الفصل الأول

المعالم الحيوية للأرض

لستر ر. براون
وكريستوفر فلافن
ترجمة الدكتور عبد الرحمن شاهين

في إعداد هذا التقييم السنوي خلال كل عام من الأعوام الخمسة الماضية قمنا في النهاية بإجراء فحص فيزيائي للأرض لدارسة معالمها الحيوية. فكانت النتائج غير مطمْئنة: إذ إن الغابات القائمة على الأرض آخذة في التضاؤل، ومساحة الصحاري آخذة في الازدياد، وأتربة الأرض تعاني من التعرية والانجراف ـ كلُّ ذلك بمعدلات قياسية.

وفي كل عام تختفي آلاف الأنـواع من النباتات والحيوانات، حتى قبل أن تُعرف أسماؤها أو يتم تصنيفها. والغلاف الأوزوني في الأجواء العليا، والذي يقينا من الإشعاع فوق البنفسجي، آخذ في التلاشي. ودرجة حرارة الأرض ذاتها تميل إلى الارتفاع، مما يشكل خطراً لا أحد يعرف أبعاده على النظم الداعمة للحياة التي سيعتمد عليها البشر.

إن تقييم هذه الأخطار التي تهدد المستقبل يمكن أن يؤدي بسهولة إلى حالة من اللامبالاة أو اليأس، خاصة أن صانعي القرار ومخططي السياسات منشغلون كثيراً بالصراعات السياسية بين الشرق والغرب وبالقضايا الاقتصادية العالمية. ومع ذلك، فبمقدورنا أن نفعل شيئاً إزاء تدهور حالة هذا الكوكب الفيزيائية. وبعض الخطوات اللازمة لإعادة العافية والصحة للأرض ومن عليها بما في ذلك استغلال الطاقة بكفاءة عالية وإعادة التحريج والتوازن في النمو السكاني، سنستعرضها في الفصول التالية.

الـوقت لدينـا قصـير، إذْ يبدو أن تداعي بعض النظم الداعمة للحياة في تسارع. عندما أجرينا أول تقييم عام ١٩٨٣، دار بيننا جدل حول نقل تقرير يشير إلى أن مسحاً للغابات في ألمانيا الغربية قد بينَّ أن حوالي ٨٪ من الغابات في البلاد ظاهر عليها مؤشرات الضرر الناجم عن تلوث الهواء والأمطار الحاملة للأحماض. وقد بدا ذلك الإكتشاف، رغم أنه يدعو للقلق، وكأنه غير جدير بأن يكون سبباً هاماً لخلق الفزع على نطاق عالمي. واليوم، تجد أن أكثر من نصف الغابات في ألمانيا الغربية قد ألمّ بها الأذى الناتج دون شك عن ملوثات الهواء. وتوضح أحدث المعلومـات الواردة في السجلات الاحصائية المتعلقة بأوروبا، ـ باستثناء الاتحاد السـوفييتي ـ، أن هنـاك حوالي ٣١ مليون هيكتار من الغابات المتضررة، وهي مساحة تعادل في مجموعها مساحة ألمانيا الغربية[١].

قبـل أربعـة أعوام، كان ما يسمى بتأثير البيوت الزجاجية نظراً لإصدارها كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتركز في طبقات الجو، كان فرضية مقبولة على نطاق واسع، غير أن تسخيناً فعلياً للأرض بدا أمراً بعيداً. ومنذ ذلك الحين، تشير الأدلة الجديدة إلى أن عملية تسخين الأرض قد بدأت بالفعل كما توقعها العلماء منذ فترة طويلة. وعلى مدى السنوات القليلة الماضية، توصل العلماء إلى حقيقـة مفادها أن إصدار غازات عديدة، بما فيها الغازات المنبعثة من مواد الفلوروهيدرو كربونات والاكسيد النيتري (الغاز المضحك) وغاز الميثان، يساهم في عملية التسخين[٢].

وقبل أربعة أعوام أيضاً، كان يُنظر إلى نضوب طبقة الأوزون بسبب إنتاج مواد الفلوروهيدرو كربونات على أنه خطر بعيد، خطر قد لا يتحقق إلاَّ في وقت متأخِّر من القرن القادم، وقد لا يتحقق أبداً. ومنذ ذلك الحين، ظهرت اكتشافات جديدة محيرةٌ أدّت إلى مزيد من الاهتمام بهذه القضية الملحَّة، فالاستنفاذ الشديد للأوزون كما اكتشف العلماء، يحصل فعلاً فوق منطقة القطب الشمالي في شهر أيلول من كل عام، وقـد ازداد الأمـر سوءاً منـذ عام ١٩٧٩م. وبحلول عام ١٩٨٧م، أصبح ما كان معروفاً بفتحة الأوزون ضعفي الحجم القاري للولايات

المتحدة الأميركية. ومع أن تلك الفتحة متأثرة بسلسلة من التفاعلات الكيماوية التي لم يدرك الإنسان طبيعتها جيداً بعد، إلاَّ أنها يمكن أن تنذر بنضوب سريع ومفاجىء للأوزون على نطاق كوني، وتؤدي إلى انخفاض في إنتاج المحاصيل ومـزيد من حالات سرطان الجلد، وبعض أمراض العيون، كما زادت كمية الإشعاع فوق البنفسجي التي تصل إلى الأرض[٣].

إن جميع النشاطات البشرية تؤثر على الحالة الفيزيائية للأرض، ولكن هناك نشـاطـين مهمـين على نحو متفاوت، وهما: استخدام الطاقة والنمو السكاني. فالاعتماد الكبير على أنواع الوقود المستخرج من الأرض أدّى إلى تزايد كمية ثاني أكسيد الكـربـون في الجـو والذي يهدد بتسخين الأرض. والملوثات الناجمة عن احتراق الوقود المستخرج من الأرض أدت كذلك إلى تحميض البحيرات والغابات والقضاء عليها. كما أن التقدم الذي طرأ في مجال الصحة البشرية أدى إلى نمو سكـاني لم يسبق له مثيل في العديد من بلدان العالم، الأمر الذي يربك النظم المحلية الداعمة للحياة.

ومع أن الجهود المبذولة لمواجهة هذه الأخطار تسير ببطء شديد بالنسبة للعالم أجمع، إلا أن بعض الخطوات الهامة قد اتخذت على صعيد قومي. وبإقدام الصين على تخفيض كبير في مُعدّل الولادة لديها، يعيش نصف سكان العالم الآن تقريباً في بلدان أصبحت الخصوبة فيها إما أقل من مستوى الإحلال أو اقتربت من ذلك المستوى. وقد ساعدت النجاحات التي حققتها كفاية الطاقة في البلدان الصناعية الغربية وفي اليابان على بطء نضوب الاحتياطي المتوفر من البترول في العالم، كما ساعدت على تخفيض إصدارات الكربون المنبعثة من البيوت الزجاجية والحدّ من تأثيرها. وهناك أيضاً برنامج أميركي لخمس سنوات من أجل وقاية التربة، ومن خلالـه قد يصبح ممكناً تخفيض الانجراف الشديد الذي يلحق بأتربة الأراضي الزراعية في أمريكا إلى $\frac{4}{5}$ ما هو عليه. ويوجد بالطبع التزامات قوية أخرى تدعو إليها الحاجة الماسة في البلاد، نذكر منها تخفيض العجز وزراعة أشجار لإنشاء المزيد من الغابات[٤].

ومن الواضح أن مشاكل العالم الذي نعيش فيه، بما في ذلك استنفاذ الأوزون وحماية المناخ، لا يمكن حلها بدون القيام بعمل منسّق على الصعيد الدولي. وفي هذه المجالات، فإن أي جهود تبذل للتغيير من قِبل أي قطر على انفراد ستلقى إرباكاً إذا ما حازت على تعاون دولي. وقد تُرجم هذا الشعور بالمسؤولية على صعيد دولي إلى واقع ملموس بالتوقيع على اتفاقات دولية في مونتريال في أيلول عام ١٩٨٧م تنص على الحد من إنتاج مواد الفلوروهيدرو كربونات بهدف حماية طبقة الأوزون. وقد كانت هذه الاتفاقات، رغم كونها محدودة المجال، إنجازاً بارزاً، ويمكن أن تصبح نموذجاً يحتذى لاتفاقيات دولية في المستقبل(٥).

ومثال آخر للدلالة على التعاون الدولي المتجدد نشير إلى الموافقة الجماعية في مجلس الأمن في أيلول ١٩٨٧م على قرار يدعو لوقف القتال الدائر في الحرب بين إيران والعراق، وهو قرار مبني على اقتراح مفصل لإقامة السلام بين البلدين اشترك في إعداده كل من الولايات المتحدة الأميركية والاتحاد السوفييتي. وسواء نجحت الجهود في هذا الشأن أم لم تنجح، فإن الرغبة التي أبدتها القوتان العظميان في إعطاء مجلس الأمن الدور الفاعل لحفظ السلام، تعد بشيراً بزيادة فعالية أداة التعاون الدولي هذه، والتي طالما أهملت(٦).

إن هذه التطورات تبشر بعهد جديد، يتحول فيه الاهتمام من الصراعات الأيدولوجية بين الشرق والغرب إلى إعادة تأسيس أرض بمعالم ثابتة ومعافاة من الأضرار. وقد قطع العالم شوطاً بعيداً منذ منتصف السبعينات، حين كانت المشاكل والاهتمامات المتعلقة بالبيئة تعد مصدراً قلقاً للأثرياء فقط، ولكنها تعد اليوم مصدراً قلقاً للجميع ولا يقدر أحد على تجاهلها.

حالة الأرض الفيزيائية على مدار السنة:

يعد التشجير أحد أهم المؤشرات المرئية التي تدل على صحة وعافية الأرض، ذلك لأن الأشجار جزء لا يتجزأ من النظم الداعمة للحياة، وأكثرها حيوية. ففي الأراضي المنحدرة، يمكن أن يُؤدي اختفاء الأشجار إلى زيادة في سرعة المياه

الجارفة المتكونة من سقوط الأمطار، كما يمكن أن تزيد في انجراف التربة وتفسّخها، وتكون بذلك قد قلّلت من إنتاجية الأرض، وزادت من شدة الفيضانات المحلية. وعندما يفوق قطع الأشجار عملية إعادة زرعها، فإن إزالة الأحراج على هذا النحو يعمل على إنطلاق الكربون الذي يساعد على تكاثر ثاني أكسيد الكربون في الجو وتزايد الحرارة في جو الأرض (انظر الفصل الخامس).

وبالرغم من الخدمة الأساسية التي تسديها للأشجار بيئياً واقتصادياً، لا يتوفر لدينا معلومات وبيانات بشكل منتظم عن التغيرات التي تطرأ على الأراضي المشجرة. وقد نُشر أحدث تقويم للغابات الاستوائية في عام ١٩٨٢م من قِبل منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة المعروفة بـ (فاو)؛ وحتى هذا التقويم كان مبنياً إلى حد بعيد على تقديرات وتكهنات في غياب المعلومات الوافية وعدم توفر مسح شامل. ومع ذلك، فعندما اتجهت الهند إلى التصوير من خلال الأقمار الصناعية، اكتشف العلماء هناك أن تلاشي الغابات يجْري بسرعة أكثر ممّا كان يُقدّر له في السابق. ففي الفترة بين أعوام ١٩٧٢-١٩٧٥ وكذلك بينْ أعوام ١٩٨٠-١٩٨٢، فقدت البلاد ٩ ملايين هيكتار من الأراضي المشجرة، أي تقريباً ١,٣ مليون هيكتار سنوياً. وبهذا المعدّل، ستفقد الهند ما تبقّى لها، أي ٣١ مليون هيكتار من الغابات مع نهاية القرن(٧).

