نتيجة فقدان ما تملك ، بحثا عن الغذاء مما يؤدي الى تلف المحاصيل .

Digitized by UNOG Library

باء - ردود الفعل البيولوجية العامة إزاء الاضطرابات المناخية

١١٠ - توجد درجات متفاوتة من الحرارة والضوء في المناطق البعيدة عن خط الاستواء التي توجد فيها أعداد غفيرة من النباتات والحيوانات التي لها آليات فسيولوجية وسلوكية تمكنها من البقاء في ظل فترات من الضوء المنخفض ومن مقاومة آثار البرد والتجمد .

١١١ - وإذا نشبت حرب نووية في الشتاء ، فإن الحيوانات الموجودة في المناطق المعتدلة المناخ والواقعة شمالي خط الاستواء ، قد تتمكن من مقاومة اضطراب المناخ . أما في الربيع أو الصيف ، فمن المحتمل أن تكون نباتات المناخ المعتدل ضعيفة مثل ضعف أنواع المناطق التي تقع بالقرب من خط الاستواء نسبة لعدم إمكانية تحقيق التأقلم والتقسية الموسميين فوريا .

١١٢ - وينجم الإنتاج البيولوجي عن حركة التمثيل الضوئي التي تقوم بها النباتات الخضراء . ويتوقف هذا ، في جملة عوامل ، على الإضاءة الشمسية ولذلك فإنه سيضار بأي خفض مطول في كمية وفعالية الضوء الذي يصل الى سطح الارض .

١١٣ - وقد تبدي الحيوانات العديد من القدرات للتغلب على درجات الحرارة الموسمية المفرطة ، مثل التأقلم الموسمي أو السبات أو التكيف مع الساعة البيولوجية الداخلية التي قد تكون مستقلة جزئيا عن البيئة الخارجة غير أن الانخفاض غير الموسمي الذي يطرأ على درجات الحرارة وفي ضوء الشمس قد يسبب صدمة كبيرة بل قد يلحق كارثة ببعض الانواع . وستكون الحيوانات الحبلى والاصغر سنا والانواع المهاجرة معرضة لهذا الضرب من الكوارث بشكل خاص .

جيم - ردود فعل المجتمعات الحيوية إزاء الاضطرابات المناخية

١١٤ - تتعرض النباتات والحيوانات لحالات التغيير التي تطرأ على بيئتها ، وإن كانت تتحمل هذا التغلب ولكن الى حد معين . ويتضح من دراسة النظم الايكولوجية على نطاق عالمي أن النباتات البرية ، بالإضافة الى الحيوانات ، تعيش بوصفها مجتمعات حيوية محددة المعالم وبصورة جيدة الى حد معقول (الشكل ٢) ويمكن تحديد توزيعها الى حد كبير من حيث متوسط درجة الحرارة والتهطال على مدار السنة .

Digitized by UNOG Library

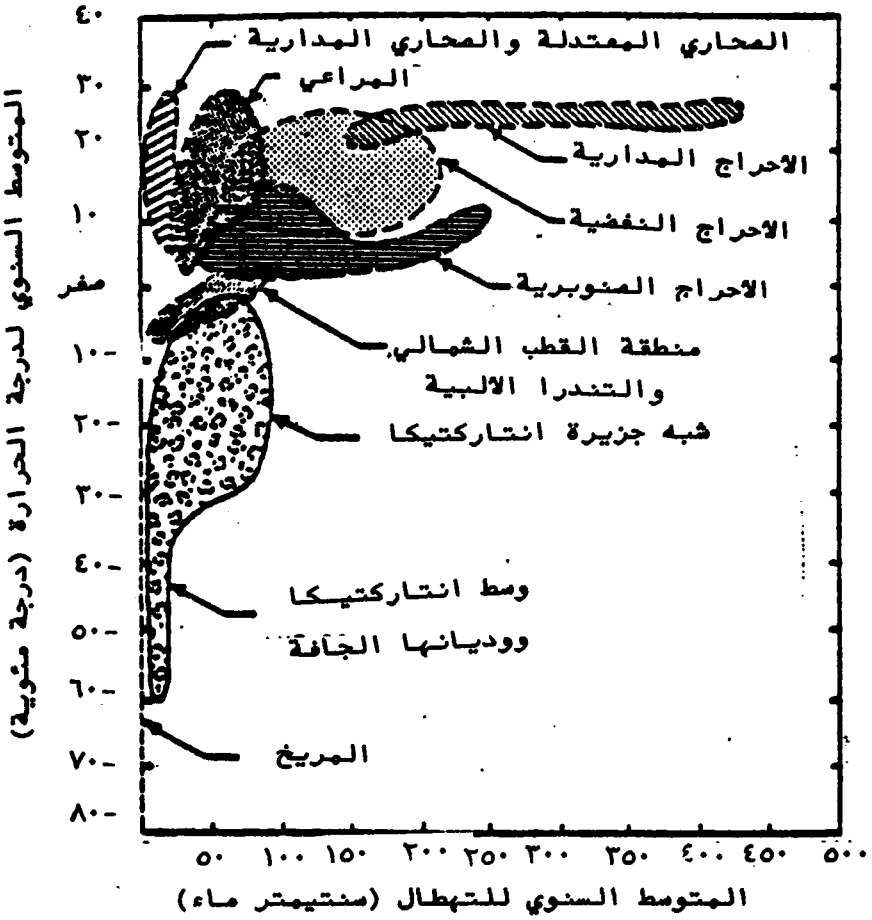
١١٥ - ومحاكاة أداء النظم الايكولوجية لوظائفها العادية واستجاباتها للاضطرابات تثير مشاكل تماثل في تعقيدها مشاكل محاكاة المناخ والطقس . وتتوفر حاليا نماذج نوعية عامة لعدد قليل من النظم الايكولوجية الطبيعية أو المقيدة . وقد استخدم عدد من النماذج لمحاكاة إنتاجية النظم الايكولوجية المختلفة ، ولا سيما المروج والاحراج ، في مجموعة متنوعة من السيناريوهات المناخية المفترضة التي قد تعقب حربا نووية (هارويل ، ١٩٨٤) .

١١٦ - وقد أجرى فريق "سكوب - إنيوار" تقييما مستفيضا للآثار الايكولوجية والزراعية للاضطرابات المناخية المتوقعة ، وخلص الى أن القدرة المحدودة للنظم الايكولوجية الارضية عند خطوط العرض السفلى على تحمل التغير البيئي تجعل تلك النظم بالغة الضعف ، مما يخلف آثارا كبيرة ، لانه يبرز الواقع البيولوجي المتمثل في أن احتمال وقوع كارثة لا يكون مجرد نتيجة لمقدار الانخفاض في درجة الحرارة أو نقص أشعة الشمس أو التغير في كمية التهطال ، بل تحدده قدرة المجتمعات الحيوية المختلفة على تحمل الاجهادات .

١١٧ - وظهور فجوات في الطُلّة الحرجية على مساحات كبيرة ، وارتفاع مستويات الاشعة فوق البنفسجية ، والتلوث بالنظائر المشعة ، وغيرها من المواد السامة ، والتهطال الحمضي وانتشار أنواع من الآفات والاعشاب قد يؤدي أيضا الى زيادة تدهور الاحراج في شمالي أوروبا وأمريكا الشمالية . وتحدث العودة الى الوضع الطبيعي ببطء شديد وتتوقف على مقدار تحات التربة ومدى تشبعها بالمياه (سفيريجيف وآخرون ، ١٩٨٥) .

Digitized by UNOG Library

الشكل ٣ - المجتمعات الحيوية الارضية وعلاقتها بالمتوسط السنوي لدرجة الحرارة والتهطال



المصدر : M. A. Harwell and T. C. Hutchinson, Environmental Consequnces of Nuclear War, vol. II (Chichester, 1985), p. 62.

Digitized by UNOG Library

١ - المجتمعات الحيوية في منطقتي التندرا/الالب

١١٨ - تتحمل المجتمعات الحيوية القطبية في منطقة التندرا شمالي خط عرض ٦٥° شمالا درجات حرارة بالغة الانخفاض تصل الى -٥٠ درجة مئوية (بل وتصل أحيانا الى -٧٠ درجة مئوية في الشتاء العادي . وإذا كانت هذه المجتمعات الحية قد مرت بالفترة العادية التي تسمح بتكون القدرة على تحمل البرد لديها ودخلت في حالة الكمون ، فإنها تصبح حصينة نسبيا من أي انخفاض آخر في درجة الحرارة أو نقص في ضوء الشمس من قبيل ما يكون متوقعا في أعقاب حرب نووية ، حتى ولو استمر الطقس البارد الى الصيف التالي . وستسلك النظم الالبية سلوكا مماثلا .

١١٩ - أما إذا وقع الهجوم صيفا ، فستكون الحالة مختلفة الى حد كبير . فقد تصاب النباتات التي هي في طور النمو بالضرر أو تموت بفعل الانخفاض السريع في درجات الحرارة الى ما دون الصفر . وقد يدخل بعض هذه النباتات في تأقلم سابق للأوان مع برد الشتاء ، وهذا الامر ، بالاقتران مع المصارف الكبيرة للبذور التي تميز الكثير من الانواع القطبية والشمالية قد يُمكنها من تجديد حياتها .

١٢٠ - أما الحيوانات آكلة العواشب والحيوانات التي لا تدخل في حالة كمون والتي تعتمد على الأوراق الغضة والطيور ، فستمثل الخسائر الرئيسية ، ويمكن توقع ارتفاع معدل نفوقها .

٢ - الاحراج الشمالية/التيغة

١٢١ - إن وقوع حرب نووية في نصف الكرة الشمالي سيجعل النظم الايكولوجية دون حد الشجر ، مثل التيغة والاحراج الشمالية والاحراج المختلطة في المنطقة المعتدلة تتعرض للاجهاد . وعلى غرار نباتات المنطقة القطبية ، فإن الكثير منها سيبقى حيا بعد الاضطرابات المناخية التي تعقب وقوع حرب شتوية إذا كانت قد تكونت لديها بالفعل القدرة على تحمل البرد وكانت في حالة كمون . أما الأشكال الاكثر اقترابا من الجنوب مثل أشجار الصنوبر وعدد كبير من الجنيات والانواع العشبية فقد يقتلها البرد . وقدرت دراسة "سكوب - إنيوار" أن معدل الموت قد يكون كبيرا بما يتراوح بين ٧٥,٢٥ في المائة . ومن شأن مصارف البذور التي تقاوم التجمد والمميزة للنباتات عند خطوط العرض الوسطى أن تيسر عملية العودة الى الحالة الطبيعية إذا لم تستمر حالة الشذوذ المناخي لفترة أطول من اللازم .

Digitized by UNOG Library

١٢٢ - وتسبب الآثار المناخية للحرب الصيفية إتلافا فادحا للأنواع الرئيسية من النباتات . وإذا قصرت مدة موسم النمو في السنوات التالية بما يكفي لخفض الإنتاجية زاد تعطل العودة الى الحالة الطبيعية . وقد يؤدي تراكم الخشب الميت والمخلفات النباتية السطحية بكمية كبيرة الى زيادة التعرض لخطر الحريق وللآفات الحشرية ، مما يزيد من إمكانية حدوث حلقة ثانية من الدمار خلال الفترة المستديمة التي تعقب الحرب . ومما يكتسب أهمية أكبر أن الاحراج ستكون بحاجة الى عشرات السنين قبل أن تستأنف انتاجيتها الكاملة ، كما قد تتعرض الى تغير كبير في تكوين الأنواع بحيث قد لا تتجدد حياة النظام الايكولوجي الأصلي مرة أخرى على الاطلاق .

٣ - الاحراج الصنوبرية

١٢٣ - تتسم أشجار الصنوبريات بحساسيتها الشديدة للأشعة المؤينة ، وقد يُقتل ما بين ٣٠ و ٣٠ في المائة من الاحراج في نصف الكرة الشمالي نتيجة الصدمة المباشرة للانفجارات النووية وما يعقبها من حرائق . وفي الحرب الشتوية ، يمكن لما يقرب من ٨٠ إلى ٩٠ في المائة من جميع الأشجار البقاء حية بعد سنة من التعرض لدرجات حرارة منخفضة بصورة غير عادية لمدة عام . أما في الحرب الصيفية ، فإن من شأن نقص الاضاءة ودرجة الحرارة أن يقتل معظم الأشجار . وفي كلتا الحالتين فإن البذور القابلة للإنبات ستحفظ في التربة .

٤ - الاحراج النفضية

١٢٤ - ستؤثر الحرب الصيفية تأثيرا شديدا على الاحراج النفضية في نصف الكرة الشمالي حيث تقتل معظم الأشجار . أما الحرب الشتوية فستسبب ضررا جزئيا . وتتوقف أساسا عودة الاحراج إلى حالتها الطبيعية على أعضاء التكاثر الخضرية لا على البذور ، وقد يتوقف معدل العودة إلى الحالة الطبيعية على درجة تحات التربة . وقُدر أن الاحراج النفضية التي يلحقها الضرر يمكن أن تستعيد نحو ٧٠ في المائة من كتلتها الاحيائية الأصلية خلال ٥٠ عاما (سفيريجيف وآخرون ، ١٩٨٥) .

٥ - المروج

١٢٥ - ستكون السهوب والبراري في المنطقة المعتدلة من نصف الكرة الشمالي معرضة للخطر ، ولاسيما في الحرب الصيفية التي ستسبب الدمار للنباتات والحياة الحيوانية

Digitized by UNOG Library

المعتمدة عليها (الكائنات الحية في التربة وحيوانات الرعي والجوارح المعتمدة عليها والطيور) . وتستعيد المروج حالتها الطبيعية بسرعة نسبيا عند عودة النظام المناخي الطبيعي ، وذلك بسبب السرعة التي تتجدد بها حياتها بالمقارنة بالاحراج .

٦ - الصحاري وأشباه الصحاري

١٣٦ - إن أشباه الصحاري الباردة في نصف الكرة الشمالي ، شأنها شأن النظم الايكولوجية الاخرى عند خطوط العرض المماثلة ، يمكن أن تتحمل الاثار المناخية لنزاع نووي . أما الصحاري الحارة فليس لديها هذا التكيف المسبق لدرجات الحرارة المنخفضة وسيلحق بنباتاتها وحيواناتها المتنوعة ضرر بالغ . ومن شأن نشوب نزاع صيفي يؤدي إلى انخفاض التشمس ودرجات الحرارة أن يسبب دمارا عند جميع خطوط العرض .

٧ - المجتمعات الحيوية المدارية

١٣٧ - إن الاحراج المطيرة المدارية ، ولقد كانت لا تشغل سوى ١١ في المائة من سطح الارض ، فإنها توفر الموارد اللازمة لما نسبته ٣٢ في المائة من صافي الانتاج الاولي و ٤٢ في المائة من الكتلة الاحيائية النباتية و ٣٣ في المائة من الكتلة الإحيائية الحيوانية . كما أنها تمثل الكثير من الانواع المتباينة من النبات والحيوان (هارويل وهتشينسون ، ١٩٨٦) . وقد تكيفت هذه الاحراج بما يتلاءم مع مستويات أعلى من درجات الحرارة والضوء والتهطال . أما البرد القارس حتى لفترات قصيرة (ليس من الضروري أن تصل درجة الحرارة إلى درجة التجمد) وسيكون وخيم العواقب على النباتات والكائنات الحية التي تعتمد عليها . فتسرب الهواء القطبي من حين لآخر إلى حوض الامازون ، في الظروف الراهنة ، يلحق أضرارا جسيمة بالاحراج المطيرة . وتجدد حياة الاحراج المطيرة المدارية التي لحق بها الضرر قد يكون محدودا نتيجة لفقد الخصوبة وتعقد آليات التكاثر .