وتشير أفضل التقديرات المتعلقة بالغابات في ٧٦ قطراً استوائياً إلى أن ١١ مليون هيكتار من الغابات تختفي منها الأشجار كل سنة (انظر الجدول ١-١).

وتنظيف الأرض بإزالة الأشجار منها لأغراض الزراعة هو الداعي الرئيسي، ويتبع ذلك استخدام الأرض لأعمال التحطيب وجمع حطب الوقود، وفي أمريكا اللاتينية تحويل الأرض إلى مراعي للماشية(٨).

وبالإضافة إلى اختفاء الغابات في العالم الثالث، فإن الأراضي الحرجية، في الطرف الشمالي من البلدان الصناعية قد تعرضت للتعرية بسبب تلوث الهواء والأمطار الحاملة للأحماض. ومع بداية عام ١٩٨٦م ظهرت علامات التلف على

الجدول ١-١ : التغيرات في حالة الأرض الفيزيائية

المؤشر	القراءة
الغطاء الحرجي	غابات استوائية آخذة في الانحسار بمعدل ١١ مليون هيكتار سنوياً. ٣١ مليون هيكتار في الدول الصناعية أصابها الضرر بسبب تلوث الهواء والأمطار الحاملة للأحماض.
التربة السطحية للأراضي الزراعية	ما تقدر مساحته بـ ٢٦ بليون هيكتار من الأرض تُفقد سنوياً زيادة على تكوين التربة الجديدة.
المنطقة الصحراوية	حوالي ستة ملايين هيكتار من الصحراء الجديدة تتكون سنوياً بسبب سوء الإدارة المتعلقة بالأراضي.
البحيرات	آلاف البحيرات في البلدان الصناعية في الشمال في عداد الموت بيولوجياً وهناك آلاف أخرى في طريقها إلى نفس المصير.
المياه النقية	كمية المياه الجوفية تتناقص في أجزاء من إفريقيا والصين والهند وأميركا الشمالية في حين أن الطلب على المياه يزيد عن معدلات استخراجه من الطبقات الصخرية المائية.
تنوع الكائنات الحية	فناء بالجملة للكائنات الحية من النبات والحيوات يقدر الآن بحوالي بضعة آلاف كل سنة؛ ويمكن أن يختفي $\frac{1}{5}$ أنواع الكائنات الحية على مدار العشرين سنة القادمة.
نوعية المياه الجوفية	حوالي ٥٠ نوعاً من المبيدات (للذباب والطحالب والجرذان الخ) تعمل على تلويث

	المياه الجوفية في ٢٣ ولاية بأمريكا؛ وهناك حوالي ٢٥٠٠ موقع لتجمع الفضلات السامة تحتاج إلى تنظيف؛ مدى التلوث بالمواد السامة غير معروف على نطاق عالمي.
المناخ	يتوقع أن ترتفع درجة الحرارة الدنيا ما بين ١,٥-٤,٥ درجة مئوية من الآن حتى عام ٢٠٥٠م.
مستوى سطح البحر	ينتظر أن يرتفع منسوب المياه في البحر إلى ما بين ١,٤ متر (٤,٧ بوصة) و٢,٢ متر (٧,١ بوصة) مع حلول عام ٢١٠٠م.
طبقة الأوزون في الأجواء العليا	تنبىء الفتحة المتسعة الموجودة في غلاف الأوزون فوق منطقة القطب الشمالي ببدء عملية استنفاذ تدريجي للأوزون على نطاق كوني.

Source: Compiled by Worldwatch Institute from various sources

الأشجار في نصف الغابات التي تمتلكها هولندا وسويسرا وألمانيا الغربية. وكما ألمحنا سابقاً، فإن الغابات في أوروبا تتعرض الآن للضرر إلى حدٍّ ما. ومع زيادة الضغوطات الكيماوية، فإن هذا المورد أخذ يفقد الإنتاجية، ناهيك عن أن التغيرات في كيمياء التربة التي طرأت على بعض أنواع الأتربة جعلت إعادة زراعتها أمراً مستحيلاً[٩].

وإحدى نتائج تقليص المساحات المزروعة بالأشجار والتوسع في الزراعة سارعت في عملية التعرية التي لحقت بالأرض. وعلى مدى فترات طويلة من العهد الجيولوجي، فاق تكوين التربة عملية التعرية، مما أدى إلى تجمع طبقة غنية من

الأتربة على سطح الأرض يتراوح عمقها بين ٦-١٠ بوصات. وفي العصور الحديثة، بالمقابل نرى أن إزالة الأحراج، وتوفير أراضي أكثر مما يجب للرعي وانتشار الزراعة على الأراضي القابلة للتعرية والانجراف قد عكست الاتجاه الذي ساد زمناً طويلاً كما أسلفنا، وأدى ذلك إلى استنفاذ هذه الطبقة من الأرض والتي تساعد على ثبات الحياة ووقايتها.

وقد أُجري مسح عن تعرية التربة في الولايات المتحدة الأميركية، عام ١٩٨٢، وكان مبنيّاً على مليون من القراءات على الأقل، فأظهر أن المزارعين يفقدون سنوياً أكثر من بليوني طن من الأتربة السطحية زيادة على تكوين التربة الجديدة. وعلى نطاق عالمي، تقدر كمية الأتربة التي انجرفت بسبب الأمطار أو تبعثر من الأرض الزراعية كل سنة بمليوني طن. وعلى الرغم من الدور الأساسي للتربة السطحية، فإن عدداً قليلاً من البلدان يراقب بانتظام هذه الخسائر[١٠].

ونتيجة لاستمرار التعرية، تفقد الأرض تدريجياً قدرتها الطبيعية على الإنتاجية، مهدِّدة بذلك حياة أولئك الذين يعتمدون عليها. وفي دراسة كُلِّفت بها جمعية هندية لتطوير الأراضي غير الصالحة، تبينّ أن ٣٩٪ من الأراضي في الهند تتعرض الآن للتعرية. (انظر الجدول ١-٢). وفي خطاب إذاعي ألقاه رئيس الوزراء راجيف غاندي مخاطباً الأمة، صوّر فيه المأزق الذي تواجهه دول العالم الثالث حين قال: «لقد أدى الإمعان في تلاشي الأحراج إلى وضعنا وجهاً لوجه أمام أزمة بيئية واقتصادية كبرى. ولا بد من وقف هذا التيار». ثم قام غاندي بتشكيل هيئة وطنية لإصلاح الأرض الخراب تكون مهمتها تحويل خمسة ملايين هيكتار من الأرض المتضررة كل سنة إلى أرض تنتج أشجاراً لصناعة خشب الوقود ومزروعات لصناعة الأعلاف[١١].

ومن أصعب الأشياء قياس تلوث التربة والمياه. وبإنتاج مئات ملايين الأطنان من المواد الكيماوية كل عام، وحوالي ٧٠ ألف من الأصناف المختلفة التي تستخدم يومياً الآن، أصبح من المستحيل معرفة أماكنها بدقة ومراقبة آثارها على السكان والبيئة. وكثير من المواد الكيماوية المصنّعة سامّة للإنسان، ومع ذلك ملايين الناس

الجدول ١-٢ : الهند ومدى التآكل الذي لحق بأراضيها حوالي عام ١٩٨٠

نوع الأرض	المساحة (بملايين الهيكتارات)
أرض غير حرجية متآكلة	٩٤
أرض مالحة وقلوية	٧
أرض متآكلة بسبب الرياح	١٣
أرض متآكلة بسبب المياه	٧٤
أرض حرجية متآكلة	٣٥
المساحة الإجمالية للأرض المتآكلة	٢٢٣
مساحة الأرض في الهند	٣٢٩

Source: D.R. Bhumba and Arvind Khare, "Estimations of Wastelands in India," Society Promotion of Wastelands Development, New Delhi, undated.

معرّضون لها دون قصد من خلال استعمال المبيدات في الزراعة والتخلص من الفضلات الصناعية الكيماوية. (انظر الفصل السابع)[١٢].

ولا يمكن الفصل بين صحة السكان وصحة الكوكب الذي يعيشون عليه. فقد أدى التلوث الناجم عن المواد الصناعية الكيماوية في مجتمعات مثل love canal في الولايات المتحدة وsevesoفي إيطاليا، أدى إلى الرحيل عنها، مما خلق طبقة جديدة من اللاجئين نظراً للتلوث البيئي. وفي البرازيل، حيث تتجمع كميات هائلة من الفضلات الصناعية على الشاطىء الجنوبي، بلغ التلوث حداً يهدد الحياة؛ ومدينة cubatao الإيطالية يشار إليها محلياً «بوادي الموت»[١٣].

ففي أوروبا الشرقية يعاني الناس من وجود بعض أكبر تجمعات مركزة للفضلات الصناعية. وفي بولندا، حيث جعل التلوث الكيماوي $\frac{1}{4}$ التربة غير صالحة لإنتاج الغذاء وترك فقط حوالي ١٪ من المياه صالحة للشرب، انخفض معدل العمر المتوقع للرجال بين سن الأربعين وسن الستين إلى المستوى الذي كان

عليه عام ١٩٥٢ . ومن ثم يتوقع أن يصاب ١٣ مليون نسمة من سكان البلاد البالغ ٤٠ مليون بمرض واحد على الأقل نتيجة لتلوث البيئة، مثل أمراض الجهاز التنفسي، والسرطان، والأمراض التي تصيب الجلد، والآلام التي تنتج عن خلل يلحق بالجهاز العصبي الرئيسي. في بولندا، كما لاحظ العالم الفرنسي Jean pierre lasota «إن الدمار الناجم عن تلوث البيئة قد أصبح من ملامح الحياة اليومية»(١٤).

وقصص رُعب مماثلة تنقل إلينا عن ألمانيا الشرقية وتشيكوسلوفاكيا، واللتين صرفتا القليل من أجل الحد من التلوث، مثلها في ذلك مثل بولندا، كما أنهما تحولتا من الاعتماد على البترول إلى نوعية متدنية من الفحم الحجري. وفي شمال مدينة بوهيميا الصناعية في تشيكوسلوفاكيا، نجد أن حدوث إصابات بأمراض الجلد، وسرطان المعدة، والأمراض العقلية قد تضاعف على الأقل عما هو عليه في بقية البلاد. ومعدل العمر المتوقع في تلك المدينة بلغ ١٠ سنوات أقل مما هو عليه في أي مدينة أخرى في تشيكوسلوفاكيا(١٥).

وعلى صعيد عالمي، ما كاد يجف المداد الذي وقعت به اتفاقية مونتريال من أجل تخفيض استعمال مواد الفلوروهيدروكربونات حتى نقل إلينا فريق الباحثين أن هناك انخفاضاً جديداً آخر في الأوزون، درع الأرض الواقي، خلال فترة شهري الربيع القطبية الشمالية، أي أيلول وتشرين أول. وفي شهادة أمام الكونغرس عن اكتشافات هذا الفريق، عبرّ Peter E. Wilkniss، مدير البرامج القطبية في مؤسسة العلوم الوطنية، عن قلقه على صحة العلماء الذين يتخذون مركزاً لأبحاثهم في منطقة القطب الشمالي. وكان قادة الحملة قلقين بشكل خاص على ما قد يلحق عيونهم من أذى. وقال Wilkniss إن المؤسسة تبحث اكتشافات فريق الباحثين مع حكومتي الأرجنتين وتشيلي، حيث سيتأثر سكانهما بشكل مباشر بالإشعاع فوق البنفسجي المتزايد إذا ما أخذت فتحة الأوزون في الاتساع فوق منطقة القطب الشمالي(١٦).

كما أن شهوداً آخرين أمام الهيئة المختصة في الكونغرس تطرقوا إلى قضية استنفاذ الأوزون في أماكن أخرى. ومثال على ذلك ما ذكره

F. Sherwood Rowland ، العالم الكيميائي المختص بطبقات الجو في جامعة كاليفورنيا، والذي اعتقد منذ البداية خلال أوائل السبعينات بوجود علاقة بين مواد الفلوروهيدرو كربونات والأوزون. فقد أفاد Rowland أن محطات المراقبة في شمال داكوتا ومين، وسويسرا قد سجلت انخفاضاً في طبقة الأوزون في فصل الشتاء بلغت ٩٪. وكنتيجة لهذه الاكتشافات، يلح عدد من العلماء البارزين المختصين بطبقات الجو، مثل Rowland و Michael McElroy من جامعة هارفارد، يلحّون على ضرورة تخفيض أشدّ بكثير في صناعة مواد الفلوروهيدرو كربونات مما دعت إليه اتفاقيات مونتريال(١٧).

ومن المؤشرات الأساسية للأرض كمية ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى تنبعث من البيوت الزجاجية لتملأ الجو، والتي يمكن قياسها بشكل دقيق نوعاً ما. فمنذ عام ١٩٥٨م، سُجلت قياسات دقيقة تبين أن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو آخذ في الارتفاع كل عام. وهذه الزيادة، مصحوبة بزيادة في كميات الغازات الأخرى يمكن أن تعمل على تسخين الأرض بسرعة أكثر مما كان متوقعاً(١٨).

في حين أن الغابات تختفي، والأتربة تتآكل وتتفسخ، والأحماض تلوث البحيرات والأتربة، تجد نتيجة لذلك أن أنواعاً كثيراً من النباتات والحيوان تتناقص. هذا النقص في تنوع الكائنات على الأرض يمكن أن يكون له نتائج غير مرئية وبعيدة المدى. (انظر الفصل السادس). وهناك شيء واحد مؤكد، ألا وهو أنه بدون إعادة تنظيم الأولويات، فإن أطفالنا سيرثون كوكباً أقل عافية مما هو عليه الآن ومسلوب الحيوية من الناحية البيولوجية، كوكباً تنقصه المتعة الجمالية ولا تتوفر فيه الفرص الاقتصادية.

النمو السكاني وتآكل الأرض:

عندما شرع معدل النمو السكاني في العالم في الانخفاض ليصل نسبة عالية تقدر بحوالي ٢٪ عام ١٩٧٠م، عدَّ الكثيرون هذا مؤشراً سليما. ومنذ ذلك الوقت، بدأ معدل النمو في النزول تدريجياً بحيث بلغ ١,٧٪ كل عام خلال فترة الثمانينات. ولكن لسوء الحظ، فإن هذا الانخفاض لم يتحقق بالسرعة المطلوبة.

فبالمقابل، نجد أن الزيادة السنوية للمواليد بالنسبة للوفيات قد قفزت من ٧٤ مليون في عام ١٩٧٠م إلى ٨٣ مليون في عام ١٩٨٧م. وخلال التسعينات، ينتظر أن تزيد على ٩٠ مليون قبل أن تميل إلى الاعتدال مع مطلع القرن القادم (انظر الجدول ١-٣).

الجدول ١-٣: سكان العالم ١٩٥٠م-١٩٨٥م مع توقعات لغاية عام ٢٠٠٠

السنة	عدد السكان (بالملايين)	معدل نمو السكان سنوياً (بالمئة)	الزيادة السنوية بالملايين
١٩٥٠	٢,٥١٦	١,٦	٤٠
١٩٦٠	٣,٠١٩	١,٨	٥٤
١٩٧٠	٣,٦٩٣	٢,٠	٧٤
١٩٨٠	٤,٤٥٠	١,٨	٨٠
١٩٨٥	٤,٨٣٧	١,٧	٨٢
١٩٩٠	٥,٢٤٦	١,٦	٨٤
١٩٩٥	٥,٦٧٨	١,٦	٩١
٢٠٠٠	٦,١٢٢	١,٥	٩٢

Source: Derived from United Nations. World Population Prospects, **Estimations**, and Projections as issued in 1984 (New York: 1986)

ولما كانت الزيادة في سكان العالم قد فاقت ٩٠ مليون سنوياً، ولما كانت الزيادة في البلدان الصناعية قد اقتربت من الصفر، فإن الكثير من هذه الزيادة السنوية يتركز في دول العالم الثالث. وكنتيجة لهذه الزيادة السكانية العالية، نلاحظ أن العلاقة بين السكان والنظم الداعمة للحياة آخذة في التغير أيضاً بسرعة لم يسبق لها مثيل، وبأشكال لم نستوعبها جيداً.

وعندما تكون الزيادات السنوية في السكان مصحوبة بضغط هائل على النظم

المحلية الـداعمـة للحياة، تبرز بسرعة مشاكل تتعلق بنقص في الغذاء والعلف والـوقود. ويركز علماء الاقتصاد المهتمون بالتنمية على التغيرات في معدل النمو السكـاني، ولكن المؤشر الأكثر حيوية هو العلاقة بين حجم السكان والإنتاجية القادرة على الثبات من الغابات المحلية والمراعي والأراضي الزراعية. فإذا ما فاقت طلبات السكان المحليين في بلاد ما هذه الإنتاجية القادرة على الثبات، فإن النظم ستستمر في التدهور والانهيار حتى لو توقف نمو السكان

وفي أغلب الأحيان، نجـد أن طلبـات سكـان العـالم الثالث الآخذين في الازدياد بسرعة على الإنتاج القادر على الثبات من الغابات المحلية أولاً. وفي دراسة قامت بها منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (فاو) أنه في عام ١٩٨٠م كان حوالي ١,٢ بليون يسـدون حاجتهم من حطب الوقود بوسيلة واحدة، وهي قطع أخشاب الأشجار بسرعة أكثر مما تستطيع الطبيعة تعويضه. والنتيجة الواضحة لهذا التوجه هو تلاشي الأحراج[١٩].

ويتم إشبـاع الطلب حالياً على حطب الوقود من خلال التضحية بالعرض الأطول أمداً. وفي الوقت الذي تتضاءل فيه الغابات المجاورة وتتلاشى، وتذهب النساء والأطفال بعيداً ويعملون بجدٍّ أكثر لاستيفاء حاجتهم من حطب الوقود. وفي آخـر الأمـر، كما هو الحـال في بعض القـرى في منطقة Andes وفي الساحل الإفريقي، يقتصر الناس على وجبة ساخنة واحدة في اليوم بسبب ندرة حطب الوقود[٢٠].

وفي عام ١٩٨٢م، أصبح بمقدور ما تبقى للهند من أراضي أحراج إمداد السكان بما مقداره ٣٠ مليون طن فقط من الخشب، وهو أقل بكثير مما يلزم من حطب الوقود والبالغ ١٣٣ مليون طن. وقد لجأ السكان لسد حاجتهم الناقصة من حطب الـوقـود، وهي ٩٤ مليون طن إما باللجوء إلى قطْع المزيد من الأشجار معرِّضين إنتاج الأحراج في المستقبل للخطر، وإمَّا باللجوء إلى حرق روث البقر وفضلات المحاصيل معرضين بذلك خصوبة الأرض في المستقبل للخطر أيضاً. ومع نهاية القرن، ستكبر الفجوة بين ما هو متوفر من حطب الوقود، وما هو مطلوب

للاستهلاك إذا ما استمر السكان في النمو، وإذا ما استمرت الغابات في التضاؤل[٢١].

ومع أنه لم يقم أحد بإجراء مسح كوني شامل لمعرفة مدى الضغط الملقى على المراعي، فإن المعلومات والبيانات المتوفرة تدل على أن هناك طلباً كبيراً موازياً تقريباً للطلب على حطب الوقود. وكما تتكاثر أجناس البشر، تتكاثر المواشي التي تزود الإنسان بما يحتاجه من قوة لجر الأثقال أو الأحمال إضافة إلى اللحوم المستخدمة في الغذاء، والوقود من روث البقر. وما تحتاجه المواشي من الأعلاف في بلدان العالم الثالث الآن يفوق منتوج المراعي القادر على الثبات ومصادر الأعلاف الأخرى. وتُبينِّ دراسة أُجريت على أحوال المراعي في تسع بلدان من جنوب إفريقيا أن أعداد الماشية تفوق القدرة على اقتنائها في كل بلد بما نسبته ٥٠٪ إلى ١٠٠٪[٢٢]. وفي الهند يتوقع أن يكون الطلب على علف الماشية ٧٠٠ مليون طن في عام ٢٠٠٠م بينما ستكون الكمية الإجمالية المتوفرة حوالي ٤٥٠ مليون طن فقط. وقد لاحظ المجلس المسمى بـ (The National Land Use and Wastelands Development Council) أنه في الدول التي تعاني من الأراضي شديدة التعرية مثل Rajasthan و Karnataka ، تكفي إمدادات العلف المتوفرة ما يتراوح بين ٥٠٪ إلى ٨٠٪ فقط من الحاجة، تاركة بذلك أعداداً كبيرة من الماشية الهزيلة. وعندما يحل القحط، تموت مئات الألوف من الأنعام[٢٣].

والوضع بالنسبة للأراضي الزراعية مشابه لوضع المراعي. فالنمو السكاني المطّرد وتوزيع الأراضي المنحدرة تدفعان بالمزارعين الباحثين عن أرض زراعية إلى استعمال أراضي حديّة ذات قابلية عالية للتعرية، وغير قادرة على تحمل المزروعات لأمد طويل. وفي أوضاع أخرى، كان يسود فيها نظام الزراعة الدوري التقليدي الذي يتم به تغيير المحصول والأرض المراحة (أي أرض تحرث ثم تترك موسماً كاملاً من غير زرع رغبة في إراحتها) لم يعد ذلك ثابتاً بيئاً لأن الأرض المراحة قصرت فترتها.

والنتيجة النهائية لتلاشي الغابات والرعي والحرث الفائقين عن الحد هي في

الغالب التصحر، عملية تبدأ عندما تنجرف أو تبعثر ذرات التراب، مخلِّفة وراءها ذرات الرمل الأكثر خشونة والحصى. ويُعجِّل بعملية التصحر هذه سوء استعمال الأرض وسوء إدارتها، غير أنها غالباً ما تظهر واضحة نتيجة للقحط. فالقحط الذي ألمّ بغرب إفريقيا في أوائل السبعينات لم ينذر فقط ببداية تفسخ شامل للأرض وتصحرها في القارة، بل أيضاً بانخفاض في إنتاج الغذاء للفرد الواحد وبهجوم لمجاعة متكررة.

وفي السنوات الأخيرة أصبحنا نلاحظ خلطاً بين كلمتي «القحط» و«التصحر» من حيث مفهوم كل واحدة منهما. فالقحط ظاهرة جوية تتمثل في كمية من الأمطار تكون أقل من المعتاد. وأما التصحر فهو نتاج لسوء استخدام الأرض وسوء إدارتها، الأمر الذي يؤدي إلى التعرية. وكمية أمطار قليلة لا تؤدي بالضرورة إلى التصحر. كما أن كمية أمطار كبيرة لا تحول دون التصحر.