١٣٨ - وستكون الاحراج النفضية عرضة للخطر بصفة خاصة أثناء الموسم الرطب ، الذي هو موسم النمو النشط . كما ستكون المروج والساڤانا في المناطق المدارية أكثر تعرضا للخطر عند انخفاض درجات الحرارة وسقوط الامطار ، من نظيراتها ومن المروج والسهوب في المناطق المعتدلة . وسيكون لانخفاض الرياح الموسمية الصيفية تأثير كبير على هذه النظم الايكولوجية .

Digitized by UNOG Library

١٢٩ - وستتعرض لخطر مماثل مستنقعات المنغروف التي تحف بالكثير من السواحل في المناطق المدارية وشبه المدارية . وأحراج المنغروف نظم أيكولوجية فريدة تؤوي مجموعة واسعة من الانواع المهمة أيكولوجيا واقتصاديا . وحتى إذا كان انخفاض درجة الحرارة ، الذي قد يعقب حربا نووية ، بسيطا فإنه قد يسبب دمارا واسع النطاق في أي فصل من فصول السنة .

٨ - البحيرات والانهار

١٣٠ - سيتوقف الاثر الذي يلحق بالنظم الايكولوجية للمياه العذبة على شدة البرودة ومستوى انخفاض الاضاءة والتغيرات في كمية التهطال . وسيحدد حجم المسطحات المائية مدى قدرتها على امتصاص أثر التغيرات في درجة الحرارة .

١٣١ - وحتى بالنسبة لحرب تقع في الشتاء ، عندما تكون البحيرات الشمالية متجمدة ، فإن سمك الجليد قد يزيد بحيث تتجمد المياه حتى القاع في البحيرات الضحلة مما يقتل ما بها من أسماك وحيوانات أخرى . وأي إمتداد للظروف الشتوية ، أو لحرب صيفية ، يمكن أن يخل بالدورة العادية لتطور الكائنات الحية المائية . وبنموها حتى الاكتمال وبتوالدها .

٩ - النظم البحرية

١٣٢ - تغطي المحيطات ٧١ في المائة من سطح الارض كما أنها مصدر لنسبة كبيرة من الانتاجية البيولوجية للارض . وضخامة حجم المحيطات وقدرتها الهائلة على مقاومة التغير في درجات حرارتها يجعلانها حصينة نسبيا من التغيرات القصيرة الاجل في درجة الحرارة . ومن شأن النقص في ضوء الشمس والتغيرات في الطيف الإشعاعي أن يقللا من التمثيل الضوئي ومن الانتاجية الأولية للعوالق النباتية في الطبقات السطحية مما يؤثر على السلاسل الغذائية التي تعتمد عليها وإن كان من غير المتوقع أن يحدث فقدان دائم لأي من الكائنات الحية الرئيسية أو أن يلحق ضرر بمصائد الأسماك المهمة . وشدة الآثار التي لحقت بالمصائد والنظم الايكولوجية البحرية من جراء التغيرات في درجة حرارة البحر وهو ما تميزت به ظاهرة إلنينيو في عام ١٩٨٣ في مواجهة ساحل أمريكا الجنوبية المطل على المحيط الهادئ لابد بالتاكيد أن تحول دون الاستهانة بالآثار المناخية على السلاسل الغذائية في المحيطات .

Digitized by UNOG Library

١٣٣ - والجرف القارية هي أكثر النظم الايكولوجية البحرية انتاجية بالنسبة للاستهلاك البشري . ونظرا لأن مياهها تكون ضحلة نسبيا ، فإنها تكون أكثر تأثرا بالتقلبات في درجة الحرارة . وقد تحدث أيضا تغييرات في نوعية المياه نتيجة للتغيرات في المياه العذبة التي تصرّفها الأنهار والرواسب المنقولة والمدخلات من المغذيات . ومن النتائج المرجحة أيضا لأي حرب نووية كبيرة ، زيادة الكميات المحمولة من النويدات المشعة والمواد السامة .

١٣٤ - وستكون النباتات والحيوانات التي تعيش في المياه الضحلة في المناطق المدارية وشبه المدارية ، وخاصة الشعاب المرجانية ، معرضة لخطر التقلبات في درجات الحرارة ونقص الاضاءة ، كما سيحلق بها أثر ضار من جراء الأحمال الكبيرة من الرواسب العالقة وبالملوثات التي تحملها المياه .

١٠ - مصبات الأنهار

١٣٥ - إن من شأن مصبات الأنهار وما يرتبط بها من أراض رطبة ، وهي تتميز بارتفاع انتاجيتها البيولوجية وتكون في أحيان كثيرة ذات أهمية كبيرة لاقوات واقتصاد البشر ، أن تتأثر أيضا تأثرا كبيرا بالتغيرات التي تطرأ على اليابسة . وسيؤدي تدمير النظم الأرضية إلى تحات التربة وزيادة الأحمال من المواد العالقة والمواد الذائبة (التي يكون الكثير منها سامّا) في الأنهار ثم في مصبات الأنهار في نهاية المطاف . وقد يزداد هذا التأثير بفعل الاضطرابات المناخية كما قد يدمر مصائد الأسماك عند مصبات الأنهار .

دال - استجابة النظم الزراعية الرئيسية
للاضطرابات المناخية

١٣٦ - تجاوز عدد سكان الأرض من البشر في عام ١٩٨٧ خمسة بلايين (٠٠٠ ٥ مليون) نسمة . وعلى أساس المعدل المسقط حاليا للنمو فإن هذا الرقم سيتضاعف خلال ٤٠ سنة تقريبا ، وسيزيد عدد السكان بمقدار بليون (٠٠٠ ١ مليون) نسمة خلال ١١ سنة . وتكاد تعتمد أقوات هذا العدد من السكان كلية على الزراعة .

١٣٧ - وحتى السيناريوهات الأقل تطرفا بالنسبة للتغيرات المناخية التي تعقب حربا نووية كبيرة ، فإنها تتضمن إضطرابات زراعية ليست لها سابقة في التاريخ (هارويل

Digitized by UNOG Library

وهتشينسون ، ١٩٨٦) . وقد اقترنت بعض الآثار المناخية البالغة القسوة بالتغيرات في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة ، وهي ضئيلة بالمقارنة بالتغيرات التي قد تنجم عن حرب نووية كبيرة ، فمثلا :

التغيرات التقريبية في درجة الحرارة (بالدرجات المئوية)	
الدفء في العصر الجيولوجي الحديث (العودة إلى الحالة الطبيعية بعد العصر الجليدي الاخير) ٠٠٠ ٨ - ٠٠٠ ٤ قبل العصر الحالي	+٥
العصور الجليدية الصغيرة ؛ القرنان السابع عشر والتاسع عشر	-١ إلى -٢
التغييرات على مدى المائة سنة الماضية (نصف الكرة الشمالي)	±١
سنة عديمة الصيف ، ١٨١٦ ميلادية (نصف الكرة الشمالي)	أقل من -٥

١٣٨ - وقد تضمنت دراسة "سكوب - إنيوار" تحليلا شاملا للغاية للآثار المناخية ، التي تعقب الحرب النووية ، على الزراعة ، مفترضا السيناريوهات المناخية التالية (هارويل وهنشينسون ، ١٩٨٦) :

(أ) المرحلة الحادة (درجة الحرارة) : هبوط قصير الاجل في متوسط درجة الحرارة لتصل إلى درجة التجمد أو ما دون الصفر مقترنا بنقص في ضوء الشمس ليصل إلى ١ - ١٠ في المائة من المستويات العادية ؛

(ب) المرحلة المستديمة (درجة الحرارة) : انخفاضات طويلة الاجل في متوسط درجة الحرارة لتصل إلى أقل من المعتاد بعدة درجات ، ويقترن ذلك بانخفاضات في ضوء الشمس تصل إلى ٨٠ - ٩٥ في المائة من المستويات العادية ؛

Digitized by UNOG Library

(ج) المرحلة الحادة/المستديمة (التهطال) : انخفاض في التهطال ليصل إلى ٥٠ في المائة أو أقل من المتوسط السنوي العادي .

١٣٩ - وجرى تقييم مدى تأثر النظم الزراعية العالمية ومحاصيل رئيسية محددة في ضوء هذه السيناريوهات . وتباينت طرق التقييم ، فاستخدمت الأدلة المستنبطة من دراسات الحالة التاريخية ، والاستدلال الاحصائي والاستدلال الفسيولوجي والنماذج التحليلية أو الرقمية . كما نظرت الدراسة في الخسائر التي يمكن أن تلحق بالقوى العاملة والطاقة والأسمدة وغيرها من المقومات في بيئة ما بعد الحرب .

١٤٠ - وعلى الرغم من عدم وجود شك في أهمية الآثار التراكمية للتغير في درجة الحرارة ، فإن المحاصيل (والنظم الايكولوجية الطبيعية) تكون حساسة بالدرجة الأولى للتغيرات القصيرة الأجل . ففلة أي محصول تحددها جزئيا ، مدة موسم النمو ، وآثار درجة الحرارة و/أو معدل سقوط الأمطار .

١٤١ - وقد خلص فريق "سكوب - إنيوار" ، من استعراض لعدد من الدراسات ومن التحليل الذي أجراه هو للبيانات المتعلقة بالمناخ ، إلى أن انخفاض متوسط درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة ، في خطوط العرض الوسطى ، يكافئ قصر موسم النمو الخالي من الصقيع بما يتراوح بين ١٠ أيام و ١٢ يوما (هارويل وهتشينسون ، ١٩٨٦) . وكثير من محاصيل المنطقة المعتدلة تزرع قرب نهاية موسم نموها ، ومن الواضح أن حدوث انخفاض في درجة الحرارة في حدود ٥ - ١٠ درجات مئوية لفترة تستمر أسابيع أو شهورا يقضي على الغلة .

١٤٢ - ومن الصعب التنبؤ بقابلية التغير في الطقس مما يمكن أن ينجم عن تغير في المناخ ، مثل ، احتمال حدوث نوبات من البرد وشدة البرد ومدته . وتؤيد بعض الأدلة التاريخية الفكرة القائلة بأن السنوات الباردة على غير العادة ، تشهد أيضا وعلى نحو غير متناسب قابلية كبيرة للتغير وحدوث نوبات من البرد ، ويلازم ذلك فشل في المحاصيل . وهذه الصلة غير الخطية بين متوسط القيم وقابلية التغير يؤيدها أيضا مثال الأحراج القاتلة التي دمرت الزراعة في أمريكا الشمالية وأوروبا في عام ١٨١٦ ، ومثال تيار إلنينيو الشديد في عام ١٩٨٣ . وهذان مثالان على تغير مناخي بالغ الشدة يرتبط بتغيرات في متوسط درجات الحرارة في العالم في حدود -٢ درجة مئوية على أكثر تقدير في الحالة الأولى ودون -١ درجة مئوية في الحالة الأخيرة (هارويل وهتشينسون ، ١٩٨٦) .

Digitized by UNOG Library

١٤٣ - وهناك أيضا تماثل فيما يتعلق بالتهطال . فالمناطق التي يرتفع فيها منسوب التهطال تكون أدنى قابلية للتغير (تتراوح نسب الخروج على المتوسط السنوي بين ١٠ و ٣٠ في المائة) ، بينما تُظهر المناطق القاحلة قابلية أكبر للتغير (نسب الخروج على المتوسط السنوي تزيد على ٣٠ في المائة) . وبالنظر إلى أن المناطق الأولى تشمل أعلى الأراضي الزراعية انتاجية في أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا ، فإن انخفاض معدلات التهطال بنسب تتراوح بين ٢٥ و ٥٠ في المائة ، مع ما ينتج عن ذلك من قابلية للتغير ، يمكن أن يعرّض للخطر الانتاج الزراعي ومعه قاعدة أقوات الكثير من الناس .

١٤٤ - وفيما يخص المرحلة الحادة ، خلص فريق "سكوب - إنيوار" (هارويل وهتشينسون ، ١٩٨٦) إلى أن الإجهادات البالغة الشدة (المتكهن بها من النماذج المناخية) ليست لها سابقة في التاريخ وأنه لا يمكن التكهن بآثارها من النماذج الاحصائية للإنتاج الزراعي . ولا يمكن تبصر الأمر إلا بالاستقراء مما هو معروف عن فسيولوجيا النبات . أما في حالة الاضطرابات المناخية الأقل شدة في المرحلة الحادة والمرحلة المستديمة فيحدث ما يلي :

(أ) تؤدي الانخفاضات في متوسط درجة الحرارة إلى بطء معدل نمو المحاصيل ؛

(ب) حتى لو كان الانخفاض في درجة الحرارة أثناء فترة النمو ضئيلا ، فإن حالات الصقيع المتأخرة في الربيع وحالات الصقيع المبكرة في الخريف يمكن أن تتلف النباتات أو تؤدي إلى تقصير أمد موسم النمو إلى ما دون العتبة الحرجة لاكتمال النمو .

(ج) يمكن تعويض الانخفاض في متوسط درجة الحرارة بإطالة أمد موسم النمو . وفي السيناريوهات المناخية فإن هذا الأمر غير محتمل ، وبصفة خاصة في المنطقة المعتدلة والمنطقة شبه المدارية ؛

(د) توجد عتبات فسيولوجية لبقاء أي نبات حيا ولقدرته على النضج وانتاج محصول . ويجب تقييم أثر أي انخفاض في درجة الحرارة في ضوء هذه العتبات . وعلى سبيل المثال ، فإن حدوث انخفاض ما في درجة الحرارة إلى حد أدنى بما يتجاوز العتبة قد لا يؤثر سوى تأثير طفيف على النمو والغلة . أما الانخفاض المشابه ولكن إلى ما دون العتبة ، فقد يحول دون اكتمال النمو ومن ثم يؤدي إلى فقدان المحصول ؛

Digitized by UNOG Library

(هـ) تتكهن النماذج المناخية بتغيرات رئيسية (تكون انخفاضات في العادة) في معدل التهطال قد يكون لها آثار وخيمة (حالات الجفاف) .

هاء - المحاصيل الغذائية الرئيسية

١ - الأرز

١٤٥- الأرز هو إحدى السلع الأساسية الغذائية الكبرى في العالم وله دور هام في اقتصادات عدة بلدان نامية . فهناك نحو ٣ بلايين (٣ آلاف مليون) من البشر يأكلون الأرز يوميا وزهاء ٣٠٠ مليون زارع يقومون بزراعته في إطار نظم زراعية متراوحة (الأراضي المروية ، الأراضي المرتفعة البعلية ، الأراضي الواطئة البعلية ، المياه العميقة ، الأراضي الرطبة بفعل المد) . ويُزرع نحو ٥٠ في المائة من محصول الأرز العالمي زراعة بعلية .