وتشير الجهود المبذولة لمراقبة الاتجاهات السائدة في إفريقيا خلال العقد الأخير إلى أن التصحر عملية مستمرة في حوالي ٢٢ بلد من بلدانها والمعلومات بشأنها متوفرة. ففي المنطقة الساحلية التي تضم سبع بلدان من غرب إفريقيا حيث إن معدل تلاشي الغابات هو سبع مرات أكثر مما هو عليه في دول العالم الثالث، نلاحظ أن تلاشي الغابات هناك منتشر بشكل واسع. وتبين تقارير البنك الدولي «أن التصحر في بلد واحد فقط. وهي مالي (Mali)، قد جرف الصحاري (Sahara) إلى جهة الجنوب حوالي ٣٥٠ كيلو متر خلال العقدين الأخيرين.

ومن أفضل المقاييس لمدى التدهور البيئي في إفريقيا ما تزودنا به محطة مراقبة جوية على بعد آلاف الأميال. فقد كتب Robert Mann، وهو صاحب خبرة طويلة دامت ثلاثين عاماً في شُؤون الزراعة في إفريقيا، يقول: «أن تساقط الغبار عبر الأطلسي من القارة الإفريقية، والذي قيس في (Barbados) في جزر الهند الغربية، قد زاد من ٨ ميكروغرام لكل متر مكعب في عام ١٩٦٧/١٩٦٨ إلى ١٥ ميكروغرام في عام ١٩٧٢م، و٢٤ ميكروغرام في صيف عام ١٩٧٣م. وهذه هي كارثة الساحل الإفريقي: زيادة بما مقداره ثلاثة أضعاف في تساقط الغبار الذي

قيس على مسافة ٤٧٠٠ كيلو متر غربي الساحل، وإن هذا الغبار يتكون من ذرات التراب السطحي وليس من ذرات الرمل»[٢٥].

وقد أدى القلق إزاء وضع مماثل في الهند إلى عقد ندوة في أيار (مايو) من عام ١٩٨٦م في نيودلهي، وكانت بعنوان: «الحد من القحط والتصحر والمجاعة». وقد حضر الندوة حوالي مائة شخص من ذوي الاختصاص في الموضوع. وكان المنظمون للندوة يخشون «إمكانية تحول ظاهرة القحط الجوية المؤقتة في الهند إلى ظاهرة تصحر دائمة وشاملة مقوِّضة بذلك إنتاجية التربة البيولوجية (الحياتية) في معظم أرجاء البلاد»[٢٦].

وقد أشار المشاركون في الندوة إلى أن الدراسات التي أجريت في الهند تكشف أن «الندرة في المياه، والنقص في الغذاء والعلف حاصلان بانتظام عبر فترة زمنية أطول، وحتى خلال العام التي يسقط فيها مطر بشكل عادي». وردُّ الفعل الحكومي للنقص في المياه وبكل بساطة غالباً ما يكون في حفر آبار ارتوازية أكثر عمقاً. إلَّا أن هذا يعالج الأعراض ولا يتطرق إلى السبب. ولقد خلُص المشاركون في الندوة إلى القول بما ألمح إليه رئيس وزراء الهند بشأن قلقه إزاء الأزمة البيئية والاقتصادية عندما ذكروا أن: «الخطر الناجم عن التصحر متمثلاً بشكل صارخ في حدوث مجاعة قد يصبح خطراً حقيقياً وشاملاً في السنوات القادمة»[٢٧].

وفي البلدان النامية، نرى أن أساس العلاقة بين النمو السكاني السريع والأرض هو في أثرها على إنتاج الغذاء لكل فرد في المجتمع. وحديثاً في عام ١٩٧٠ على وجه التحديد، أنتجت كل من إفريقيا والصين والهند ما بين ١٦٠ و٢٠٠ كيلوغرام من الحبوب للشخص الواحد سنوياً. ومنذ ذلك الحين، انخفض انتاج الحبوب للفرد الواحد في الهند بمقدار الخُمس (انظر الشكل ١-١). فمن المحتَّم أن تؤدي الأتربة القابلة للتعرية والمحاصيل المفتقرة إلى التغذية إلى أناس يفتقرون إلى التغذية كذلك. وقصارى القول هنا أنه بدون جهود جماعية متكاملة لإعادة العافية إلى الأراضي في إفريقيا، ستتحول المجاعة المتكررة إلى مجاعة مزمنة[٢٨].

وعلى عكس ما يجري في إفريقيا، نجد أن إنتاج الغذاء في الصين آخذ في الارتفاع بشكل مثير خاصة خلال العقد الماضي. وقد قامت الصين مؤخراً بإصلاحات زراعية أساسية، وعملت على تخفيض النفقات العسكرية في ميزانيتها، وفي نفس الوقت، غيرت الموارد لتكون في اتجاه تنظيم الأسرة وإعادة تشجير الغابات والحفاظ على التربة. فإنتاج الحبوب للفرد الواحد ارتفع بمقدار الثلث، وكانت معظم هذه الزيادة خلال العقد الماضي. وباقتراب إنتاج الحبوب للفرد الواحد من ٣٠٠ كيلو غرام، فقد ارتفع مقدار البروتين الحيواني الذي يستطيع أن يتناوله الإنسان، وبذا يكاد سوء التغذية أن يختفي، وخطر المجاعة قد يزول كذلك[٢٩].

الشكل ١-١ : إنتاج الحبوب للفرد الواحد سنوياً في إفريقيا والصين والهند خلال الفترة ١٩٥٠ - ١٩٨٧

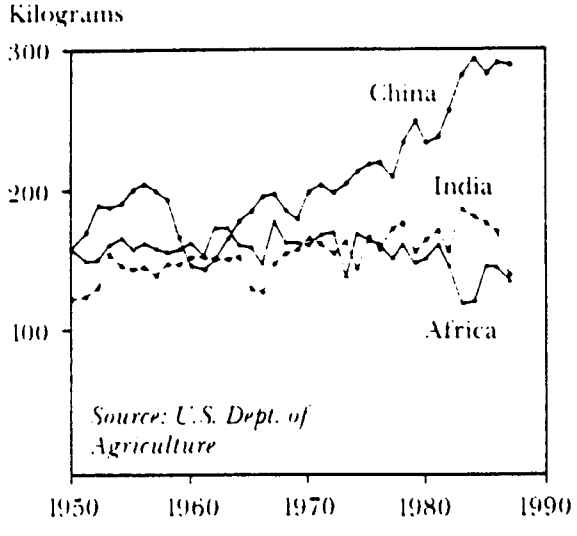

Figure 1-1. Annual Grain Production Per Person in Africa, China, and India, 1950-87

صحيح أن الهند خاضت ثورة خضراء بنجاح، فرفعت من الإنتاج بحيث استغنت عن استيراد الحبوب، ولكن لم يكن ذلك كافياً إلى الحد الذي تتوخاه لرفع مقدار استهلاك الغذاء للفرد الواحد. ولأن الهند تواجه مشاكل تتعلق بأتربة قابلة للتعرية وأمطار قليلة، ينتظر أن يتدنى إنتاجها من الغذاء للفرد الواحد من الغذاء بشكل أسوأ من الوضع الراهن. ومع أن الاحتياطي الكبير من الحبوب لدى الهند ينبغي أن يجعلها تنجو من خطر الرياح الموسمية لعام ١٩٨٧م، إلَّا أنهَّا ستكون في مأزق حرج إذا ما أتتها رياح مماثلة ثانية وإذا ما فشلت مساعي الهند للحدِّ من النمو السكاني وإعادة الأولويات وطرح مواردها إلى المعركة من أجل إعادة إصلاح التربة والمياه، فإنه من المحتمل أن تجد الهند نفسها سائرة بهذا الصدد في ركاب إفريقيا أكثر من الصين.

مسار الطاقة المدمر:

تعد الاتجاهات التي تسير فيها الطاقة مؤشراً هاماً للدلالة على صحة العالم الاقتصادية وسلامة بيئته. فالمصيبة الكبرى ـ وهي الاعتماد الفائق على بترول الشرق الأوسط ـ قد خفت حدتها كثيراً في أواخر السبعينات، عندما أدت كفاية الطاقة والتكيف البنيوي في اقتصاد العالم إلى تخفيض الحاجة بشكل فاعل إلى استيراد البترول وعمل ذلك بدوره على انهيار الأسعار على نحو مثير في عام ١٩٨٦م. غير أن اتجاهات الطاقة عالمياً لم تتخذ مساراً قابلاً للثبات بعد. واستهلاك البترول على نطاق عالمي آخذ في الارتفاع ثانية، والاتجاهات في استعمال الطاقة الآن يبدو أنها تشكل جذور معظم مشاكل العالم البيئية عسيرة المعالجة.

ففي الفترة ما بين ١٩٥٠م و١٩٧٩م بلغ استعمال الوقود المستخرج من الأرض على نطاق عالمي أربعة أضعاف أكثر مما كان عليه. والبترول، وهو أكثر أنواع الوقود المستخرج من الأرض تعدداً في الاستعمالات وأكثرها سهولة للنقل، عمل على هذه الزيادة الهائلة، متجاوزاً بذلك الفحم كمصدر رئيس للطاقة. ولقد تميزت هذه الفترة بالتوسع الاقتصادي الكبير الذي صاحبه نمو اقتصادي على صعيد عالمي بلغ أربعة أضعاف ما كان عليه موازياً بذلك الزيادة في استعمال الوقود

المستخرج من الأرض. كما بلغ إنتاج الغذاء خمسة أضعاف ما كان عليه، ذلك لأن المزارعين زادوا من استهلاكهم للبترول بمقدار خمسة أضعاف ما كانوا يستهلكونه من قبل على أقل تقدير. وزاد إنتاج السيارات عالمياً من ٨ ملايين سيارة في عام ١٩٥٠م إلى ٣١ مليون سيارة في عام ١٩٧٩م. وتضاعف توليد الطاقة الكهربائية ثماني مرات[٣٠].

وقد انخفض نمو الطاقة بشكل ملحوظ خلال الفترة ما بين ١٩٧٩م و١٩٨٥م إلى معدل ضئيل يبلغ فقط ١,٥٪ سنوياً، وهو معدل أقل بكثير من معدل النمو الاقتصادي. وقد أدى إلى هذا الانخفاض هبوط في استهلاك البترول خلال فترة ارتفاع الأسعار التي لم يسبق لها مثيل، ولكن ذلك تعادل جزئياً بالزيادة في استهلاك الفحم، عندما تحولت بلدان عديدة إلى استخدام أنواع صلبة من الوقود اقتصادية أكثر، ولكنها أكثر قذارة من البترول. واستهلاك العالم من الوقود آخذ في الازدياد الآن بمعدل ٢,٥٪ سنوياً خاصة من قبل دول العالم الكبرى المستهلكة للطاقة، وهي الصين والاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة الأميركية[٣١].