١٤٦- ويُزرع هذا المحصول في ظل ظروف مناخية واسعة التراوح ، في مناطق تمتد من خط العرض ٤٠° جنوبا في المنطقة الوسطى من الارجنتين الى ٥٣° شمالا في منطقة الشمال الشرقي من الصين ، ومن تحت متوسط سطح البحر مباشرة في جنوب الهند الى ما يجاوز ٠٠٠ ٢ متر فوق متوسط سطح البحر في المنطقة المجاورة لجبال الهيمالايا . وتتأثر انتاجية الأرز بالاختلافات المناخية الموسمية والمكانية . فدرجة الحرارة والإشعاع الشمسي والأمطار كلها عوامل هامة تؤثر بصورة مباشرة على غلة محصول الأرز كما أنها تؤثر عليه بصورة غير مباشرة عن طريق آثارها على ضغط الأمراض والحشرات (سيشو وآخرون ، ١٩٨٧) . وفي المناطق المعتدلة يتحدد موسم زراعة الأرز بنظام درجات الحرارة أما في المناطق المدارية فإن ما يحدده أساسا هو التهطال ، الذي يتحدد بدوره بمواعيد هبوب الرياح الموسمية وانصرافها . وتختلف درجتا الحرارة الحرجتان السفلى والعليا حسب مراحل النمو وهما عادة تحت ١٥ درجة مئوية وفوق ٣٥ درجة مئوية . ونقص الأمطار أو كثرتها عما ينبغي في أي مرحلة من مراحل النمو يمكن أن يسبب الهلاك الجزئي أو الكلي للمحصول . أما الإشعاع الشمسي فله أعظم الأثر على غلة محاصيل الحبوب في مرحلتي التكاثر والنضج .

١٤٧- والأرز أقل احتمالا لدرجات الحرارة المنخفضة من معظم محاصيل الحبوب الأخرى . وتدل البيانات المستمدة من زراعة الأرز في اليابان على أن الانخفاضات الدورية في درجة الحرارة الى أقل من ١٥ درجة مئوية في المراحل الحرجة من النمو يمكن أن تخفض

Digitized by UNOG Library

غلة المحصول بنحو الثلث ، وأن انخفاض متوسط درجات الحرارة بما يتراوح من درجة واحدة الى درجتين مئويتين على مدار موسم النمو قد يكون كافيا لإهلاك المحصول (هارويل وهتشنسوف ، ١٩٨٦) . وقد خلص هذان المؤلفان الى أنه في المرحلة الحادة التالية للحرب النووية "سيزول انتاج الأرز تقريبا من نصف الكرة الشمالي على الاقل ، وقد يلقى نصف الكرة الجنوبي نفس المصير" .

١٤٨- ويمكن أن يحدث في المرحلة المستديمة أيضا فقد كبير للمحصول . وتتراوح درجات الحرارة الحرجة في اليابان ، تبعا للاختلاف بين المناطق وأصناف الارز المزروعة ، بين ١٩,٠ و ٢٥,٥ درجة مئوية ، ويمكن أن تنخفض غلة المحصول إذا انخفضت درجات الحرارة عن ذلك ، حتى إذا لم تحدث انخفاضات عارضة في درجة الحرارة لفترات قصيرة أو غير ذلك من الاضطرابات . وقد تبين من تنفيذ نموذج لمحاكاة الحالة في شمال اليابان أن انخفاض متوسط درجات الحرارة بمقدار درجتين مئويتين في موسم النمو يمكن أن يخفض غلة محصول الارز بنسبة ٧٠ في المائة .

١٤٩- وتبين النماذج المناخية الاحدث من ذلك إمكانية حدوث انخفاض كبير في الامطار الموسمية في كل من المرحلتين الحادة والمستديمة التاليتين للحرب النووية . والمحاصيل المروية حساسة للتغيرات في إمدادات المياه ومن ثم فإن انخفاض التهطال يمكن أن تكون له خطورة بالغة . ويمكن أن تصل الحالة الى حد الكارثة بالنسبة للارز البعلي (الارز المغمور وأرز الاراضي المرتفعة) ، الذي يزرع في نحو ٥٠ في المائة من مساحة الارز في العالم . والاجهاد الحاد الناجم عن نقص المياه يمكن أن يؤثر تأثيرا خطيرا على الانتاج وأن يخفض أيضا المساحة الملائمة للزراعة البعلية . وستترتب على هذا عواقب اجتماعية ـ اقتصادية خطيرة لأن القطاع الفقير من زراع الارز في البلدان النامية يعتمدون في معيشتهم على الارز البعلي .

٢ - القمح

١٥٠- يتحمل القمح الشتوي انخفاض درجات الحرارة الى أقل من ـ ٥٠ درجة مئوية إذا كان معزولا بواسطة الثلج . ومع ذلك فإن مجرد الانخفاض الضئيل في متوسط درجات الحرارة أو قصر فترة النمو يمكن أن يقلل بصورة حادة غلة المحاصيل في كثير من مناطق الانتاج الشمالية الرئيسية . ويمكن أن يهلك معظم المحصول في كندا والولايات المتحدة وأوروبا الغربية والاتحاد السوفياتي والصين . ونشوب حرب في أواسط أو أواخر الصيف في نصف الكرة الشمالي قد لا يحول دون جني المحصول في الهند والصين وشمال

Digitized by UNOG Library

افريقيا والولايات المتحدة ولكن من المرجح أن يحول دون ذلك في كندا وأوروبا الغربية والاتحاد السوفياتي . وستطول فترة النمو اللازمة لنضج المحصول في نصف الكرة الجنوبي (استراليا ، أمريكا الجنوبية ، الجنوب الافريقي) .

٣ - الذرة

١٥١- سيكون محصول الذرة في كندا والولايات المتحدة وأوروبا والاتحاد السوفياتي والصين معرضا بشدة لنوبات باردة قصيرة يمكن أن تهلكه . وتُزرع الذرة قرب حدود احتمال النبات من حيث توفر احتياجاته من المياه ومن ثم فإنه يمكن أن يتأثر تأثرا بالغا بأي انخفاض في التهطال ، ولاسيما في وسط افريقيا وأمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية . وفي حالة نشوب حرب في الصيف في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ، سيطول موسم النمو اللازم لنضج المحصول في نصف الكرة الجنوبي (استراليا ، أمريكا الجنوبية ، الجنوب الافريقي) .

٤ - فول الصويا

١٥٢- سيهلك محصول فول الصويا في المناطق المعتدلة الشمالية بفعل درجات الحرارة الباردة وانخفاض مستويات الضوء في حالة نشوب حرب في الصيف . أما محصول فول الصويا المزروع في العُروض الأدنى في المنطقة المعتدلة فيمكن أن ينجو من آثار حرب تنشب في الشتاء ، شريطة توفر الأمطار الكافية .

٥ - الماشية

١٥٣- في حالة نشوب الحرب في الشتاء في المنطقة المعتدلة الشمالية ، لن تُكتب النجاة للحيوانات المأويّة بأعداد كثيفة بسبب تعطل التدفئة والتغذية والتهوية وغير ذلك من خدمات الدعم . وستعاني الحيوانات صغيرة السن من الإجهاد الناجم عن البرودة ، أما الحيوانات المجترة البالغة فستستطيع تحمل البرد ولكنها ستتعرض لنقص المياه والأعلاف . وسيكون مدى توفر الأغذية هو مصدر الإجهاد الرئيسي بالنسبة للماشية في المناطق المدارية . أما في نصف الكرة الجنوبي فإن معظم الماشية سينجو ولكنه سيكون معرضا لنقص الأعلاف . وقد يؤثر انخفاض مستويات الضوء على خصوبة الأغنام .

Digitized by UNOG Library

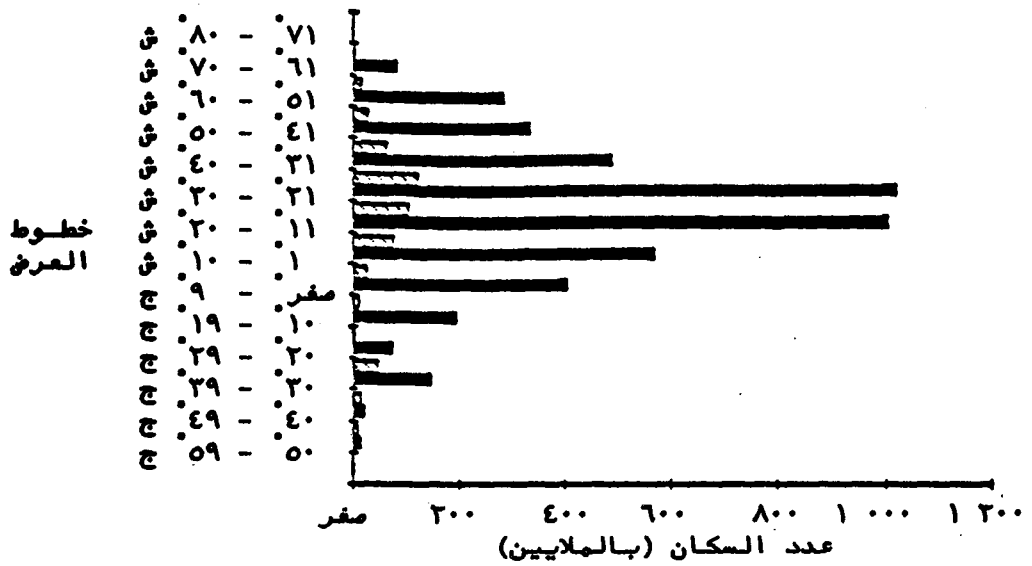
واو - الآثار المترتبة على الاضطراب المناخي ، حسب خط العرض

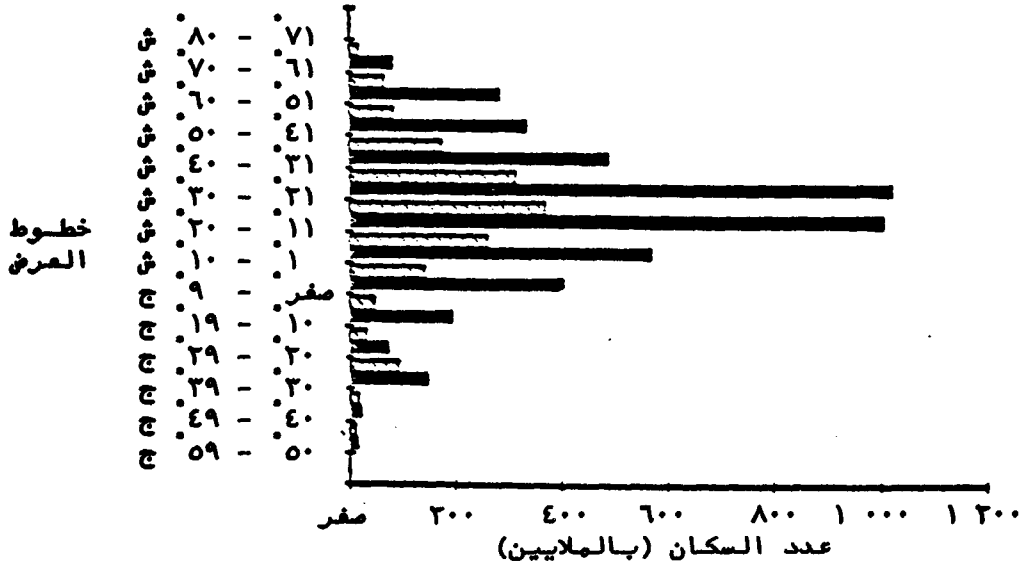
١٥٤- من الواضح أن مستوى الاضطراب المناخي الناجم عن الحرب النووية وما يرتبط به من آثار على انتاج الأغذية ، سوف تكون مختلفة في نصفي الكرة الأرضية وباختلاف خطوط العرض . وقد قام هارويل وهتشنسون (١٩٨٦) بإعداد موجز لهذه الآثار وهي مبينة في الشكل ٣ . الذي يتضح منه شدة تأثر جزء كبير من سكان العالم بفقد إمدادات الأغذية .

١٥٥- وقد دُرست العلاقة بين التغير الموسمي في المخزونات الغذائية وتوقيت التراشق النووي وتأثيره على المحاصيل الموجودة . وفي الحالة التي تكون فيها مستويات المخزونات الغذائية المتاحة في معظم مناطق العروض المختلفة منخفضة نسبيا ، فإن ذلك سيحد من القدرة على تحمل فقد المحاصيل الغذائية الراهنة . ويتضح هذا في الشكل ٣ بالمقارنة بين أعداد السكان الناجين إذا نشبت الحرب النووية والمخزونات الغذائية (أ) عند حدها الأدنى ؛ و (ب) عند مستوياتها الوسيطة .

Digitized by UNOG Library

الشكل ٣ - درجات تأثر الجماعات السكانية بفقد الأغذية





Digitized by UNOG Library

الشكل ٣ (تابع)

ملاحظة : الاعمدة المصمتة تبين أعداد السكان الحالية ، والاعمدة المخططة تبين أعداد الناجين منهم . والخريطة العليا تبين أثر فقد الانتاج الغذائي عندما تكون المخزونات عند حدها الادنى ، والخريطة السفلى تبين هذا الاثر عندما تكون المخزونات الغذائية عند مستواها الوسيط . وطريقة الحساب المستخدمة حساسة لافتراضات معينة من المرجح أنها تؤدي الى المبالغة في أعداد الناجين .

المصدر : هارويل وهتشينسون ، ١٩٨٦ ، الصفحة ٤٨٠ .

Digitized by UNOG Library

زاي - الآثار على الانتاج الزراعي

١٥٦ - خلص فريق "سكوب - إنيوار" الى أن من المحتمل أن يفقد الانتاج الغذائي في نصف الكرة الشمالي ، وفي جزء كبير من نصف الكرة الجنوبي ، لمدة قد تصل الى سنة واحدة بعد وقوع حرب نووية كبرى . وسينجم هذا عن دمار المحاصيل ، ومخازن الأغذية ، والأسمدة ، ومبيدات الآفات ، والوقود ؛ وانهيار شبكات التوزيع على الأصعدة المحلية والاقليمية والوطنية والدولية وتعطل النظام الاقتصادي والتجارة على الصعيد العالمي . وقد وردت الاشارة الى الأثر المناخي على الزراعة في نصف الكرة الشمالي حيث ستكون أكثر الدول انتاجية إما مشتركة في الحرب أو مضارة بالأثر المناخي للصراع .

١٥٧ - وفضلا عن الآثار المناخية ، فان الزراعة ستضار مضارة بالغة نتيجة لتعطل الهياكل الاساسية للمجتمعات . فسوف تحدث أعطال جسيمة في الدعم التكنولوجي وامدادات الطاقة ، وفي النقل (سواء فيما يتعلق بتوزيع الأغذية داخل البلدان أو بالاستيراد والتصدير) ، وفي النظام العام للتجارة العالمية ، التي تشكل الزراعة جزءا كبيرا منها .

١٥٨ - والزراعة الحديثة تتسم بحساسية الاحتياج للطاقة . وقد أدى استخدام أنواع الوقود الاحفوري ، سواء بوصفها مصدر دعم مباشر بالطاقة (مثل الوقود اللازم للمكنات العاملة ووحدات الري والنقل) أو بوصفها مصدر دعم غير مباشر (انتاج الأسمدة ومبيدات الآفات) الى زيادة الانتاج الزراعي بنسبة تتراوح بين ثلاثة وأربعة أمثال في البلدان المتقدمة النمو خلال فترة الـ ٤٥ عاما الماضية . أما في البلدان النامية فإن الانتاج الزراعي لم يزد إلاّ بنسبة الضعف خلال الفترة نفسها .

١٥٩ - ومن الواضح أن الاضرار التي ستلحق بحقول النفط ومعامل التكرير والصناعات البتروكيماوية ومرافق الموانئ سوف تؤثر على انتاج الطاقة ، بما يترتب على ذلك من آثار على النقل والري وصنع الأسمدة ومبيدات الآفات والتبريد . وستكون الزراعة التي تتطلب احتياجات مكثفة من الطاقة هي الأشد تضررا بأي انقطاع لامدادات الطاقة . أما الزراعة التي لا تتوقف على توفر امدادات كبيرة من الطاقة فإن المفترض أنها ستظل قائمة مع هبوط مستوى انتاجيتها .

Digitized by UNOG Library

١٦٠ - وثلث الانتاج العالمي من الاسمدة تستخدمه البلدان النامية وتستورده من البلدان المتقدمة النمو . والعلاقة خطية طردية في كثير من الحالات بين غلة المحاصيل والمدخلات من الاسمدة ، ومن ثم فإنها ستهبط إذا لم تتوفر تلك المدخلات . فالزراعة في الصين والهند على سبيل المثال تستخدم الاسمدة بصورة مكثفة ، وان كانت غير مفرطة في الاعتماد على الوقود الاحفوري المباشر ، كما أن الاسمدة تمثل أكثر من نصف امدادات الطاقة التي تستهلكها الزراعة في امريكا الوسطى .

١٦١ - وقد أكد فريق "سكوب -إنيوار" أن التحليل الذي قام به يستند في كثير من جوانبه الى افتراضات متفائلة . وخلص الفريق الى أن انتشار سوء التغذية والمجاعة على نطاق عالمي يمكن أن ينجم عن نشوب حرب نووية كبرى تؤدي الى تغيير المناخ . وفضلا عن ذلك ، فإنه حتى في حالة عدم حدوث أثر مناخي ، ستعاني الدول التي تعتمد على الواردات نقصا شديدا لأن الدول المتقدمة النمو الواقعة في نصف الكرة الشمالي هي أيضا البلدان المصدّرة الرئيسية للأغذية والاسمدة ومبيدات الآفات والتكنولوجيا الزراعية الى الدول النامية .

١٦٢ - ومعظم البلدان في افريقيا وأمريكا الجنوبية وآسيا لن تكون مستهدفة ، ولكنها ستكون شديدة التأثر بحدوث انهيار زراعي . بل إن سكان هذه الدول سيكونون معرضين للخطر بنفس الدرجة تقريبا كسكان الدول المتحاربة . وبالاضافة الى من سيلقون مصرعهم مباشرة في العمليات الحربية ، يمكن أن يهلك عدد من البشر يتراوح بين بليون واحد وأربعة بلايين (١ ٠٠٠ - ٤ ٠٠٠ مليون) شخص بفعل المجاعة في المرحلة المستديمة التالية للحرب .

رابعا - الصحة والآثار الاجتماعية - الاقتصادية

ألف - مقدمة

١٦٣ - إن الآثار المباشرة للهجوم النووي كما لوحظت في هيروشيما وناغازاكي حدثت على نطاق أصغر من أن يقارن بأي شيء يرجح حدوثه في أي تراشق نووي حديث . وفي الحالة الأخيرة ، ستنجم هذه الآثار عن الموجتين السفعية والحرارية ، وعن الاشعاع الأولي (أي الاشعة المؤينة المنبعثة خلال الدقيقة التالية للانفجار) ، فضلا عن السقط النووي في الأجل الأطول . وقد ورد استعراض لهذه الآثار وصدر مؤخرا موجز لها في تقارير لمنظمة الصحة العالمية ومعهد الطب بالولايات المتحدة (منظمة الصحة

Digitized by UNOG Library

العالمية ، ١٩٨٤ ، ١٩٨٧ ؛ معهد الطب ، ١٩٨٦) ، اللذين يمكن للقارئ الرجوع اليهما للاطلاع على مزيد من التفاصيل .

١٦٤ - وفضلا عن الوفيات والاصابات والاضرار التي ستحدثها الحرب النووية على الفور في المناطق المستهدفة ، فإنها يمكن أن تؤدي أيضا الى إحداث شذوذ مناخي عالمي تنجم عنه عواقب وخيمة على النظم الايكولوجية الطبيعية وعلى الزراعة . وستترتب على هذا آثار بعيدة المدى فيما يتعلق بالإمدادات الغذائية اللازمة للبشر . وسيتفاقم سوء التغذية والمجاعة الناجمين عن ذلك بفعل انقطاع الاتصالات وتعطل النقل واختلال النظم المالية والتجارة .

باء - السفع

١٦٥ - ينصرف قدر كبير من الطاقة الكلية المنبعثة من الانفجار النووي الى توليد موجة سفعية . ويحدث هذا بسبب تصاعد الضغط في المادة المتبخرة من القنبلة ، مما ينشئ موجة صدمية تنتقل مقدمتها خلال الهواء بسرعة تفوق سرعة الصوت . ومع انتشار الموجة ، تظل شدتها تتناقص الى أن تتبدد ، بعد أن تكون قد قطعت مسافات قد تصل الى عشرات الكيلومترات أو أكثر في حالة الانفجارات التي تقدر قيمتها بملايين الاطنان .

١٦٦ - ويسبب السفع إصابات مباشرة بفعل الزيادة المفاجئة في ضغط الهواء ، والإطاحة القذفية بالاجساد ، وتمزيق الجهاز التنفسي وخرق طبلة الاذن . وتحدث الإصابات أيضا من جراء انهيار المباني والهياكل والاصطدام بالمقذوفات .

جيم - الحرارة

١٦٧ - تبدأ الموجة الحرارية في لحظة الانفجار ، قبل أن تبدأ موجة الضغط في التحرك ، وتستمر لعدة ثوان ، مسببة تبخير وتفحيم وصهر الاشياء الموجودة على مسافة تتوقف على قوة الانفجار والارتفاع الذي فجر عنده الجهاز . وتؤدي تلك الموجة الى إشعال حرائق قد تتلاحم فتصبح عواصف نارية هائلة ، وبخاصة إذا كانت البيئة داخل نطاق النبضة الحرارية تحتوي على كميات كبيرة من المواد القابلة للاحتراق بسهولة ، مثل معامل تكرير النفط ، أو مصانع الورق ، أو المنشآت الكيميائية .

Digitized by UNOG Library

١٦٨ - وستؤدي الغازات الساخنة المتصاعدة من النيران الى اجتذاب تيار من الهواء من المناطق المحيطة ، مما يؤدي الى إثارة رياح عاتية يمكن أن تحمي النيران فتحيلها سعيرا ضاريا . وسيهلك الناس بفعل الحرارة أو نقص الاوكسيجين أو استنشاق أول أكسيد الكربون وغيره من المواد السمية .

١٦٩ - وفي حالة انفجار قنبلة قوتها ميغاطن واحد على ارتفاع ١,٥ من الكيلومترات ، لن ينجو أحد تقريبا في حدود مساحة تقارب ٣٥٠ كيلومترا مربعا بعد التعرض للموجة الحرارية . وخارج هذه المنطقة ، سيصاب الكثيرون بحروق مختلفة من حيث شدتها ومداها . وتتوقف طبيعة اصابات هؤلاء على موقع الضحية بالنسبة للانفجار وكذلك على الحماية التي توفرها الهياكل والتضاريس الارضية . وسيزيد عدد ضحايا الحريق عن عدد الضحايا بسبب الموجة السفعية بنسبة تتراوح من ثلاثة الى أربعة أمثال . وستنجم عن الحرائق الثانوية التي ستشعلها الموجة الحرارية اصابات أخرى بفعل الحريق والسفع واستنشاق المواد السمية والاختناق .

دال - الاشعاع

١ - الاشعاع الاولي

١٧٠ - يكون الانفجار النووي مصحوبا بانبعاث مفاجئ للاشعة مما يكون له آثار خطيرة على من يتعرضون له من الأفراد . وتتوقف طبيعة الضرر وشدته على مقدار جرعة الاشعاع (كمية الطاقة التي تفقدها الاشعة خلال تخللها للانسجة البشرية) ومعدل الجرعة (الجرعة لكل وحدة زمنية) . وعلى سبيل المثال ، يمكن تحديد خمسة أنواع من الآثار للاشعاع الواصل خلال فترة قصيرة من الزمن :

(أ) مرحلة أولية تظهر فيها الاعراض الاولى وتبدأ في خلال دقائق من التعرض وتشمل أعراضا معدية - معوية وأعراضا عصبية - عضلية . وتتكون الاولى من الغثيان ، والقيء ، والاسهال الشديد والجفاف وتتكون الثانية من التعب ، وفتور الشعور ، والكسل ، والحمى ، والصداع ، وهبوط ضغط الدم متبوعا بصورة ناتجة عن انخفاض ضغط الدم . ويصل رد الفعل الى اقصاه في خلال ٣٠ دقيقة ثم يأخذ في الانخفاض حتى بداية متلازمة الاعراض العصبية أو المعدية - المعوية ، حسب الجرعة ؛

Digitized by UNOG Library

(ب) تصبح متلازمة الاعراض العصبية ظاهرة بعد جرعات تبلغ حوالي ١٠٠ غراى . والاعراض مماثلة لتلك التي تظهر في المرحلة الاولية ، التي يتبعها فترات عابرة من النشاط الحركي المنخفض أو الزائد تؤدي الى العجز التام ثم الوفاة خلال يومين ؛

(ج) تحدث متلازمة الاعراض المعدية - المعوية في حالة الجرعات البالغة ١٠ - ٥٠ غراي ويسببها فقد الخلايا المبطنة لجدار الامعاء وما ينتج عن ذلك من فقد سوائل الجسم . وتحدث الوفاة بعد ذلك بستة الى تسعة أيام ؛

(د) عندما تبلغ الجرعات غريات قليلة ، يكون تلف خلايا نخاع العظام هو الاثر السائد ويصحبه انخفاض في عدد الخلايا الليمفاوية وخلايا الدم المحببة وخلايا التجلط وتصل أعداد هذه الخلايا الى قيمها الدنيا بعد ٧ الى ٣٠ يوما حسب الجرعة . ويؤدي انخفاض عدد خلايا الدم البيضاء الى انخفاض الدفعات المناعية مما يسمح بحدوث مختلف اشكال العدوى وانخفاض القدرة على تجلط الدم مما قد يؤدي الى النزيف الداخلي . ولا يكون الموت محتما ، وكذلك تتاح اكبر فرصة للشفاء إذا بدئ على الفور علاج مكثف ، وهو أمر غير محتمل في أعقاب تراشق نووي رئيسي ؛

(هـ) واضافة الى هاتين المتلازمتين العامتين ، يمكن ملاحظة آثار خطيرة أيضا على العينين والجلد والغشاء المخاطي للفم ، والرئتين ، والغدد الجنسية في حالة تشعيع الجسم جزئيا أو كليا .

١٧١ - وهناك مؤشر لحساسية الانسان للاشعة المؤينة في الجرعة التي ينتج عنها في المتوسط معدل وفيات يبلغ ٥٠ في المائة خلال الـ ٦٠ يوما الاولى بعد التعرض . وهذه تسمى الجرعة المميتة لنسبة ٥٠ في المائة (ج م $_{٥٠}$) . وهذه القيم يصعب الحصول عليها بالنسبة للانسان لأن البيانات التي يحصل عليها من مجموعة أفراد مشععين ، مثل ضحايا هيروشيما وناغازاكي ، يجب أن تقترن بتقديرات للجرعات التي تعرض لها الضحايا ، وهذه الاخيرة مازالت غير مؤكدة . وما هو متاح من هذه التقديرات (تقوم لجنة الامم المتحدة العلمية المعنية بآثار الاشعاع الذري بالنظر في ٢٢ مجموعة من التقديرات ، بما في ذلك ضحايا القصف بالقنابل والحوادث والذين تعرضوا للاشعة لاسباب علاجية) يتأرجح حول قيمة لـ ج م $_{٥٠}$ تبلغ ٣ غراي كجرعة للجسم كله . ويشير أحد أحدث هذه التقديرات ، وهو للناجين بعد القصف بالقنبلة الذرية ، الى أن الجرعة المميتة المتوسطة بعد ٦٠ يوما قد تقل عن ذلك كثيرا . ويحدد تقرير منظمة الصحة العالمية

Digitized by UNOG Library

(١٩٨٧) التقدير ب ١,٥ غراى وتحدده أحدث دراسة استعراضية لـ "سكوب - انيـــوار" (موسكو ، آذار/مارس ١٩٨٨) ب ٣,٤ غراى . واذا كانت حساسية الانسان للاشعاع المؤيِّـــن أكبر مما كان يظن سابقا ، فهذا معناه أن الخسائر البشرية لابد أن تكون أعلى ممـــا أشير اليه في التحليلات السابقة . ومن المتوقع أن توفر لجنة الامم المتحدة العلميـــة المعنية بآثار الاشعاع الذري تقديرات جديدة في وقت لاحق من عام ١٩٨٨ .

٢ - السقاطة المشعة المحلية

١٧٣ - إذا لامست الكرة النارية سطح الارض ، تختلط المادة المثارة في الهـــواء بالنواتج المشعة المنطلقة من التفاعلات النووية وتسقط سريعا في المنطقة المجـــاورة للانفجار . ولا تساهم النويدات المشعة القصيرة الاجل المترسبة لدى تحليلها السريع في تعرض الافراد عن طريق الاشعاع النافذ بجرعات عالية فحسب ، بل أيضا عن طريق الاشعـــاع الذي قد يسبب ، رغم احتجازه بواسطة الجلد السليم ، حروقا جلدية اشعاعية شديـــدة وشاملة .

١٧٣ - ويجب التشديد على أنه ، كما هو الحال بالنسبة الى النتائج الاخرى للحـــرب النووية ، من الصعب تعيين تقديرات كمية واقعية للآثار الحادة ، لانها حساسة بدرجـــة عالية للفروض المتعلقـــة بطبيعـــة التراشـــق (عـــدد الانفجـــارات ، وقوتها، ونسبـــة الانشطار/الاندماج ، الارتفاع الذي يحدث عنده التفجير ؛ طبيعة الاهداف وموقعهـــا بالنسبة الى المراكز الآهلة بالسكان - وبخاصة الصناعية منها ، الظروف الجويـــة ، فعالية تدابير الدفاع المدني الخ) .