ومنذ بداية عام ١٩٨٦م تشير الاتجاهات إلى زيادة جزئية في استهلاك البترول عالمياً واستمرار الزيادة في استهلاك الفحم. ومع أن هذا دون شك أبهج وزراء البترول في الخليج «الفارسي» كما أبهج مديري شركات مناجم الفحم في Wyoming، إلَّا أنه في الحقيقة اتجاه ينذر بالشؤم والسوء. إذْ إن أي نمو إضافي في استخدام الطاقة سيثقل عبء تجربة الكيمياء الخطيرة التي نجريها على أجواء الأرض. كما أن البحيرات ومصاب الأنهار والغابات والصحة البشرية والمناخ في حد ذاته الآن كلها أصبحت معرضة للأخطار[٣٢].

وعقب آثار حادثة تشيرنوبل عام ١٩٨٦م، اتجه صانعو السياسة والقرار إلى الفحم كبديل لخططهم النووية الهاجعة. وتتوقع وكالة الطاقة الدولية على سبيل المثال، زيادة بمقدار ٣٢٪ في الطاقة التي يولدها وقود الفحم في الدول الأعضاء في تلك الوكالة مع حلول عام ٢٠٠٠م. وفي نفس الوقت، فإن الصين التي تمتلك أكبر مخزون للفحم في العالم، والتي فاقت الاتحاد السوفييتي حديثاً كأكبر منتج، تعد

خططاً لمضاعفة كمية استهلاك الفحم مع حلول عام ٢٠٠٠م. ونظراً لمصادر النفط المحدودة في الصين وعدد سكان يزيد على البليون، فإن الزيادة في استهلاك الفحم سيجعلها أكبر مصدِّر لإصدارات ثاني أكسيد الكبريت والكربون[٣٣].

وإبان الثمانينات، أدت نشاطات مثل توليد الكهرباء وسواقة السيارات وإنتاج الفولاذ إلى إطلاق ما يزيد على ١٠٠ مليون طن من الكبريت وكمية أقل من أكسيد النيتروجين في الجو. والمعروف أن إصدارات الكربون تتبع الاتجاهات العالمية للطاقة، ولكن - لأن الفحم يطلق كربوناً أكثر من أي من البترول أو الغاز الطبيعي - يسارع التحول إلى الفحم في زيادة إصدارات الكربون. وبينما توقفت إصدارات البترول عند ٥ إلى ٢,٥ بليون طن في السنة في بداية الثمانينات، نرى أنها آخذة في الزيادة ثانية لتضيف كمية أخرى تزيد عن ١٠٠ مليون طن سنوياً (انظر الشكل ١-٢). وفي حين أن الدليل المناخي يشير إلى الحاجة إلى تخفيض إصدارات البترول، نلاحظ أنها تزداد بالفعل[٣٤].

١-٢ انبعاث الكربون من الوقود المستخرج من الأرض في العالم

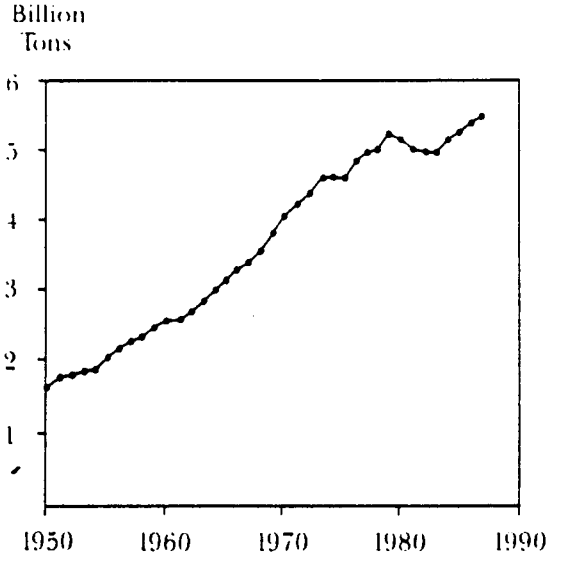

Figure 1-2. World Carbon Emissions From Fossil Fuels, 1950-87

ويعـد الكبريت والنيتروجين والهيدروكربون من أخطر الملوثات الناجمة عن احـتراق أنواع الوقود المستخرج من الأرض. وبالرغم من عدم توفر أرقام عالمية يمكن الاعتـماد عليها لمعرفة المزيد عن هذه الملوثات، فإن الإصدارات في الجو تتزايد باستثناء البلدان التي أحدثت وسائل لمراقبة التلوث والحد منه. ولكن حتى الولايات المتحدة كانت قدرتها على تخفيض هذه الإصدارات متواضعة. وفي ذات الوقت، فإن المدن في أغلب الدول المتقدمة صناعياً مختنقة على نحو متزايد بالتلوث الـذي يفـرض ضرائبه الباهظة على المباني وعلى الصحة البشرية وعلى الأراضي الزراعية القريبة[٣٥].

وأول مؤشرات الدمار بعيد المدى الذي لحق بالبيئة نتيجة لهذه الملوثات ظهر في اسكنـدنـافيا خلال الستينـات، حيث أفـادت التقـارير بتناقص الأسماك في البحيرات. وبعد ذلك بقليل وجد أن كل أنواع الأحياء البحرية في بعض الأنهار والبحيرات والبرك آخذة في الاختفاء. وقد كانت السويد أول دولة تعلن عن وجود بحـيرات أصبحت خالية من الأحياء البحـرية، ولكن سرعـان ما تبعهـا دول اسكنـدنـافية أخـرى لتعلن عن كوارث مماثلة. (انظر الجدول ١-١). واليوم، يمكن أن نلاحظ نفس الظاهرة في البحيرات الواقعة عبر الجزء الشمالي الشرقي من أمريكا الشمالية، وأوروبا الغربية وأوروبا الشرقية[٣٦].

وكان لا بد من انقضاء عقدين تقريباً قبل ظهور دليل على أن الملوثات التي تؤدي إلى ترسب الحـامض والتغيرات الكيماوية في مستجمعات الأمطار، كانت أيضاً تسبب الضرر والتلف للأشجار. وقد جاء أول تحذير جدّي في صيف عام ١٩٨٢م من ألمانيا الغربية. ومنذ ذلك الوقت، تجمعت الدلائل على الضرر من كل جهة في أوروبا. وأفادت المعلومات والاحصاءات المستقاة من مسح أُجري عام ١٩٨٦م ونشر في أيلول عام ١٩٨٧م أن ٣٠,٧ مليون هيكتار من الغابات في أوروبا أصابها التلف. وهذه الزيادة على ما جاء في المسوحات التي أجريت من قبل عكست جزئياً إدخال بلغاريا وإسبانيا في القائمة لأول مرة. ولكنها عكست أيضـاً ارتفـاعاً في المساحة المتلفة من أحراج الدول في البلدان التي أعلنت عن الأضرار التي لحقت بغاباتها (انظر الجدول ١-٥)[٣٧].

الجدول ١-٤ : الأضرار التي تسببها للبحيرات الأمطار الحاملة للأحماض في مناطق مختارة

المنطقة	الأضرار
كندا	حوالي ١٤٠ بحيرة تأثرت بالأحماض وأصبحت خالية من الأسماك في أونتاريو في عام ١٩٨٠م، وآلاف تعاني من أضرار بيولوجية.
الدنمارك	من الطبيعي أن تكون التربة ذات قدرات عالية على الصدّ والعزل؛ وهناك دليل على وجود أحماض في البحيرات الواقعة في بعض المناطق غير المعزولة عن طريق الأتربة.
فنلندا	من مجموع ١٠٧ بحيرات أُجري عليها مسح في عام ١٩٨٤م وتقع بالقرب من هلسنكي، نصف هذه البحيرات إما مشبع بالأحماض وإما يتوقع أن تفقد ما فيها من أسماك.
النرويج	ضرر بالغ في الجنوب حيث أجريت دراسة على ٣٠٠٠بحيرة، حيث لوحظت خسائر كبيرة في ١٧٥٠ بحيرة، ويتوقع أن تلوث بالأحماض بشكل خطير ٩٠٠ بحيرة أخرى.
السويد	كل مواقع المياه النقية أصبحت الآن ملوثة بالأحماض؛ وحوالي ١٥,٠٠٠ بحيرة مصابة بالأحماض نتيجة للملوثات التي ينقلها الهواء؛ و٦,٥٠٠ بحيرة فيها أحماض بسبب ملوثات غير التي يحملها الهواء؛ وكذلك ١٨٠٠ بحيرة أصبحت خالية تقريباً من الأحياء المائية.

المملكة المتحدة	انخفاض في صيد الأسماك في اسكتلندا، وويلز ومقاطعة البحيرة في إنجلترا؛ وخسائر تكبدها مُربّو الأسماك في اسكتلندا وكمبريا في إنجلترا.
شرقي الولايات المتحدة	حوالي ٩٠٠٠ بحيرة مهددة بأخطار التلوث: ٣٠٠٠ بحيرة شرقي نهر المسيسّبي تأثرت بالأحماض منذ ١٩٨٠م؛ و٢١٢ بحيرة في جبال اديروندك أصبحت خالية من الأسماك.
غربي الولايات المتحدة	لا يوجد نظم مائية ملوثة تماماً بالأحماض بعد؛ وأغلب البحيرات الحساسة المعرضة موجودة في Sierra Cascade ، و Rockies و Coast Range

Source: Complied by Worldwatch Institute from John McCormick. Acid Earth (Washington, D.C.: International Institute for environment and Development, 1985) and from various other sources.

وكلما تجمعت المعلومات والإحصاءات، بدأت الأمثلة على الضرر في الاتضاح. فأنواع الشجر الصنوبري معرضة أكثر بقليل من الأنواع الأخرى ذات الأوراق العريضة، حيث يلاحظ أن الضرر الذي يصيب الأشجار الصنوبرية يظهر خلال سنتين تقريباً قبل الأشجار الأخرى ذات الأوراق العريضة الواقعة بالقرب منها. كما أن الغابات الجبلية معرَّضة للضرر أكثر من تلك الواقعة في المناطق المنخفضة. ومن ثم كان الضرر الذي أصاب الأحراج في جبال الألب قد بلغ حداً مأساوياً ويروي أحد المراقبين أن جبال Erzgebirge المحاذية للحدود التشيكية الألمانية قد آلت بسرعة إلى مقبرة ضخمة للأشجار، ويعد ذلك أنصع دليل على الآثار التي تخلّفها الأمطار الحاملة للأحماض»[٣٨] ومن منتصف عام ١٩٨٦م، أعلنت حوالي ١٩ دولة في أوروبا عن الأضرار التي أصابت غاباتها، وكانت تتراوح ما بين ٥٪-١٥٪ بين المناطق الحرجية في يوغوسلافيا والسويد، وبلغت ٥٠٪ أكثر في هولندا وسويسرا وألمانيا الغربية.

وبذلك يكون أكثر من $\frac{1}{5}$ الغابات في أوروبا قد أصبح تالفاً الآن.