٣ -السقاطة المشعة المتوسطة والشاملة

١٧٤ - خارج منطقة الدمار نفسها ، يتعرض الافراد للاشعاع من السقاطة المتوسطـــة والشاملة الناتجة عن حقن الحطام النووي في الغلاف الجوي . ويؤدي هذا التعرض الـــى وجود جرعات منخفضة لفترة طويلة من الزمن . وتترسب المادة المحقونة في طبقـــة التروبوسفير في خلال اسابيع ، وذلك ، الى حد كبير ، داخل المناطق التي يحدث عندهـــا الهجوم . ويتلقى الجسم جرعة اشعاعية من مصادر أشعة تماما على الارض وفي الهـــواء ، فضلا عن جرعة اشعاع داخلي من النويدات المشعة ، مثل اليود - ١٣١ والسيزيـــوم - ١٣٧ ، وهذه تتراكم بسرعة عن طريق السلسلة الغذائية وتؤخذ ضمن الغذاء الملوث . وقد يتلقى الجسم أيضا جرعة خارجية من جسيمات السقاطة المترسبة على الجلد المعرض . وهذا قـــد يؤدي الى حروق خطيرة يسببها اشعاع بيتا .

Digitized by UNOG Library

١٧٥ - ويحقن معظم الحطام في طبقة الاستراتوسفير ، حيث يسقط خلال فترة سنوات . وهذا من شأنه أن يساهم في تعرض الانسان ، بمعدلات منخفضة جدا ، عن طريق تحلل نواتج الانشطار ذات العمر الطويل . وهذه تشمل السيزيوم - ١٣٧ (عمر النصف ٣٠ سنة) ، الذي تؤدي نواتج تحلله الى التشعيع الخارجي والداخل للجسم بكامله ، والاسترونتيوم - ٩٠ (عمر النصف ٢٩ سنة) الذي يترسب ، بعد امتصاصه عن طريق الحبوب ومنتجات الالبان ، في العظام حيث يشعع الخلايا المكونة للعظام والخلايا المكونة للدم . ويسبب الكربون - ١٤ الذي يتكون في الانفجارات النووية أيضا جرعات كبيرة للأفراد الموجودين خارج نطاق التدمير ، ولكن بمعدل أقل مما سبق وعلى فترات أطول كثيرا بسبب قيمة عمر النصف له التي تبلغ ٥ ٧٣٠ سنة .

١٧٦ - وإذا كانت محطات توليد الكهرباء النووية ، ومرافق إعادة التجهيز ومواقع تخزين النفايات من الأهداف فسيؤدي ذلك الى انطلاق مواد مشعة أخرى أغلبها ذات عمر طويل ، مما يزيد بدرجة كبيرة تعرض الأفراد لمدة طويلة وعلى مسافات كبيرة . ومع ذلك ، فانتشار هذه المواد لا يمكن التنبؤ به ، كما أوضحت حادثة تشيرنوبيل ، وتنشأ في هذه الحالة على الصعيد المحلي "بؤر حامية" كبيرة ، تزيد فيها مستويات الاشعاع ، وتكون غير صالحة للسكنى لسنوات كثيرة .

هاء - الآثار المباشرة الشاملة

١٧٧ - استعرض تقرير منظمة الصحة العالمية (١٩٨٧) عددا من سيناريوهات الحرب النووية . ويفترض أحد السيناريوهات أن هجوما يقع على ضواحي لندن يستخدم فيه ما يتراوح بين ١ و ١٠ ميغاطنات من شأنه أن يقتل ما بين ١١ و ٩٠ في المائة من السكان . ويصور سيناريو آخر تراشقا نوويا يقع بين الاتحاد السوفياتي والولايات المتحدة يستخدم فيه نحو ١ ٠٠٠ ميغاطن على كل جانب . وفي هذه الحالة ستبلغ الوفيات ما بين ١٠ و ٣٠ مليونا في الولايات المتحدة وما بين ٢٠ و ٣٠ مليونا في الاتحاد السوفياتي . ويصور سيناريو ثالث حربا نووية محدودة في أوروبا الكثيفة السكان ، تتضمن تفجير ما يزيد عن ٦٠٠ قنبلة تبلغ قوتها الاجمالية نحو ١٠٠ ميغاطن . وقد يقتل في هذه الحالة عدد يصل الى ٩٠ مليون نسمة . وفي كل حالة ، يكون عدد الاصابات الخطيرة بين الباقين على قيد الحياة مماثلا لعدد الوفيات .

١٧٨ - ولا يمكن تقدير الجرعات الناتجة من السقاطة المشعة المتوسطة والشاملة بدقة لأنها أيضا ، مثلها في ذلك مثل تقديرات جرعات الإشعاع الأولي ، حساسة لفروض كثيرة

Digitized by UNOG Library

بشأن سير الحرب ، والظروف البيئية التي تعقبها . وفي نصف الكرة الشمالي من المحتمل أن تقل الجرعات التراكمية في المتوسط عن ٠,٥ غراي يتلقاها الجسم على مدى سنوات (آلاف السنين في حالة المصدر النهائي الرئيسي ، الكربون - ١٤) ، وأن تقل عن ذلك كثيرا في نصف الكرة الجنوبي . وتظهر آثار الاشعاع الطويل الأجل كدالة للجرعة الكلية والفترة التي يتلقاها الجسم خلالها . وتشمل هذه الآثار زيادة احتمال الاصابة بالسرطان عن المعدلات العادية المتوقعة . وفي الوقت الحالي لا توجد شواهد قوية على استدامة التشوهات الوراثية في الأجيال المتعاقبة ، وإن كان هناك احتمال لأن يتغير هذا الاستنتاج مع تحسن طرق التشخيص السريرية والإحصائية .

١٧٩ - ونظرا لأنه من المتوقع أن يكون متوسط الجرعات ومعدل الوفيات الناتج منخفضين فمن الواضح أن القلق بخصوص أثر الإشعاع الطويل الأجل ستفوقه أهمية عدد الخسائر البشرية الناشئة مباشرة عن الهجوم النووي والناتجة بشكل غير مباشر عن اختلال امدادات الأغذية ونظم الخدمة الصحية .

واو - الرعاية الصحية للباقين على قيد الحياة

١٨٠ - سيكون إنقاذ الباقين على قيد الحياة وإغاثتهم ورعايتهم محل الاهتمام الفوري . وقد أرست تجربة الحرب وغيرها من الكوارث عددا من المبادئ الأساسية للرعاية الصحية وهي : الانتقاء والاخلاء وعلاج الطوارئ المناسب .

١٨١ - وفي مرحلة الانتقاء يوضع الأفراد في ثلاث مجموعات : من تكون فرصتهم في البقاء على قيد الحياة ضعيفة أو معدومة ؛ من تكون فرصتهم في البقاء على قيد الحياة معقولة إذا عولجوا ، من يمكن تأجيل علاجهم ، ويحتاج الأمر الى التقييم السريع لأن التأخير معناه انتقال مزيد من الضحايا من فئة "من يكون بقاؤهم على قيد الحياة ممكنا" الى فئة "من يكون بقاؤهم على قيد الحياة غير محتمل أو مستحيلا" .

١٨٢ - وفي الحرب النووية الرئيسية ، يكون اخصائيو الرعاية الصحية الباقون على قيد الحياة غير قادرين على توفير العلاج أو حتى الاسعافات الأولية الكافية لابقاء المصابين على قيد الحياة . ويشكل دخول مناطق السقاطة المشعة أخطارا كبيرة . ويتعين في هذه الحالات رصد فرق الإنقاذ ، وإذا أمكن ، إزالة تلوث أفرادها كما يتعين تنظيم عملهم بالتناوب لمنع تعرضهم لإشعاع مفرط . وفي ظروف الفوضى السائدة تكون هذه التدابير صعبة جدا أو ربما مستحيلة .

Digitized by UNOG Library

١٨٣ - ويحتاج ضحايا الإشعاع الى مرافق متخصصة بدرجة كبيرة فعلى سبيل المثال ، حدث في فرنسا في عام ١٩٧٨ ، أن تلقى أربعة أشخاص تعرضوا دون قصد لجرعات عالية جدا من الإشعاع ، علاجا في ظروف معقمة ، وأجرى لكل منهم ٥٠ - ١٠٠ عملية نقل لخلايا الدم ، وأعطى جرعات كبيرة من المضادات الفطرية والحيوية . وقد عاش هؤلاء الاربعة وما كانوا ليعيشوا دون هذا العلاج . وفي حادثة شيرنوبل ، اعطيت رعاية مكثفة في المستشفيات لحوالي ٣٠٠ من المصابين واعطيت العناية الطبية السليمة لـ ٠٠٠ ١٣٥ شخص ممن تم اخلاؤهم وذلك بعد تعبئة موظفي ولوازم الخدمة الصحية من البلد بأسره . وحتى في حالة سيناريوهات الحرب النووية المحدودة التي يستخدم فيها ١ في المائة من الترسانات النووية الحالية ، سيكون هناك ملايين من الاصابات الخطرة . ولن تستطيع الخدمات الصحية الشاملة مجابهة هذه الحالة . وفي أعقاب الهجوم النووي ستكون عملية الانتقاء ، على أحسن الفروض ، لا قيمة لها كما ستكون أعمال الانقاذ غير كافية .

١٨٤ - وفي أعقاب الهجوم النووي ستظهر مشاكل صحية أخرى كثيرة . فسيكون نقص المياه شديدا ، كما أن المياه ستكون في معظم الحالات ملوثة بالإشعاع والكائنات الدقيقة الضارة . ويمكن أن يركز التهطال السقاطة المشعة مما ينتج عنه مستويات محلية عالية من الإشعاع . وقد تكون المياه العذبة غير مأمونة للشرب كما قد تكون الاغذية ملوثة . وفي تلك الحالات يؤدي الإشعاع الداخلي الناتج من استنشاق و/أو ابتلاع النظائر المشعة الى زيادة جرعة الإشعاع .

١٨٥ - والعدوى سبب رئيسي للوفاة بين ضحايا الحروق والإشعاع ويتغير نمط انتشار الأمراض تغيرا كبيرا في أعقاب الحرب النووية نتيجة لاختلال الاستجابة المناعية ، وسوء التغذية ، ونقص التصحاح ، وانتشار الحشرات والكائنات الحية الدقيقة وانهيار المراقبة الوبائية ومكافحة الأمراض .

١٨٦ - ويمكن الى حد ما قياس الحالة السيكولوجية للباقين على قيد الحياة ، من تجربتي هيروشيما وناغازاكي . فقد اشتملت كل من هاتين الهجمتين على قنبلة واحدة ، ولم يكن لدى السكان أي معرفة سابقة بالاسلحة النووية ، وأتت المساعدة من المناطق المجاورة غير المصابة . وفي حالة قيام حرب نووية رئيسية لا يمكن أن نتوقع إلا توفر قليل من المساعدة ، إن وجدت على الاطلاق ، كما أن الوعي الواسع النطاق بآثار الاسلحة النووية ، ولا سيما آثار الإشعاع الذي تسببه هذه الاسلحة سيؤثر بدرجة كبيرة في سلوك الباقين على قيد الحياة ويؤدي الى تناقص جهود الإنقاذ والإصلاح المنسقة .

Digitized by UNOG Library

١٨٧ - ويتوقع أن تؤدي آثار الموجات السفعية والحرارية ، والإشعاع ، والتسمم بأول اكسيد الكربون ، والمواد الكيمائية السامة المنبعثة من المنشآت الصناعية والمواد المحترقة (التوكسينات الحرارية) والكثير من العوامل الاخرى الى اضطرابات عصبية وسلوكية . وتفيد الخبرة المستمدة من الكوارث الطبيعية بأن أغلبية الباقين على قيد الحياة سيعانون من رد فعل يتمثل في إجهاد حاد ، وسيبقون في حالة من الانقباض والفزع والضعف الشديد حتى يشهدوا زوال سبب الكارثة .

زاي - الآثار على الناس والنظم الاجتماعية - الاقتصادية

١٨٨ - ستكون الآثار المباشرة في المناطق المستهدفة مأساوية ، من حيث كل من حياة البشر وتدمير الهياكل الأساسية الداعمة للحياة . ومن شأن انهيار اشبكات العالمية للتمويل والتجارة والاتصالات أن تؤدي الى تفاقم الآثار العالمية غير المباشرة على المناخ وما يترتب عليها بالتالي من آثار بالنسبة للانتاج الغذائي . وسواء فيما يتعلق بالمناطق المستهدفة أو غير المستهدفة البعيدة عن مسرح النزاع ، سيكون المشهد على الأرجح هو مشهد لسوء التغذية والمجاعة على نطاق واسع .

١٨٩ - ولأغراض هذا التقرير ، تحدد وظيفتان أساسيتان للنظم الاجتماعية - الاقتصادية : انتاج معني بتحويل الموارد الطبيعية وغيرها من الموارد الى سلع وخدمات تلبي احتياجات الإنسان الأساسية من غذاء وكساء ومأوى وصحة وأسباب الراحة الثقافية ؛ واستهلاك هذه السلع والخدمات ، وهو ما يتطلب توزيعها وتسويقها . وستتعرض الوظيفتان لاضطراب شديد في أعقاب الحرب النووية .

١٩٠ - ويعتبر الترابط العالمي للنظم الاجتماعية - الاقتصادية عنصرا رئيسيا عند النظر في أثر الحرب النووية . وتقع الدول الاقتصادية الرائدة في العالم ، التي توجد بها معظم مراكز صنع القرارات الاقتصادية والمراكز المالية والتجارية الهامة ، في المناطق التي ستتأثر بصورة مباشرة في أي حرب نووية كبرى . وسيكون الضرر الواقع على الاقتصاد العالمي بالغا ، منطويا على انهيار المؤسسات المالية ونظام المدفوعات القائم المتعدد الأطراف . فالمؤسسات المالية تعتمد على التجهيز الالكتروني للبيانات ومن الممكن أن تنجم آثار خطيرة عن فقدان البرامج والبيانات المخزنة مغنطيسيا ، فضلا على تدمير معدات الاتصالات .

Digitized by UNOG Library

١٩١ - ويعتمد الانتاج على حجم القوى العاملة التي تضطلع بتحويل الموارد الى سلع وخدمات اقتصادية ، وعلى انتاجية جهودها . ومن الواضح أن القوى العاملة سينخفض حجمها بدرجة كبيرة نتيجة للآثار المباشرة للحرب النووية . كما أن من شأن المجاعات التي ستصاحب الآثار غير المباشر الأطول أجلا أن يؤدي الى تفاقم نقص رصيد الأيدي العاملة .

١٩٢ - وستصاب القدرة الانتاجية بالشلل نتيجة للدمار الواسع النطاق الذي سيلحق بالهياكل الأساسية . فعلى سبيل المثال ، ستكون إمكانية الحصول على الموارد الطبيعية محدودة بسبب تعطل شبكات النقل . وستصاب الاتصالات بالعجز نتيجة للآثار المباشرة للسفع والحرائق ونتيجة للزيادة الهائلة في الاحمال الكهربائية الناجمة عن النبضة الكهرمغنطيسية المتولدة عن التفجيرات النووية العالية الارتفاع . كما أن من شأن النقص في المعدات والأجهزة وقطع الغيار والخدمات أن تترتب عليه بالمثل نتائج صناعية خطيرة .

١٩٣ - وتمثل الطاقة عنصرا أساسيا بالنسبة لجل جوانب أداء الاقتصاد المركب ، لا لمجرد المحافظة على إنتاجه الصناعي . ويتركز إنتاج الطاقة الكهربائية جغرافيا في معامل تكرير النفط ، وصهاريج التخزين ، ومحطات التوليد الحرارية ، والسدود الكهرمائية ، وهذه ستكون بالتالي معرضة للهجوم ، ويمكن في كثير من الحالات أن تتعطل أو تنخفض طاقتها انخفاضا شديدا بعدد قليل من الرؤوس النووية .

١٩٤ - واعتماد أية مؤسسات على الطاقة ، سواء كانت صناعة تحويلية أو جزءا من قطاع الخدمات ، هو مسألة أكثر من مجرد كونها دالة لاستهلاكها من الطاقة ، بل يعكس مجموعة معقدة من المقومات غير المباشرة للطاقة . فعلى سبيل المثال ، ينطوي انتاج النحاس الفلزي بوصفه مادة أولية لازمة للصناعات الكهربائية على استهلاك الطاقة خلال مراحل استكشاف الركاز وتعدينه ونقله ، وأثناء عمليات الصهر والتنقية وغيرها من العمليات المشابهة ، وتوزيع الناتج المنقى .

١٩٥ - كما تعتبر الزراعة الحديثة صناعة ، إذ تعتمد على الطاقة بصورة مباشرة أو غير مباشرة ، وكذلك على التكنولوجيا والقوى العاملة الماهرة والمواد الأولية ومدخلات أخرى كثيرة . ومن ثم ، فهي معرضة للتأثر بالاضطرابات التي تحدث للاقتصاد كما هي معرضة لآثار التغيرات المناخية التي قد تعقب نشوب نزاع نووي كبير . وكلما زادت كثافة الاستغلال الزراعي ، كان النظام أكثر عرضة للتأثر .

Digitized by UNOG Library

١٩٦ - وقد تنبأ تقرير "سكوب - إنيوار" من بين تقارير أخرى ، بحدوث حالات نقص في الأغذية ومجاعات في أعقاب نشوب حرب نووية كبرى ، وهو استنتاج تدعمه هذه الدراسة . ومن شأن تدمير وسائل النقل أن يجعل من العسير نقل اللوازم الغذائية من مواقع حصادها أو تخزينها الى السكان الجائعين . ففي البلدان الصناعية ، لم تعد الأغذية توفر محليا ، ولكن عن طريق شبكة من المؤسسات لا تتضمن أعمال الفلاحة وتربية الحيوانات وصيد الأسماك فحسب ، بل أيضا انتاج المعدات المزرعية ومبيدات الآفات والأسمدة والمنتجات النفطية والتقاوي التجارية . وهي تستخدم تقنيات معقدة لمناولة الأغذية ، مثل رافعات الحبوب والمجازر ومحطات التخزين البارد ومطاحن الدقيق ومصانع التعليب وغيرها من محطات التعبئة . كما تتضمن نقل الأغذية وتخزينها وتسويقها وتوزيعها عن طريق منافذ التوزيع بالجملة والقطاعي على السواء . وستكون النتيجة الحتمية المترتبة على نشوب حرب نووية كبرى هي انهيار هذه السلسلة الزراعية والتوزيعية المعقدة . ومن الناحية الاخرى من المرجح أن تعاني البلدان غير المتحاربة من حالات نقص مشابهة نتيجة لانقطاع الواردات من الأغذية ونتيجة للاضطرابات المناخية التي تؤثر على انتاجها الزراعي . ومن ثم فمن المرجح أن تعاني الدول غير المتحاربة بنفس الدرجة من الشدة تقريبا في هذا الصدد مثل البلدان المستهدفة بالفعل في الحرب النووية .

١٩٧ - ومن شأن الأضرار الحادثة للاقتصاد العالمي ، وتعطل نظم الاتصال وتجهيز البيانات ، ولا سيما نتيجة للنبضة الكهرمغنطيسية ، أن تعرقل عمل المؤسسات المالية على نحو خطير وسلامة نظام التبادل والتجارة الدوليين . كما أن من شأن هذا الاضطراب في العلاقات الاقتصادية الدولية والشبكة العالمية للنقل والاتصالات أن تكون له أصداء على التوزيع والاستهلاك تتجاوز بكثير الدول المتحاربة المعنية . كما ستترتب بالتالي على عدم وجود الكثير من المنتجات المصنعة وغياب الأسواق للسلع والمواد التي تنتجها البلدان النامية ، آثار خطيرة بالنسبة لاقتصادات تلك البلدان . وكدليل عام ، فإن نسب واردات البلدان غير المستهدفة من البلدان التي يرجح أن تكون مستهدفة في تراشق نووي كبير هي كما يلي :

Digitized by UNOG Library

	النسبة المئوية
المواد الكيميائية	٨٣,٠
الأغذية	٧٤,٢
المنتجات الهندسية	٧٣,٢
معدات الاتصالات السلكية واللاسلكية	٧٥,٠
السيارات	٨٣,٠
السلع الاستهلاكية ، باستثناء المنسوجات	٨٨,٠
الوقود	٣٩,٠

المصدر : مجموعة غات ، ١٩٨٦ ، والحولية الاحصائية للأمم المتحدة ، ١٩٨٥ .

وعليه ، فإن الأثر له يقتصر على الآثار المادية للتراشق النووي ، بل لابد أن يشمل إلحاق أضرار بالغة بالدعائم الاقتصادية لكثير من الدول البعيدة جغرافيا عن منطقة النزاع .

حاء - العودة إلى الحالة الطبيعية ؟

١٩٨ - لا يمكن في ظل توقع مثل هذا الانهيار المجتمعي الواسع النطاق إعطاء تقديرات يمكن الوثوق بها فيما يتعلق بالامكانية العملية والجدول الزمني للعودة الى الحالة الطبيعية . فالآثار تتجاوز الاعتبارات الاقتصادية الى الاعتبارات المتعلقة بالنظام الاجتماعي ونسيج المجتمع ذاته . ومن المرجح أن تكون هناك عملية إعادة تشكيل أساسية قد تتفير بواسطتها الملاحيات المقررة فيما يتعلق بالسياسة المالية والنقدية وحقوق الملكية والسلامة المؤسسية وغيرها من عناصر الهيكل الاجتماعي ، بحيث لا يمكن التعرف عليها .

١٩٩ - وستعتمد مرحلة العودة الى الحالة الطبيعية على السرعة التي تتمكن بها المجتمعات الباقية والكيانات الوطنية من إعادة إقامة الروابط مثل الاتصالات والنقل والتجارة الدوليين ، واستحداث أو تنشيط مصادر بديلة للامدادات . ومن الواضح ، أن

Digitized by UNOG Library

معظم سكان العالم الباقيين على قيد الحياة سيعانون من الآثار المعاكسة لسنين طويلة وسيختزل المجتمع في حالات كثيرة الى أوضاع الاعتماد على الذات والكفاف .

٣٠٠ - وقد وقعت في الماضي تغيرات مناخية واضطرابات أخرى أثرت في قاعدة البقاء . واستطاعت بعض الانواع أن تبقى بينما لم تستطع أنواع أخرى . ويبدو أن المجتمعات البشرية مرنة الى حد ما وحتى عندما أدت أسوأ الكوارث الى محو ثقافات عاملة ، كان في مقدور بعض الباقين على قيد الحياة في كثير من الاحيان أن يهاجروا وأن يقيموا مجتمعات في أماكن أخرى .

٣٠١ - بيد انه لم تقع حتى الآن أية كارثة طبيعية للمجتمع البشري لها من الآثار المتضافرة والعالمية ما يمكن أن ينشأ عن حرب نووية كبرى كما يرد وصفه أعلاه . ففي جميع الكوارث السابقة ، كانت المساعدة تصل في نهاية الامر من خارج المنطقة المنكوبة وهو خيار لن يكون متاحا في إطار حرب نووية كبرى ، ومع ذلك ، ووفقا لما يمكن تقديره ، فإن الانتعاش الطويل الأجل من الحرب النووية الكبرى سيكون أمرا غير متيقن .

٣٠٢ - ورغم أن الآثار المترتبة على نشوب حرب نووية كبرى والتوقعات المتعلقة بالعودة الى الحالة الطبيعية بعد الحرب تتحدى الوصف التفصيلي ، فإن الشواهد العلمية الحالية توضح أن من شأن مثل هذا الصراع ان تنجم عنه نتائج مناخية واجتماعية - اقتصادية خطيرة لم يسبق لها مثيل ، حتى عند مقارنتها بأفظع ما عرف في التاريخ من كوارث طبيعية وصراعات . وإذا ما حدث انتعاش ، فإنه سيكون بطيئا وصعبا ، ومن غير المرجح للغاية أن يكون أي نظام اجتماعي جديد ينشأ مشابها للنظام السابق عليه أو يمثل تحسينا عليه .

٣٠٣ - وينبغي أن تستمر الدراسات العلمية والاجتماعية التي أدت الى هذا الوعي الجديد بالآثار المترتبة على وقوع حرب نووية كبرى . وينبغي أن يتم تنسيقها على النطاق الدولي وأن توضح نتائجها لمقرري السياسات في كل من المناطق المتحاربة وغير المتحاربة - حيث انه يبدو أن من الواضح أن أحدا لن ينجو من الآثار الرهيبة المترتبة على وقوع حرب نووية كبرى حتى إذا كان مسرح النزاع محدودا جغرافيا في جزء صغير من نصف الكرة الشمالي .

Digitized by UNOG Library

مسرد المصطلحات

التأقلم (Acclimation) — تكيف الكائن الحي مع ما يحدث في البيئة من تغير ، بعد أن يتعرض لتحول تدريجي في المتغيرات البيئية (فمثلا ، ربما تتمكن النباتات من البقاء عند هبوط متوسط درجة الحرارة إذا تأقلمت ولكنها لا تبقى إذا تعرضت لهذا الهبوط بصورة مفاجئة) .

الهباء (Aerosol) — حالة غروانية تتكون من جسيمات صلبة أو سائلة مُعلقة في وسط غازي . وكثيرا ما يستخدم هذا الاصطلاح للتعبير عما يوجد في الهواء من غبار أو دخان أو سناج حتى وإن كانت جسيمات هذه الأطوار أكبر من الحد الأدنى للجسيمات الغروانية .

الساعة البيولوجية (Biological clock) — آلية تتسبب في احداث السلوك أو النشاط الذي يحدث بصورة دورية أو على فترات منتظمة ويظهر في الكثير من النباتات والحيوانات (مثل انبات البذور ودورات الهجرة) .

الكتلة الاحيائية (Biomass) — وزن أو حجم المادة الحية الموجودة في وحدة مساحية معينة . ويعبر المصطلح في هذه الوثيقة عن المادة التي هي من أصل حيوي مباشر (حية كانت أو ميتة) والمتاحة للحرق عند سطح الأرض (ولا تشمل هذه المادة الوقود الأحفوري أو الأخشاب المستخدمة في المباني) .

المجتمع الحيوي (Biome) — مجتمع حيوي جغرافي مميز مستقر مقترن بمناخ معين وعوامل جغرافية خاصة ونظام هيدرولوجي خاص وما إلى ذلك (مثل الصحارى ، والأحراج المطيرة والتندرا وما إلى ذلك) .

الغلاف الحيوي (Biosphere) — تلك المنطقة من كوكب الأرض ، التي تشمل جزءا من الغلاف الأرضي والغلاف الجوي والغلاف المائي ، التي توجد بها الكائنات الحية .

Digitized by UNOG Library

المطر الأسود (Black rain)	مطر ملوث بدخان وجسيمات دقيقة شوهد في هيروشيما وناغازاكي ويقدم الدليل على الكسح المبكر للجسيمات الدقيقة الناتجة عن الحرائق النووية .
الموجة السفعية (Blast wave)	جبهة متحركة تتولد من هواء ذي ضغط مرتفع تنتج من التمدد السريع للغازات في أي انفجار وتؤدي إلى انضغاط الهواء المحيط بمكان الانفجار .
الأحراج الشمالية (Boreal forest)	غابات شمالية ، صنوبرية أساسا ، وإن كان بها بعض الأشجار من ذوات الخشب الصلب ، توجد جنوبي التيغه وشمالي خليط أحراج الرعي أو البراري أو السُهب .
أول اكسيد الكربون (Carbon monoxide)	أحد نواتج احتراق المواد الكربونية ، ويتكون جزيئه من ذرة واحدة من كل من الكربون والاكسجين . وهو سام للغاية وكان استنشاقه هو أحد الأسباب الشائعة التي أدت إلى موت ضحايا العواصف النارية التي أعقبت عمليات القصف أثناء الحرب العالمية الثانية .
السليولوز (Cellulose)	المكون الأساسي لجدران الخلايا النباتية ويمثل نحو ٣٠ في المائة من المادة النباتية .
(درجات) سلسيوس ((Celsius (degrees))	وحدات لدرجة الحرارة المئوية (وتختصر الى (درجات) م) .
الاحتراق (combustion)	تفاعل كيميائي سريع يحدث بين وقود وأكسجين (أكسدة) ويقترن بانطلاق حرارة .
الحَمْل (Convection)	تحركات تحدث داخل مادة مائعة أو غازية تؤدي إلى انتقالها وامتزاجها . وعادة ما يؤدي الحَمْل الذي يحدث في الغلاف الجوي إلى تحركات رأسية تنشأ عن فروق في الكثافة تنتج بدورها عن تغيرات في درجة الحرارة .

Digitized by UNOG Library

الهجوم المضاد للقوات (counterforce strike)	هجوم على أهداف عسكرية ، وهو يختلف عن الهجوم المضاد للمرافق الذي يُشن على أهداف غير عسكرية (مثل المراكز الاقتصادية أو الصناعية المهمة) .
جرعة (الاشعة) (Dose radiation)	كمية الاشعة المؤيِّنة التي تمتصها الانسجة الحية (انظر غراي) .
الغبار (Dust)	جسيمات معدنية ، تختلف عن الدخان والسناج اللذين يحتويان على كربون ولهما خواص ضوئية مختلفة .
النبضة الكهرمغنطيسية (Electromagneti pulsec)	نبضة كهرمغنطيسية عالية الطاقة من موجات لاسلكية طويلة . ويمكن للمجالات الشديدة المتولدة ، وخصوصا الناجمة عن التفجيرات النووية على ارتفاعات عالية ، أن تعطل الأجهزة الكهربائية والالكترونية في منطقة كبيرة .
النينيو (El Niño)	تيارات جنوبية دافئة تحدث بالقرب من ساحل اكوادور وبيرو وقد تتسبب في ظروف استثنائية في حدوث انزياح مؤقت لحزام المطر المداري وتغير في التيارات المائية الصاعدة في المحيط بما يكفي لتدمير السلاسل الغذائية ومصائد الأسماك البحرية .
إنيوار (ENUWAR)	مختصر يعني دراسة النتائج البيئية للحرب النووية التي تضطلع بها اللجنة العلمية المعنية بمشاكل البيئة (سكوب (SCOPE)) .
الكرة النارية (Fireball)	الكرة المتوهجة من الغازات الساخنة وجبهة الصدمة المصاحبة لها والمتكوّنة نتيجة للحرارة الشديدة المتولدة من الاشعة السينية الحرارية المنطلقة في الوحدات الزمنية القليلة الأولى التي تتكون كل منها من واحد من ألف من الثانية والتي تعقب أي تفجير نووي .