الجدول ١-٥: الأضرار التي تقدم تقديرها في غابات أوروبا عام ١٩٨٦م

البلاد	المساحة الحرجية الإجمالية (آلاف الهكتارات)	المساحة المتضررة مقدرة (آلاف الهكتارات)	النسبة المئوية للضرر من مجمل المساحة
هولندا	٠٠٣١١	٠١٧١	٥٥
ألمانيا الغربية	٠٧٣٦٠	٣٩٥٢	٥٤
سويسرا	٠١١٨٦	٠٥٩٣	٥٠
المملكة المتحدة	٠٢٠١٨	٠٩٧٩	٤٩
تشيكوسلوفاكيا	٠٤٥٧٨	١٨٨٦	٤١
النمسا	٠٣٧٥٤	١٣٩٧	٣٧
بلغاريا	٠٣٣٠٠	١١١٢	٣٤
فرنسا	١٤٤٤٠	٤٠٤٣	٢٨
إسبانيا	١١٧٨٩	٣٣١٣	٢٨
لوكسمبرغ	٠٠٠٨٨	٠٠٢٣	٢٦
النرويج[1]	٠٦٦٦٠	١٧١٢	٢٦
فنلندا[1]	٢٠٠٥٩	٥٠٨٣	٢٥
هنغاريا	٠١٦٣٧	٠٤٠٩	٢٥
بلجيكا	٠٠٦٨٠	٠١١١	١٦
بولندا	٠٨٦٥٤	١٢٦٤	١٥
السويد[1]	٢٣٧٠٠	٣٤٣٤	١٥
ألمانيا الشرقية	٠٢٩٥٥	٠٣٥٠	١٢
يوغوسلافيا[1]	٠٩١٢٥	٠٤٧٠	٠٥
إيطاليا	٠٨٣٢٨	٠٤١٦	٠٥
بلدان أخرى	١٢٢٨٢	غير متوفرة	غير متوفرة

-	-	-	-
المجموع	١٤٢٩٠٤	٣٠٧١٨	٢٢

(1) Data on forest damage gathered for coniferous forests only: all entries in first column include bothe coniferous and broad-leaved forest.

Source: Belgium and East Germany from Allegemeine Forst Zeitschrift, Munich, West Germany, No. 46, 1985 and No. 41, 1986: all others from international co-operative programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, "Forest Damage and air Pollution: Report on the 1986 Forest Damage Survey in Europe," Global Environment Monitoring system. United Nations Environment Programme, Nairobi, Mimograghed, 1987.

أما بالنسبة لكندا: وهي «مستورد» كبير للملوثات الهواء والأمطار الحاملة للأحماض من الولايات المتحدة الأميركية، فإن الخطر الماثل له أبعاد عديدة. وبهذا الصدد يقول وزير البيئة الكندي توم مكميلان إن الأمطار الحاملة للأحماض «تخرب بحيراتنا، وتقتل أسماكنا، وتقوّض دعائم السياحة لدينا، وتعيق غاباتنا، وتؤذي زراعتنا، وتدمِّر منشآت تراثنا المبنية، وتهدد صحتنا. إذ إن نصف الإصدارات المنبعثة من الوقود المستخرج من الأرض يأتي بالفعل من محطات الطاقة والسيارات في الولايات المتحدة الأميركية.

ومع أن هناك بضع دراسات جيدة متوفرة حتى الآن، يبدو أنه من المحتمل أن تكون الدول النامية من بين ضحايا الضرر البيئي الناجم عن استخدام الوقود المستخرج من الأرض. وبدأ ظهور دلائل، مثلاً، على أن الصين تعاني الآن من استعمال الفحم بكميات هائلة. وأجريت دراسة في جنوب المقاطعة الصينية Guizhou، والتي تستعمل فحماً يحتوي على نسبة عالية من الكبريت، بينت أن الترسب الحامضي هناك أكثر بكثير مما هو عليه في مناطق من شمال شرقي أمريكا التي تعاني من التلف الناجم عن الأمطار الحاملة للأحماض. وفي أرض حرجية من

مقاطعة Sichuan ، نلاحظ أن ٩٠٪ من منطقة محلية أصبحت الآن جرداء كنتيجة حتمية لتلوث الهواء.

ولأن الصين بشكل عام تعاني من نقص في المداخن ومعدات الحد من التلوث، فمن المحتمل أن يعاني سكان المدن والأراضي الزراعية المجاورة من التلوث الذي يُسببه الفحم المحترق. وبينما يزداد استعمال المداخن الطويلة، نجد أن المناطق الريفية في الصين والواقعة منذ فترة تحت الضغوط البيئية يمكن أن تتضرر جداً بالأمطار الحاملة للأحماض. وعلى العالم الثالث ككل أن يبذل جهداً كبيراً لتلافي المصير البيئي الذي مُنِّيت به أوروبا الشرقية.

لم يكن معلوماً قبل مطلع هذا القرن ما أشار إليه العالم السويدي Svante Arthenius بأن احتراق الوقود المستخرج من الأرض يمكن أن يغير مناخ الأرض عن طريق الإخلال بالتوازن الطبيعي بين كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة في الجو من تحلّل المواد العضوية وتلك التي يمتصها الجو عن طريق التخليق أو التركيب الضوئي. ولم يسبق أن قام أحد حتى عام ١٩٥٨م بجهد علمي مماثل للذي قام العلماء به عندما بدأوا بأخذ عينات من الهواء شهرياً لقياس التركيز الجوي المتغير لثاني أكسيد الكربون على نحو منتظم(٤١).

واستعمال الوقود المستخرج من الأرض هذه الأيام يضيف ٥,٤ بليون طن من الكربون للجو سنوياً، وتلاشي الأحراج يضيف ما بين ١ بليون و٢,٦ بليون طن. وبذا يكون مجموع ما يتصاعد إلى الجو من هذين المصدرين حوالي ٧ بلايين طن إذا ما استخدمنا النقطة الوسطى لهذا المدى وجمعنا ما ينبعث من المصدرين المذكورين. وقد عمل احتراق الوقود المستخرج من الأرض وتلاشي الأحراج معاً على رفع مستويات ثاني أكسيد الكربون الجوية من ٢٨٠ جزء لكل مليون في الفترة ما قبل الفترة الصناعية القريبة إلى ٣٤٨ جزء لكل مليون في عام ١٩٨٧م، أي بارتفاع قدره ٢٤٪(٤٢).

ووفقاً لنماذج المناخ والقياسات العلمية الأوّلية، فإن هذه التغيرات في تكوين

الجو قد رفعت بالفعل معدل درجة الحرارة بحوالي نصف درجة مئوية. وحتى بدون أي تراكم إضافي من ثاني أكسيد الكربون، يعتقد العلماء أن هذه التغيرات تؤكد زيادة درجة مئوية واحدة خلال العقود القليلة القادمة، وهذه الزيادة كافية لرفع درجة الحرارة إلى حد أكبر بكثير مما كانت عليه في أي وقت منذ نشأت الحضارة(٤٣).

وإذا ما استمرت اتجاهات الطاقة السائدة في نفس المسار، فإن ارتفاع درجة الحرارة مع حلول منتصف القرن القادم يمكن أن يسبب آثاراً مأساوية في مناخ الأرض، آثاراً لا يمكن التنبؤ بها ولكن حصولها أمرٌ غير مستبعد(٤٤).

والمساهمان الرئيسان في عملية ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون الناجم عن استخدام أنواع الوقود المستخرج من الأرض هما الولايات المتحدة الأميركية والاتحاد السوفييتي، كل منهما يشكل تقريباً $\frac{1}{5}$ إصدارات الكربون في العالم الناجمة عن استخدام الوقود المستخرج من الأرض (انظر الجدول ١-٦). ويليهما في الترتيب الصين واليابان وألمانيا الشرقية، ومن حيث ما يمكن أن يخصص للفرد الواحد (per capita)، فإن الولايات المتحدة الأميركية وألمانيا الشرقية تأتيان في أول القائمة، حيث أن إصدارات الكربون في كل من هذين البلدين هي حوالي خمسة أطنان للفرد الواحد سنوياً، إذا ما قورن ذلك بالمعدل العالمي والذي يزيد قليلاً عن طن واحد. وتستخدم اليابان، وهي في طليعة الدول الصناعية المصدرة، أقل من نصف ما تستخدمه الولايات المتحدة وألمانيا الشرقية من الطاقة للفرد الواحد. وبالطبع، عندما تؤخذ بعين الاعتبار كل المصادر التي ينطلق منها الكربون إلى الجو، ولا يقتصر الحديث على استعمال الوقود المستخرج من الأرض، تُصبح دول أخرى عديدة في مقدمة قائمة المساهمين ومنها: البرازيل وأندونيسيا وكولومبيا و Cote d'Ivoir.

وفي عملية تطوير استراتيجيات الطاقة، ينبغي التفكير في فوائد تخفيض الأحماض وإصدارات ثاني أكسيد الكربون معاً. إن الثمن المضاعف الذي يتكبده المجتمع نتيجة للأحماض وتسخين المناخ على النحو الذي يتوقعه العلماء كما أسلفنا، يمكن أن يبرر إعادة توجيه لمسار الطاقة في العالم بشكل أساسي وأكثر

جدية من أي محاولة بذلت حتى الآن. (انظر الفصل الثاني).

الجدول ١-٦: إصدارات الكربون من الوقود المستخرج من الأرض في بلدان مختارة لعام ١٩٨٥م

البلاد	إصدارات الكربون (بملايين الأطنان)	كمية الكربون للفرد الواحد بالأطنان
الولايات المتحدة الأميركية	١١٨٦	٠٠٥
الاتحاد السوفييتي	٠٩٥٨	٣,٥
الصين	٠٥٠٨	٠,٥
اليابان	٠٢٤٤	٠٠٢
ألمانيا الغربية	٠١٨١	٠٠٣
المملكة المتحدة	٠١٤٨	٢,٦
بولندا	٠١٢٠	٣,٢
فرنسا	٠١٠٧	١,٩
إيطاليا	٠١٠١	١,٨
ألمانيا الشرقية	٠٠٨٩	٥,٢

Sources: Carbon data from Ralph Rotty, University of New Orleans, Private communication, November 4, 1987; Population Reference Bureau, 1985 World Population Data Sheet (Washington, D.C., 1983)

النتائج المناخية

لقد جلبت السنوات الأخيرة ثلاثة تطورات حديثة بشأن تغير المناخ الذي يحدثه الإنسان. أولاً، يتبينّ أن ثاني أكسيد الكربون ليس هو الغاز الوحيد الذي يساهم في تسخين الأرض. وكما ذكرنا آنفاً، يقدر العلماء الآن أن المستويات الجوية المتزايدة من غازات الميثان والأكسيد النيتري (الغاز المضحك) والأوزون

والفلوروهيدرو كربونات يمكن أن تساهم مجتمعة في تكوين «تأثير البيوت الزجاجية» بمقدار الأثر الذي يتركه ثاني أكسيد الكربون وحده. ثانياً، تُظهر الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة الأميركية والمملكة المتحدة أن تسخين الأرض المتوقع قد بدأ بالفعل على ما يبدو. وثالثاً، كثير من العلماء يعتقدون الآن أن تغيرات الجو الهامة قد تحدث بشكل مفاجىء، مسببة خسائر في الإنتاج الزراعي يصعب على الإنسان التكيف معها.

وتشير أكثر النماذج المناخية الكونية تقدماً إلى أن مضاعفة مستوى ثاني أكسيد الكربون في المرحلة قبل الصناعية، أو ما يعادل ذلك المستوى إذا ما أخذ تأثير الغازات بعين الاعتبار، تشير إلى أن ذلك سيعمل على زيادة درجة الحرارة الكونية ما بين ١,٥ و٤,٥ درجة مئوية (أي ٢,٧ إلى ٨,١ درجة فهرنهايت). وإذا ما استمر العالم في الانهماك في المشاغل والأعمال كالمعتاد، فإن أحدث التوقعات تبين أن هذا الارتفاع في درجة الحرارة حاصل لامحالة خلال الفترة ما بين ٢٠٣٠م و٢٠٥٠م. وهذا التسخين الكوني يمكن أن يحدث عندما يصبح الأطفال الذين ولدوا هذا العام في بداية الأربعينات من أعمارهم[٤٥].