Digitized by UNOG Library

الوقود (Fuel)	يُعبر مصطلح الوقود في هذا النص عن أية مادة قابلة للاحتراق تشتعل اشتعالا مباشرا أو غير مباشر بتأثير الاسلحة النووية .
الحمل الوقودي (Fuel loading)	كثافة الوقود في المنطقة المستهدفة ، وتقاس عادة بوحدات الكيلوغرام لكل كيلو متر مربع .
نموذج الدوران العام (General circulation model)	محاكاة عددية ، أو نموذج ، يضطلع به عادة باستخدام حاسبة الكترونية قوية سعيا إلى وضع وصف شامل للدوران العام (بالنسبة لكوكب الارض) ، أي للتحركات التي تحدث في الغلاف الجوي فوق سطح الأرض .
الاثر الوراثي (Genetic effect)	تغير (ضار عادة) يحدث في المادة الوراثية التي تنتقل إلى المادة الوراثية للنسل .
غراي (Gray)	وحدة الجرعة الاشعاعية في النظام الدولي ، الغراي الواحد = ١٠٠ راد .
عمر النصف (Half-life)	الفترة الزمنية المميزة لكل نظير مشع والتي ينقص خلالها نشاطه إلى نصف معدله الاولي .
التقسية (النباتية) (Hardening botanical)	عملية فسيولوجية تتمكن بواسطتها بعض النباتات من تكوين مقاومة موسمية للانخفاض في درجة الحرارة والإضاءة .
السعة الحرارية (للمحيط) ((Heat capacity (ocean))	نسبة كمية الحرارة الممتصة بواسطة نظام ما ، أو المنطلقة منه ، إلى تغير معين في درجة الحرارة . ونظرا لارتفاع الحرارة النوعية للماء وضخامة حجم المحيطات فإن درجة حرارة المحيط لا تتغير إلا تغيرا بطيئا حتى وإن حدثت تغيرات شديدة قصيرة الاجل في ضوء الشمس الذي يصل إلى سطح كوكب الارض .

Digitized by UNOG Library

الهيدروكربون (Hydrocarbon)	حرفيا مركبات عضوية تحتوي على ايدروجين وإن كانت تستخدم في مواضع كثيرة من هذه الوثيقة كمرادف لانواع الوقود البتروكيميائي .
نفّار للماء (Hydrophopic)	صفة تستخدم لوصف أي مادة منخفضة الالفة للماء (طاردة للماء) ، مثل جسيمات الدخان المكونة من الكربون النقي .
الاشعة الاولية (Initial radiation)	أشعة النيوترونات وأشعة غاما المنبعثة أثناء فترة مصطلح على أن مدتها دقيقة واحدة تعقب تفجير أي سلاح نووي .
التشمس (Insolation)	الاشعة الشمسية الساقطة على سطح الارض .
الاشعة المؤيّنة (Ionizing radiation)	أشعة كهرمغنطيسية (جاما ، سينية) أو جسيمية (ألفا ، بيتا ، نيوترونية) تفصل الذرات المتعادلة إلى أزواج من الايونات أثناء مرورها خلال المادة .
الكيلوطن (Kiloton)	مقياس لقوة التفجير يعادل تقريبا قوة التفجير لالف طن من ثلاثي نيتريت التولوين .
الحرارة الكامنة (Latent heat)	الطاقة الحرارية المنطلقة من وحدة الكتلة أو الممتصة بواسطتها أثناء أي تغير طوري ، مثل كمية الحرارة اللازمة لتحويل الماء من سائل إلى غاز .
الجرعة المميتة (Lethal dose)	الجرعة ، من مادة سامة أو أشعة ، اللازمة لقتل الكائن الحي الذي يتعرض لها ، وغالبا ما تحدد كميا بالقيمة $ج م_{٥٠}$.
ج م (LD_{50})	الجرعة اللازمة لقتل ٥٠ في المائة من الكائنات المعرّضة لها .

Digitized by UNOG Library

العصر الجليدي الصغير (Little Ice Age)
الفترة التي بدأت قرب نهاية القرن السادس عشر وامتدت إلى القرن التاسع عشر والتي حدث خلالها تمدد لمثالج نصف الكرة الشمالي (ينظر إليها أحيانا على أنها تمثل عدة فترات منفصلة ، أو عصور جليدية صغيرة) .

التصاعد (Lofting)
حركة ارتفاع الجسيمات الكربونية السوداء (السناج والدخان) ، والكتلة الهوائية الحاوية لهذه الجسيمات ، عندما تسخن بفعل أشعة الشمس . وقد يؤدي التصاعد إلى وصول الجسيمات إلى ارتفاعات تزيد كثيرا عن الارتفاعات التي حُقنت عندها ابتداءً بواسطة التفجير النووي وما ينجم عنه من حرائق .

النضج (نبات) ((Maturation (plant)
بلوغ مرحلة النضج التي يحدث فيها التكاثر ويعقبه تكوّن البذور والثمار وما إلى ذلك .

الميغاطن (Megaton)
مقياس للقوة التفجيرية يكافئ تقريبا القوة التفجيرية لمليون طن من ثلاثي نيتريت التولوين .

الأيض (Metabolism)
مجمل العمليات الكيميائية الحيوية والفسيولوجية المتعلقة ببناء وهدم الأنسجة الحية ونواتجها .

نموذج (المحاكاة) ((Model (simulation)
تمثيل عددي لنظام معقد (مثل حل بواسطة الحاسبة الالكترونية لمجموعة المعادلات الرياضية التي تعبر بصورة كاملة تقريبا عن عناصر المناخ) .

أكاسيد النيتروجين (Nitrogen oxides)
مركبات (غازية عادة) تتكون من نيتروجين واكسجين ربما ينتج بعضها بكميات كبيرة في الكرة النارية النووية والتي قد يكون لها أثر ضار على طبقة الأوزون .

Digitized by UNOG Library

المحـــاكاة العدديـــة (Numerical simulation)	محاكاة عمليـة مـا عـن طريـق التقريـب باستخدام طـرق عددية .
العمق الضوئي (Optical depth)	مقياس لدرجة اعتام الغلاف الجوي .
التأكسد (Oxidation)	يستخدم مصطلح التأكسد في هذه الوثيقة للتعبير عن تفاعل أي مادة لتكوين مُركّب اكسجيني .
الأوزون (Ozone)	جزيء يتألف من ثلاث ذرات من الاكسجين ويتكون في طبقة الاستراتوسفير بتأثير أشعة الشمس . والأوزون مهم في المحافظة على بنية الغلاف الجوي وحركته وفي وقاية سطح الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة . وقد تتعرض طبقة الأوزون الاستراتوسفيري للضرر نتيجة الانبعاثات التي تصدر عن الحرائق النووية ، وخاصة أكاسيد النيتروجين .
التمثيـــل الضوئـــي (Photosynthesis)	التخليق الكيميائي الضوئي للسكاكر من ثاني اكسيد الكربون والماء بواسطة النباتات ذاتية الاغتذاء (التي تكون خضراء عادة) . وباستثناءات قليلة فقط فإن هذه العملية هي أساس جميع سلاسل الأغذية وتتوقف عليها الحياة بكافة صورها .
الأشعة الفعالة في عملية التمثيل الضوئي (Photosynthetically active radiation)	الجزء البرتقالي - الأحمر - الأزرق من الطيف الكهرومغنطيسي المرئي الأكثر فعالية في حفز التمثيل الضوئي .
الانتاج الأولي (Primary Production)	الانتاج الحيوي بواسطة النباتات التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي ، وهو أساس كل السلاسل الغذائية باستثناء عدد قليل منها .

Digitized by UNOG Library

الانحلال الحراري (Pyrolysis)	تفكك مركب كيميائي إلى مكوناته بتأثير الحرارة (دون أكسدة) .
التوكسينات الحرارية (Pyrotoxins)	مواد سامة تنبعث من الحرائق أو تتكون فيها .
نويده مشعة (Radio-nuclide)	نويده أو فصيلة ذرية مُشعّة .
الانعاكسية (الضوئية) ((Reflectance (optical))	قدرة سطح وسط ما على رد الاشعة الساقطة إلى الوسط الذي صدرت منه أصلا .
الاشعة المتخلفة (Residual radiation)	أشعة (أشعة جاما وجسيمات بيتا أساسا) تستمر فترة طويلة بعد أي تفجير نووي وتتكون في نواتج وحتات الانشطار التي تصبح نشطة اشعاعيا بتأثير التنشيط النيوتروني .
الاستطارة (الضوئية) ((Scattering (optical))	قدرة الجسيمات ، المعلقة في وسط ذي معامل انكسار مختلف ، على تشتيت الاشعة الساقطة كلها أو بعضها في جميع الاتجاهات دون تحويل للطاقة . وتساهم الاستطارة بالاقتران مع الامتصاص في توهين الاشعة بواسطة الجسيمات المُعلقة في الجو .
الحرارة المحسوسة (Sensible heat)	مرادف لمصطلح المحتوى الحراري ، وهي دالة ديناميكية حرارية لحالة نظام ما تعرّف بدلالة طاقته الداخلية وضغطه وحجمه . وانتقال الحرارة المحسوسة هو احدى الظواهر الجوية المهمة .
جبهة الصدمة (Shock front)	موجة ضغط تتحرك بعيدا عن الانفجار ، وتنجم عن الانضغاط الذي يحدث في وسط الانفجار (مثل الهواء أو الماء) نتيجة للتمدد السريع للانفجار .

Digitized by UNOG Library

الاشعة القصيرة الموجة (Shortwave radiation)

مصطلح يستخدم في علم الارصاد الجوية للتعبير عن الاشعة الشمسية الكهرمغنطيسية التي تقع في الجزء المرئي من الطيف والجزء القريب منه . وهو مصطلح تقريبي ، يُعرَّف فيه الطيف تعريفا يختلف باختلاف المدرسة العلمية ، حيث يُعبر عنه بالمنطقة ٠,٤ - ٠,١ ميكرومتر أو بالمنطقة ٠,٢٩ - ٤,٠ (القيمة عند ٠,٥) ميكرومتر .

معامل انبعاث الدخان (Smoke emission factor)

الكسر الوزني من الوقود الذي يتحول إلى سناج أو دخان أثناء الاحتراق . والقيمة ٥ في المائة تمثل متوسطا مرجحا لقيمة الكسر .

حقن الدخان (Smoke injection)

ادخال الدخان (أو الغبار والسناج) في الغلاف الجوي ، سواء تحت ظروف حقيقية في أعقاب الانفجار أو تحت ظرف محدد بواسطة نموذج محاكاة من صنع الحاسبة الالكترونية .

حمل الدخان (Smoke loading)

كمية الدخان الموجود في الغلاف الجوي لكل وحدة مساحة ، وتقاس عادة بوحدات الغرام لكل متر مربع .

الاشعة الشمسية (Solar radiation)

كامل الطيف الكهرمغنطيسي الذي تشعه الشمس .

الاستراتوسفير (Stratosphere)

تلك الطبقة من الغلاف الجوي الواقعة فوق الغلاف الجوي الادنى (التروبوسفير) وأسفل الميزوسفير ، أي أن ارتفاعها يبدأ من ١٠ - ٢٠ كيلومترا (حسب خط العرض) ويصل إلى ٢٠ - ٣٥ كيلومترا . وتتميز هذه الطبقة بالدوران المتواصل وبوجود طبقة الأوزون بها .

التضافر (Synergism)

تفاعل ظاهرتين معا بطريقة تجعل تأثيرهما المشترك أكبر كميا من مجموع تأثير كل منهما على حدة .

Digitized by UNOG Library

التيغة (Taiga)	أحراج مستنقعية مفتوحة مليئة بالاشنة وتعتبر مرحلة انتقالية بين الاحراج الشمالية والتندرا .
القصور الذاتي الحراري (للمحيط) (Thermal inertia (ocean))	تأخر استجابة المحيطات للتغيرات التي تحدث في درجة حرارة) الغلاف الجوي وسطح الارض بسبب ضخامة حجمها والسعة الحرارية العالية للماء .
الاشعة الحرارية (Thermal radiation)	الاشعة فوق البنفسجية والاشعة المرئية والاشعة تحت الحمراء المنبعثة من كرة نارية نووية . وتحدث الانفجارات التي تتم في الهواء على ارتفاع منخفض موجة أولية من الاشعة فوق البنفسجية تعقبها موجة ذات طاقة أقل من الاشعة المرئية والاشعة تحت الحمراء .
الطن (Ton)	يشير هذا المصطلح عادة إلى الطن الصغير ، ٠٠٠ ٢ رطل .
الطن المتري (Tonne)	٠٠٠ ١ كيلوغرام .
الانتقاء (Triage)	تعيين الاولويات في معالجة المرضى عندما تكون الموارد الموارد غير كافية لمعالجة جميع المرضى على الوجه الامثل .
ثلاثي نيتريت التولوين (Trinitrotoluene)	مادة تفجير شائعة (يرمز لها بالرمز TNT) .
التروبوبوز (Troposphere)	المنطقة التي تفصل بين التروبوسفير الادنى غير المستقر والاستراتوسفير المستقر نسبيا .

Digitized by UNOG Library

التروبوسفير (Troposphere)

الجزء الادنى من الغلاف الجوي الذي يبدأ من سطح الأرض ويصل إلى ارتفاع ١٠ - ٣٠ كيلومترا (حسب خط العرض) . ويتميز بانخفاض درجة الحرارة مع زيادة الارتفاع ، والحركة الراسية للرياح ووجود كميات كبيرة من بخار الماء ، وهو النطاق الذي تعمل فيه نظم الجو .

تتابي (TTAPS)

اسم مختصر مشتق من الاحرف الاولى لاسماء مؤلفي بحث مهم عن الآثار المناخية للتفجيرات النووية (انظر ، توركو وآخرون ، ١٩٨٣ (Turco et al., 1983) ، في شبت المراجع) .

التعكر (في علم الأرصاد الجوية) (Turbidity (meteorology))

وجود دخان وغبار ورهج في الغلاف الجوي الخالي من السحب مما يحد من الرؤية .

الاشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet radiation)

أشعة كهرمغنطيسية موجاتها أقصر من موجات الطيف المرئي وأطول من موجات الأشعة السينية (٤٠٠ - ١٠ نانومتر) وهي مسؤولة عن الكثير من التفاعلات الكيميائية الضوئية المهمة التي تحدث في الغلاف الجوي وبخاصة تكوين الأوزون الاستراتوسفيري . ويقسم نطاق الأشعة فوق البنفسجية إلى نطاقات فرعية ، أهمها من الناحية البيولوجية النطاق الفرعي باء (UV-B) (٣١٥ - ٢٨٠ نانومتر) .

الاشعة فوق البنفسجية النطاق الفرعي باء (UV, UV-B)

انظر الأشعة فوق البنفسجية .