ويتفق العلماء الآن على أن الارتفاع في درجة الحرارة لن يكون موزعاً بالتساوي، بل سيكون ملحوظاً بشكل كبير في المرتفعات العليا. إذْ يتوقع أن ترتفع درجات الحرارة بالقرب من خط الاستواء قليلاً جداً عندما تسخن الأرض، في حين أن درجات الحرارة في المرتفعات العليا يمكن أن تكون ببساطة ضعف المعدل المتوقع للكرة الأرضية بشكل عام. ومما يدعو للدهشة أن التسخين الكوني قد يسبب تغيرات في تيارات المحيط التي يمكن أن تجعل بعض المناطقذ أكثر برودة، بما في ذلك شمال أوروبا[٤٦].

وتأثير هذا التسخين يصبح ذا معنى أكبر على الصعيد المحلي. ففي مقاطعة واشنطن، مثلاً، يبدو من المحتمل أن تسبب مضاعفة مستويات ثاني أكسيد الكربون الجوية فصول صيف حارة أكثر بكثير مما هي عليه. وبدلاً من يوم واحد

كل عام بدرجة حرارة ١٠٠ فهرنهايت (٣٢ درجة مئوية) سيتصبب سكان المدينة عرقاً خلال ٨٧ يوماً من تلك الأيام[٤٧].

وقد نالت بعض عواقب التسخين الكوني اهتماماً كبيراً خاصة في مجال التغيرات الزراعية. ولكن هناك عواقب أخرى، كأثر التسخين على نماذج التوليد الكهربيائي، ونظم التزويد بالماء، ونماذج الاستقرار. والتكهن بمدى هذه العواقب مسبقاً هو أكثر صعوبة من التكهن بغيرها. ومن المحتمل أن يعمل تزايد الحرارة في جو الأرض على تغيير مواعيد سقوط الأمطار والرياح السائدة وتيارات المحيط التي قد تؤدي إلى عواصف شديدة أكثر عندما يتسع الفارق في درجة الحرارة بين المنطقة الاستوائية والمرتفعات العليا. وستعمل أيضاً درجات الحرارة المرتفعة في بعض المناطق على زيادة عامة في التبخير وسقوط الأمطار، ولكن التغيرات سوف لا تكون موزعة بشكل متساوي، بل ستصبح بعض المناطق أكثر رطوبة وبعضها الآخر أكثر جفافاً[٤٨].

ومن أشد آثار السخونة المتوقعة خطورة سيكون على الزراعة ومنسوب المياه في البحر. وقد تطورت الزراعة اليوم استجابة لنظام مناخ كوني لم يتغير إلاَّ قليلاً منذ أن بدأت الزراعة، ولذا فإن أي تغيرات يمكن أن يرافقها ثمن. وتوحي نماذج الأرصاد الجوية، مع أنها ضئيلة وناقصة، بأن منطقتين من أكبر مناطق إنتاج الغذاء في العالم ـ وهما وسط أميركا الشمالية والمناطق التي تزرع بالحبوب في الاتحاد السوفييتي ـ يمكن أن تتعرض الأراضي فيها إلى نقص في ثراء التربة خلال فصل الزراعة الصيفي كنتيجة لعملية التبخر المتزايدة[٤٩].

وإذا كان الأمر كذلك، فإن السهول الأميركية المعروفة بـ Great plains التي تنتج القمح الآن ستتحول إلى أراضٍ للمراعي. وسيصبح Corn Belt الأميركي شبه قاحل، ليُزرع بالقمح أو أنواع أخرى من الحبوب التي تتحمل القحط والتي تنتج ١٠٠ بوشل للأكر الواحد، ولتحل محل الذرة التي تنتج ١٠٠ بوشل. كما أن قيمة الأرض ستنخفض بسبب التحول المتوقع في زراعة محاصيل أقل إنتاجية. ومن الجانب المشرق، عندما ترتفع درجات الحرارة، ستنتقل زراعة القمح في الشتاء إلى

شمال الحزام المشار إليه بحيث يحل إنتاج ٤٠ بوشل لكل أكر من القمح في الشتاء، محل إنتاج ٣٠ بوشل لكل أكر من القمح في الربيع. كما سيتيح فصل زراعي أطول مجالاً أوسع لإنتاج القمح في الربيع شمال الحزام في مناطق مثل مقاطعة Canada's Alberta وبذلك تزيد رقعتها الزراعية(٥٠).

وربما يكون أفدح ثمن ستواجهه الزراعة، على صعيد عالمي هو تعديل نظامي الزراعة ومصارف المياه. ففي الوقت الذي يستمر فيه التسخين وتتغير خلاله مواعيد سقوط الأمطار سيصبح كل من هذين النظامين زائداً عن الحاجة في بعض الأماكن وغير كافٍ في أماكن أخرى. وحسب تحليل ورد في أوضاع العالم (State of the world) لعام ١٩٨٧، فإن تعديل نظم الري وحدها يمكن أن تتطلب استثمار مبلغ ٢٠٠ بليون دولار تقريباً(٥١).

ونتيجة أخرى لتسخين الأرض ويمكن التنبؤ بها أكثر هي ارتفاع في منسوب مياه البحر فعندما تسخن المياه في المحيط، فإنها ستتمدد تبعاً لذلك. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التسخين سيعمل على تخفيض كمية المياه المغمورة في أنهار الجليد والقمم الجليدية. وتُظهر توقعات وكالة حماية البيئة الأميركية (EPA) ارتفاعاً في منسوب مياه البحر مع حلول عام ٢١٠٠م يقدر ما بين ١,٤ و٢,٢م (٤,٧ - وأكثر من ٧ أقدام). وسيكون الضرر على أشّده في آسيا، حيث يزرع الأرز في دلتا نهر يقع في منطقة منخفضة وفي سهول تتعرض للفيضانات. وبدون وضع استثمارات هائلة في بناء السدود وجدران للبحر من أجل وقاية حقول الأرز من تسرب المياه المالحة، فإن ارتفاع متر واحد تقريباً في منسوب مياه البحر سيعمل على تخفيض محصول الأرز بشكل ملموس(٥٢).

كما سيؤثر ارتفاع منسوب مياه البحر أيضاً على العديد من المدن الساحلية في العالم. فارتفاع متر واحد على سبيل المثال لا الحصر، سيهدد مدناً ساحلية مثل نيو أورلينز والقاهرة وشانغهاي. وسيكون على القادة السياسيين في وقت ما أن يقرروا إما استثمار مبالغ طائلة في بناء السدود والمنشآت الضرورية الأخرى للحيلولة دون غمر الأراضي بالمياه المالحة أو هجر المدن الواقعة في مناطق منخفضة. وتقوم هولندا

منذ فترة بصرف ٦٪ من إنتاجها الوطني الإجمالي لتقي نفسها من البحر، وهي نسبة تزيد عن ما تصرفه على الدفاع العسكري لحمايتها من العدوان الخارجي[٥٣].

وقد ألقى Maumoon Abdul Geyoon رئيس Maldives خطاباً في الجمعية العامة للأمم المتحدة في تشرين أول من عام ١٩٨٧م وصف فيه الخطر الماثل الذي يهدد بلاده إثر ارتفاع منسوب مياه البحر. وبوجود أغلب جزر هذه البلاد البالغ عددها ١١٩٦ جزيرة على ارتفاع عن سطح البحر لا يكاد يصل مترين، تصبح Maldives معرضة للأخطار حتى عند ارتفاع منسوب البحر متراً واحداً في حالة حدوث عاصفة شديدة. وفي خطاب اتّسم بالعاطفة أشار الرئيس إلى بلاده «كأمة مهددة بالخطر» تفتقر إلى القدرات الاقتصادية والتقنية التي تمكنها من التصرف في حالة ارتفاع منسوب مياه البحر على النحو المتوقع له. وأضاف قائلاً: «إننا لم نساهم في المصيبة التي تهدد أمتنا، ولسنا قادرين وحدنا على إنقاذ أنفسنا»[٥٤].

وقد قام فريق من الباحثين يعمل في معهد Woods Hole Oceanographic Institute in Massachusetts بتقدير الخسائر التي تلحق بالأرض نتيجة لارتفاع منسوب مياه البحر بينما تسير عملية تسخين الأرض قدماً. وقد اعتمد هؤلاء الباحثون على التوقعات التي نشرتها وكالة حماية البيئة (EPA) بشأن ارتفاع منسوب مياه البحر عام ٢٠٢٥م. وبناء على ذلك، يقدّرون أن Massachusetts ستفقد ما بين ٧٥٠٠ أكر و ١٠٠٠٠ أكر من الأرض. وعلى افتراض التقدير الأدنى وباستخدام قيمة اسمية للأرض وهي مليون دولار للأكر الواحد بالنسبة للمتلكات القريبة من المحيط، فإن هذا يعني مادياً خسارة ما قيمته ٧,٥ بليون دولار قيمة ممتلكات ثمينة بشكل خاص مع حلول ذلك العام. وبعض هذه المجتمعات الساحلية التي شملتها الدراسة ستفقد أرضاً أكثر من غيرها. فقد تفقد Massachusetts أكثر من ٦ أكر سنوياً و Falmouth ٣,٨ أكر، في حين أن Winthrop قد تفقد ١,٠ أكر فقط. إن القيام بتقديرات معقولة لتكاليف ارتفاع منسوب مياه البحر المتأثر بعامل المناخ المتغير يتطلب آلافاً من مثل هذه الدراسات المفصلة للمجتمعات الساحلية حول العالم[٥٥].

ولا مناص من تأثر التنوع البيولوجي أيضاً بعملية التسخين الكوني. ومن المحتمل أن تفوق سرعة التغير قدرة العديد من أنواع الكائنات الحية على التكيف مع درجات حرارة عالية أو فصول متقلبة. وأنواع النبات والحيوان تتكيف عادة مع الأحوال المتغيرة بالهجرة عندما ترتفع أو تهبط درجات الحرارة. ولسوء الحظ، فإن تلاشي الأحراج والإخلالات التي سببها الإنسان للبيئة تجعل هذه الهجرة أمراً أكثر صعوبة، وفي بعض الحالات أمراً مستحيلاً. وعليه، يمكن أن تنقرض أنواع كثيرة من الكائنات الحية.

لا يمكن التنبؤ بدقة بالغة بتأثيرات تغير المناخ بشكل تفصيلي. ولكننا نعلم، على أية حال، أن الحضارة البشرية تطورت في مدى ضيق من أحوال المناخ. وأي ابتعاد كبير عن تلك الأحوال سيسبب مصاعب هائلة ويتطلب استثمارات لا تحصى خلال مرحلة التكيّف والتعديل، ولأن بعض أهم التغيرات قد تحصل بشكل مفاجىء، وبتحذير ضئيل، فإن معظم التكاليف سيتحملها المجتمع الذي لا يدري بما يجري. ووسائل تجنب التغير الهائل للمناخ تستحق الآن اهتماماً جدياً. (انظر الفصلين الثاني والعاشر).