Digitized by UNOG Library

قمح الشتاء (Winter wheat)	أحد المحاصيل الرئيسية في امريكا الشمالية وآسيا يبذر في الخريف لينبت في الربيع التالي .
القوة التفجيرية (للاسلحة النووية) (Yield (of nuclear weapon))	الطاقة التفجيرية ، ويعبر عنها عادة بوحدات تكافئ تقريبا الطاقة المنطلقة من كمية معينة (كيلوطن ، ميغاطن) من المادة المتفجرة التقليدية ، ثلاثي نيتريت التولوين .

Digitized by UNOG Library

ثبت المراجع

Abakoumova, G. M. et al. 1986. Influence of smoke haze on the transmittance of the solar radiation and natural illumination. Meteorologia i Hydrologia, No. 11, pp. 24-30. (In Russian.)

Aleksandrov, V. V. and G. M. Stenchikov. 1983. On the modelling of the climatic consequences of the nuclear war. Proceedings of Applied Mathematics, Moscow: Computing Centre of the USSR Academy of Sciences, 1983.

Aleksandrov, V. V. and G. M. Stenchikov. 1984. Concerning a computational experiment: modelling the climatic consequences of nuclear war. Zhurnal Vycheslitel'noy Matematiki i Matematicheskoy Fiziki (Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics), vol. 24, No. 1, pp. 140-144. (In Russian, English translation pp. 87-90.)

Andronova, A. V. and P. P. Anikin. 1986. Investigation of aerosol formation upon combustion of various materials and their optical properties. In Combustion of Heterogeneous and Gaseous Systems, pp. 124-127. Materials of the Eighth All-Union Symposium on Combustion and Explosion. Chemical Physics Institute of the USSR Academy of Sciences.

Birks, J. W. and S. L. Stephens. 1986. Possible toxic environments following a nuclear war. In The Medical Implications of Nuclear War, eds. Solomon, F. and R. Q. Marston, pp. 155-166, National Academy Press, Washington, D.C.: Institute of Medicine. 619 p.

Brinkman, A. W. and J. McGregor. 1983. Solar radiation in dense Saharan aerosol in Northern Nigeria. Quarterly Journal Royal Meteorological Society, vol. 109, pp. 831-897.

Budyko, M. I., G. S. Golitsyn and Yu. A. Izrael. 1986. Global Climatic Catastrophes, Leningrad: Hydromet, Publishing House. 160 p.

Bush, B. H. and R. D. Small. 1987. A note on the ignition of vegetation by nuclear weapons. Combustion Science and Technology, vol. 52, pp. 25-38.

Digitized by UNOG Library

Cotton, W. R. 1985. Atmospheric convection and nuclear winter. American Scientist, vol. 73, pp. 275-280.

Covey, C. 1987. Protracted climatic effects of massive smoke injection into the atmosphere. Nature, vol. 325, pp. 701-703.

Covey, C., S. H. Schneider and S. L. Thompson. 1984. Global atmospheric effects of massive smoke injections from a nuclear war: results from general circulation model simulations. Nature, vol. 308, pp. 21-25.

Crutzen, P. J. and J. W. Birks. 1982. The atmosphere after nuclear war: twilight at noon. Ambio, vol. 11, pp. 115-125. (Reprinted in The Aftermath: The Human and Ecological Consequences of Nuclear War, ed. Peterson, J., New York: Pantheon Books, 1983. 196 p.)

Crutzen, P., I. E. Galbally, and C. Brühl. 1984. Atmospheric effects from post-nuclear fires. Climatic Change, vol. 6, pp. 323-364.

Demchenko, C. F. and A. S. Ginsburg. 1986. Influence of radiation on the vertical development of a turbid atmospheric layer. Meteorology and Hydrology, No. 6, pp. 51-57.

Dotto, L. 1986. Planet Earth in Jeopardy. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons. 134 p.

Ehrlich, P. R., J. Harte, M. A. Harwell, P. H. Raven, C. Sagan, G. M. Woodwell, J. Berry, E. S. Ayensu, A. H. Ehrlich, T. Eisner, S. J. Gould, H. D. Grover, R. Herrera, H. A. Mooney, N. Myers, D. Pimentel and J. M. Teal. 1983. Long-term biological consequences of nuclear war. Science, vol. 222, pp. 1293-1300.

Ehrlich, P. R., C. Sagan, D. Kennedy and W. O. Roberts. 1984. The Cold and the Dark: The World After Nuclear War. New York: W. W. Norton & Company Inc. 229 p. (Also published in some countries as The Nuclear Winter: The World After Nuclear War, London: Sigwick and Jackson Limited, London. 227 p.)

Digitized by UNOG Library

Ganopolsky, A. N. and G. L. Stenchikov. 1987. Numerical modelling of a nuclear winter: cooling of ocean upper mixed layer and relaxation of climate. (Presented at the SCOPE-ENUWAR Workshop, Bangkok, February 1987.)

Ghan, S. J., M. C. MacCracken and J. J. Walton. 1987 a. The climatic response to large atmospheric smoke injections: sensitivity studies with a tropospheric general circulation model. Journal of Geophysical Research. (Submitted.)

Ghan, S. J., M. C. MacCracken and J. J. Walton. 1987 b. Chronic effects of large atmospheric smoke injections: interactions with the ocean mixed layer, sea ice, and ground hydrology. Paper presented at the Defense Nuclear Agency, Global Effects Program Technical Meeting, Santa Barbara, California, 7-9 April 1987.

Golitsyn, G. S. 1986 a. Climatic consequences of nuclear war. Paper presented at the ICSU Symposium on the Consequences of Nuclear War, Berne, 16 September 1986. Paris: ICSU Press.

Golitsyn, G. S. 1986 b. Nuclear winter: new developments from the USSR. Environment, vol. 28, pp. 5-44.

Golitsyn, G. S. and M. C. MacCracken. 1987. Atmospheric and climatic consequences of a major nuclear war: results of recent research. Geneva: World Meteorological Organization, WCP-142.

Golitsyn, G. S. and N. A. Phillips. 1986. Possible climatic consequences of a major nuclear war. Geneva: World Meteorological Organization, WCP-113.

Golitsyn, G. S. and A. Kh. Shukurov. 1987. Temperature effects of dust aerosols on the example of dust storms in Tadjikistan. Proceedings of the USSR Academy of Science, 1987.

Digitized by UNOG Library

Gostintsev, Yu. A. 1986. Generation, vertical distribution and climatic effects of soot from nuclear blasts. Paper presented at the Second All-Union Conference of Scientists for Peace and Nuclear War Prevention, Moscow, 27-29 May 1986.

Green, W., T. Cairns and J. Wright. 1987. New Zealand After Nuclear War. New Zealand Planning Council, Wellington, New Zealand. 166 p.

Harwell, M. A. 1984. Nuclear Winter: The Human and Environmental Consequences of Nuclear War. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: Springer Verlag. 179 p.

Harwell, M. A. and T. C. Hutchinson. 1986. Environmental Consequences of Nuclear War. Volume II. Ecological and Agricultural Effects, SCOPE 28, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons. 517 p.

Institute of Medicine. 1986. The Medical Implications of Nuclear War. Eds. Solomon, F. and R. Q. Marston, National Academy Press, Washington, D.C.: IOM. 619 p.

Izrael, Yu. A. 1984. Ecology and Control of the State of Environment. Leningrad: Hydromet, Publishing House. 560 p.

Kondratyev, K. Ya. and G. A. Nikolsky. 1986. Possible ecological consequences of nuclear war for atmosphere and climate. Review preprint, Moscow: Centre for International Projects. 48 p.

Kondratyev, K. Ya., O. B. Vasilyev, V. S. Grishechkin. 1971. Concerning the spectral distribution of the radiative flux of heat into the atmosphere. Doklady Acadi. Sci. USSR, vol. 198, pp. 322-327.

Malone, R. C., L. H. Auer, G. A. Glatzmaier, M. C. Wood. and O. B. Toon. 1986. Nuclear winter: three-dimensional simulations including interactive transport, scavenging and solar heating of smoke. Journal of Geophysical Research, vol. 91, pp. 1039-1053.

Malone, R. C. 1987. A comparison of Eulerian and Lagrangian methods for tracer transport in a GCM. Paper presented at the Defense Nuclear Agency Global Effects Technical Meeting, 7-9 April 1987, Santa Barbara, California.

Digitized by UNOG Library

Mulholland, G. 1986. Smoke emission. Paper presented at the Defense Nuclear Agency/National Bureau of Standards Workshop on Smoke Emission and Properties, 13-14 November 1986, Gaithersburg, Maryland.

National Research Council. 1975. Long-term Worldwide Effects of Multiple Nuclear Weapons Detonations. Washington, D.C.: National Academy Press. 213 p.

National Research Council. 1985. The Effects on the Atmosphere of a Major Nuclear Exchange. Washington, D.C.: National Academy Press. 193 p.

Patterson, E. M., C. K. McMahon and D. E. Ward. 1986. Absorption properties and graphitic carbon emission factors of forest fire. Geophysics Research Letters, vol. 13, pp. 129-132.

Penner, J. 1986. Uncertainties in the smoke source term for nuclear winter studies. Nature, vol. 324, pp. 222-226.

Peterson, J. Ed. 1983. The Aftermath: The Human and Ecological Consequences of Nuclear War. New York: Pantheon Books. 96 p.

Pittock, A. B. 1987. Nuclear Winter in Australia and New Zealand: Beyond Darkness. South Melbourne: The Macmillan Company of Australia Pty. Ltd. 264 p.

Pittock, A. B., T. P. Ackerman, P. J. Crutzen, M. C. MacCracken, C. S. Shapiro and R. P. Turco. 1986. Environmental Consequences of Nuclear War. Volume I. Physical and Atmospheric Effects, SCOPE 28, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons. 360 p.

Robock, A. 1984. Snow and ice feedbacks for prolonged effects of nuclear winter. Nature, vol. 310, pp. 667-670.

Robock, A. 1988. Cooling from 1987 forest fires. Paper presented at the DNA Global Effects Program Technical Meeting, 19-21 April 1988, Santa Barbara, California.

Digitized by UNOG Library

Royal Society of Canada. 1985. Nuclear Winter and Associated Effects: A Canadian Appraisal of the Environmental Impact of Nuclear War. Ottawa: Royal Society of Canada. 382 p.

Schneider, S. H. 1987. Climate modelling. Scientific American, May 1987, pp. 72-80.

Schneider, S. H. and R. Londer. 1984. The Co-evolution of Climate and Life, San Francisco: Sierra Club Books. 563 p.

Seshu, D. V., T. Woodhead, D. P. Garrity and L. R. Oldeman. 1987. Production and vulnerability of rice as affected by weather and climate. Paper distributed at the SCOPE-ENUWAR workshop, Geneva, 16-20 November 1987.

Small, R. D. and B. H. Bush. 1985. Smoke production from nuclear explosions in non-urban areas. Science, vol. 229, pp. 46-469.

Small, R. D., B. H. Bush and M. A. Dore. 1987. SCOPE Conference paper GE.02.87, Geneva, 1987.

Small, R. D., B. H. Bush and M. A. Dore. 1988. Initial smoke distribution for nuclear winter calculations. Aerosol Science and Technology (in press).

Small, R. D. and K. E. Heikes. 1988. Early cloud formation by large area fires. Journal of Applied Meteorology (in press).

Sokolik, I. N., T. A. Tarasova and E. M. Feigelson. 1986. Optical characteristics of the smoky atmosphere and radiative heating. Meteorologia i Hydrologia, No. 11, pp. 31-36. (In Russian.)

Stenchikov, G. L. and P. Carl. 1985. Climate consequences of nuclear war: sensitivity to large-scale inhomogeneities in the initial atmospheric pollution. Preprint, GDR Academy of Sciences. 90 p.

Stenchikov, G. L. 1986. Climatic consequences of nuclear war: numerical experiments with a hydrodynamical climate model. In Climatic and Biological Consequences of Nuclear War, Moscow: Nauka, pp. 66-99.

Digitized by UNOG Library

Stephens, S. L., J. G. Calvert and J. W. Birks. 1988. Ozone as a sink for atmospheric carbon aerosols: today and following nuclear war. Paper presented at the SCOPE-ENUWAR workshop in Moscow, 21-25 March 1988.

Svirezhev, Yu. M., G. A. Alexandrov, P. L. Arkhipov, A. D. Armand, N. V. Belotelov, E. A. Denisenko, S. V. Fesenko, V. F. Krapivin, D. O. Logofet, L. L. Ovsyannikov, S. B. Pak, V. P. Pasekov, N. F. Pisarenko, V. N. Razzevaikin, D. A. Sarancha, M. A. Semenov, D. A. Smidt, G. L. Stenchikov, A. M. Tarko, M. A. Vedjushkin, L. P. Vilikova, and A. A. Voinov. 1985. Ecological and Demographic Consequences of a Nuclear War. Moscow: Computing Centre, USSR Academy of Sciences. 282 p.

Thompson, S. L., V. Ramaswamy and C. Covey. 1987. Atmospheric effects of nuclear war aerosols in General Circulation Model simulations: influence of smoke optical properties. Journal of Geophysical Research, vol. 92, No. D9, pp. 10942-10960.

Tripoli, G. J. and S. W. Kang. 1987. A numerical simulation of the smoke plume generated by a hypothetical urban fire near San Jose, California. SCOPE-ENUWAR Paper BA.01.87.

Turco, R. P., O. B. Toon, T. P. Ackerman, J. B. Pollack and C. Sagan. 1983. Nuclear winter: global consequences of multiple nuclear explosions. Science, vol. 222, pp. 1283-1292.

United Nations. 1981. Comprehensive Study on Nuclear Weapons, New York: United Nations, Sales No. E.81.I.11.

United Nations. 1985. Climatic effects of nuclear war, including nuclear winter, a compilation. General Assembly document A/40/449 and Corr.1 and 2, New York: United Nations.

Velikhov, Ye. P. 1985. (Ed.) The Night After: Climatological and Biological Consequences of Nuclear War. Moscow: Mir, 1985.

Digitized by UNOG Library

Veltishchev, N. N., A. S. Ginsburg, and G. S. Golitsyn. 1987. Comparative analysis of mass "nuclear" and natural forest fires. (Submitted Isvestia Atmos. Oceanic Physics.)

Vupputuri, R. K. R. 1986. The effect of ozone photochemistry on atmospheric and surface temperature changes due to large atmospheric injections of smoke and NO_x by a large-scale nuclear war. Atmospheric Environment, vol. 20, pp. 665-680.

World Health Organization. 1984. Effects of Nuclear War on Health and Health Services. Geneva: WHO. 176 p.

World Health Organization. 1987. Effects of Nuclear War on Health and Health Services. Second edition, Geneva: WHO. 179 p.

Woodie, W. L., D. Remetch and R. D. Small. 1984. Battlefield Fires from Tactical Nuclear Weapons. Defense Nuclear Agency, Report DNA-TR-86-235, 15 November 1984.

Xu, Guo-chang, Ghenm, Min-lian and Wu, Guo-Xiant. 1979. On an extraordinarily heavy sandstorm on April 22nd in Gansu. Acta Meteorologia Sinica, vol. 37, pp. 27-35.

Zak, B. 1987. Plume characterization studies of hydrocarbon pool fires. Paper presented at the Defense Nuclear Agency Global Effects Program Meeting, 7-9 April 1987, Santa Barbara, California.

- - - - -

Digitized by UNOG Library