من أرض واحدة إلى عالم واحد:

مستقبلنا المشترك (Our Common Future) هو عنوان لتقرير يعد معْلماً نشرته هيئة البيئة والتنمية الدولية في نيسان ١٩٨٧م، وافتتح الفصل الأول بالعبارات التالية: «الأرض واحدة ولكن العالم ليس واحداً. كلّنا يعتمد على محيط حيوي واحد للإبقاء على حياتنا. غير أن كل مجتمع، وكل قطر يحاول جاهداً المحافظة على بقائه وازدهاره مُبْدياً اهتماماً ضئيلاً بأثر ذلك على الآخرين». ويمكن التغلب على التهديدات والأخطار المتعاظمة والمتداخلة التي يواجهها العالم اليوم فقط من خلال التزام جديد بتعاون دولي. وكما عبرت عن ذلك الهيئة، نحن بحاجة للانتقال من أرض واحدة إلى عالم واحد. ولدى الأغنياء والفقراء على حد سواء الكثير ليكسبوه من التعاون ـ كما يمكن لهم أن يخسروا كل شيء إذا بقينا سائرين في دروب منفصلة ومدمرة[٥٦].

لقد تميز العام المنصرم بسلسلة من المبادرات الهامة التي تتناول مشاكل مشتركة بروح تعاونية. ومن هذه المشاكل ما يتصل إلى حد كبير بالتطورات السياسية مثل خطة السلام في أمريكا الوسطى ومنها ما يتعلق بالبيئة مثل اتفاقية مونتريال بشأن وقاية الأوزون، وغيرها من المشاكل. وعلاوة على ذلك، فقد نشطت المنظمات العالمية وأعيد توجيهها للتركيز على المشاكل القائمة. ومع أن العالم يبقى منشقاً بسبب انقسامات عميقة، اقتصادية وثقافية وأيدولوجية، فإنه يمكن تضييق وحسر هذه الانقسامات عندما تدعو الأحوال إلى ذلك.

وقد تقلّص أعمق انقسام بين الشرق والغرب من خلال تركيز جديد على البرغماتية بدلاً من الأيدولوجية. ويبدو أن مجلس الشيوخ واللجنة التنفيذية للحزب الشيوعي يجمعان الآن على أن الحالة الاقتصادية الخطيرة لدى الدولتين العظميين يمكن تصويبها إذا عملتا معاً على تخفيف حدَّة التوتر وعلى تخفيض ميزانيات الدفاع.

وقد باشر السوفييت في العمل بشكل أساسي على انتهاج سبيل جديد من الصراحة والإصلاح الاقتصادي، وذلك باعتراف واضح بأن السياسات السابقة قد باءت بالفشل. ففي العام الماضي، دعت السلطات السوفييتية خبراء فنيين أجانب لزيارة منشآت دفاع في غاية الحساسية، كما سمحت لمجموعات محلية مهتمة بالبيئة أن توجه النقد لسياسات الحكومة علناً. والآن يناقش المسؤولون السوفييت أثناء سفرهم إلى الخارج مشاكل البلاد البيئية الخطيرة بصراحة، ويعربون عن الحاجة لمعالجة تلك المشاكل. إن ظهور الاتحاد السوفييتي كشريك كامل في دراسة ومعالجة المشاكل العالمية يمكن أن يساعد في تعجيل القيام بما يجب عمله إزاء هذه المشاكل على نطاق دولي.

واتفاقية عام ١٩٨٧م من حيث المبدأ بين الولايات المتحدة الأميركية والاتحاد السوفييتي بشأن الحد من الصواريخ المتوسطة والقصيرة المدى تعد إشارة مشجعة وهي في حدّ ذاتها لن تخفض كثيراً في النفقات العسكرية، ولكن إذا أدى الحوار الجاري بين الدولتين العظميين إلى تخفيض متبادل للقوات العسكرية التقليدية في

أوروبا وإلى اتفاق حول الأسلحة الاستراتيجية، فإن أثر ذلك سيكون ملموساً. والوقت والموارد المالية التي ستوفرها زعامة البلدين قد تكون بمثابة دفعة نقدية في الجهد الذي يمكن بذله لإيقاف التدهور الحاصل في صحة الأرض وسلامتها.

وتعد اتفاقية مونتريال التي تنص على الحد من استخدام مواد الفلوروهيدرو كربونات مثالاً أوسع للدلالة على تعاون دولي يشمل ٢٤ دولة. وتدعو الاتفاقية إلى تخفيض ما نسبته ٥٠٪ من إنتاج هذه المواد التي تسبب التلف للأوزون مع حلول عام ١٩٩٩م. ويجب أن تقوم الدول الصناعية بتنفيذ أكبر التخفيضات، لأنها هي التي تساهم على أوسع نطاق في خلق المشكلة، بينما تستطيع الدول النامية استخدام كميات إضافية من مواد الفلوروهيدرو كربونات، ولكنها ملتزمة بأن لا تصبح مستخدمة كبرى لتلك المواد قط. والاتفاقية ـ وهي إنجاز كبير لبرنامج البيئة التابع للأمم المتحدة (U.N. Environment Programme) الذي صمَّمها ورعاها من خلال أشهر عديدة من المفاوضات الدولية ـ تُلفت النظر من حيث استقطابها لدول عديدة على اختلافها الكبير في الأنظمة الاقتصادية والسياسات البيئية والفلسفات السياسية(٥٧).

وباعتراف المؤتمِرين في مونتريال علناً بالخطر الذي يهدد بنضوب الأوزون، فإن اتفاقية مونتريال تحفز صانعي القرار في كلا القطاعين: الخاص والعام على اتخاذ خطوات أبعد. وقد قامت فعلاً بلجيكا والدول الاسكندنافية بحظر إنتاج مواد الفلوروهيدرو كربونات كلية. وفي الولايات المتحدة الأميركية، فرضت فيرمونت (Vermont) حظر في مؤسسات الولاية على استعمال كل أنواع الفناجين والأطباق المصنوعة من البولسترين (Polystyrene) المحتوية على مواد الفلوروهيدرو كربونات. وكذلك مؤسسة مكدونالد للأطعمة، والمعروفة عالمياً بفروعها للخدمة السريعة في تقديم وجبات الطعام، أعلنت في آب ١٩٨٧م أنها ستنهي استخدام مواعين الطعام المصنوعة من تلك المواد(٥٨).

وتعد الاتفاقية المشار إليها بشأن مواد الفلوروهيدروكربونات في جوهرها انتصاراً مزدوجاً. فهي بالإضافة إلى دعوتها للمساعدة في الحفاظ على طبقة

الأوزون من خلال تخفيض الإصدارات التي تنبعث من المواد المذكورة ـ وهي واحداً من الغازات الأربعة التي تساهم في خلق تأثير البيوت الزجاجية ـ، فإن الاتفاقية ستساعد أيضاً على تخفيض التسخين الكوني. واتفاقية مونتريال أيضاً نصرٌ سيكولوجي هام. وقد جاءت في وقت تشير فيه كل معالم الأرض الحيوية إلى تدهور وتلف مستمرين، فعملت على زيادة ثقة الجمهور ورفع معنوياته. وتدل الاتفاقية على أن المجتمع الدولي قادر على التعاون عندما يواجه تهديداً مشتركاً.

إن القلق المتزايد إزاء التسخين المتوقع يجعله مرشحاً منطقياً للجولة القادمة من المباحثات الدولية حول البيئة. وقد تمّ انعقاد اجتماعينْ علميّين على صعيد دولي لبحث موضوع التسخين الكوني، ولكنه يبقى من الصعب حث الأمة وتحريكها للقيام بعمل فعال إزاء هذه القضية، ناهيك عن الاستثمار الفعلي المطلوب لحماية المناخ. ومع أن تسخين الأرض المنتظر والقوى المسببة له أصبحت مفهومة على نطاق واسع، إلّا أن الآثار الدقيقة، المناخية والإنسانية، لهذا التسخين ليست كذلك. ومن الصعب أن يهيء الإنسان نفسه لخطر مجهول، خاصة إذا كان ذلك الخطر سيهدد بلداناً مختلفة بطرق متباينة.

وتغير المناخ مأساة كبرى لعموم الكائنات. ومع أن البلدان الصناعية هي المسؤولة بدرجات متفاوتة عن المشكلة، إلّا أن إصدارات الكربون آخذة في الازدياد على صعيد كوني، وبشكل أسرع ما يكون في أوروبا الشرقية والاتحاد السوفييتي. وما لم يعمل الجميع معاً، فلا يوجد هناك داعي للعمل بشكل منفصل. ولأن تغير المناخ يتسارع بسبب احتراق أنواع الوقود المستخرج من الأرض، ولأنه غير قابل لإصلاحات فنية سريعة، فإن إبطاء تقدمه سيتطلب بالضرورة مبادرات جديدة ـ مبادرات ستكون مطالبها أكثر بكثير من المبادرة التي تضمنتها الاتفاقية التي وقعت في مونتريال.

وتحاول فصول عديدة من هذا التقرير أن ترسم الأبعاد العريضة لبرنامج يدعو إلى كفاية الطاقة، وتطوير طاقة متجددة، وإعادة التحريج التي يمكن بدورها أن تحمي المناخ الكوني. (انظر الفصول: الثالث والرابع والخامس). وليس الوقت

متأخراً جداً لبدء العمل، ولكن نطاق العمل المطلوب سيزداد كل سنة نؤجل فيها القيام بالعمل. ولا يمكن وقف تيار تلاشي الغابات إلاَّ إذا عملنا على حماية الغابات المتبقية، وسارعنا في زراعة الأشجار، وخففنا من الفقر المهلك الذي يؤدي إلى زوال أشجار الغابات من أجل وقود الحطب في بلدان عديدة، ووضع حد لهذه الممارسة في الدول الأكثر فقراً.

ويمكن تبرير النفقات الاقتصادية، الباهظة بالنظر إلى التكاليف التي لم يسبق لها مثيل والتي سيتكبدها العالم من جراء عدم السيطرة على تغير المناخ. ولكنه يمكن تبريرها أيضاً على أسس محدودة أكثر. ففي حالات عديدة ستجمع المبالغ اللازمة بصورة شخصية من أجل زيادة الأرباح المشتركة أو من قبل الحكومات المحلية الراغبة في تخفيض تلوث الهواء. وعلى أية حال، يجب استخدام الهدف الهام الذي نرمي من ورائه إلى حماية المناخ كحافز لتشجيع هذه الاستثمارات. واتفاقية دولية موسعة تحتم على حماية المناخ ستشجع الالتزام المتزايد بالعمل على تحقيق كفاية الطاقة وإعادة التحريج، واضعين نصب أعيننا المصالح الذاتية القومية وفي نفس الوقت المصالح الكونية المشتركة.

إننا لا نستطيع إنكار وجود صعوبة في تعبئة الجهود المشتركة لمعالجة المشاكل التي نواجهها. فدُيون العالم الثالث، والنزاعات التجارية، ومستودعات الأسلحة العسكرية المتزايدة، كلها تشكّل عوامل مسببة للخلاف والشقاق. والتحسن العالمي الذي طرأ على الأحوال المعيشية التي تميز بها الربع الثالث من هذا القرن لا يمكن الاستمرار في اعتباره أمراً مسلماً به. وإفريقيا برهنت على ذلك. والتدهور الذي أصاب الأحوال المعيشية هناك ليس صعباً قلبه، غير أن الخطوات المطلوبة لقلب هذا التقهقر لم تتّخذ بعد. وتشهد أمريكا اللاتينية الآن انخفاضاً في مستويات المعيشة التي قوضتها بعض نفس الضغوطات التي حشرت إفريقيا في الزاوية.

وبينما يعجِّل القحط في التصحر في شبه القارة الهندية، يمكن أن تشهد التسعينات انكماشاً تجارياً في هذه المنطقة أيضاً[٥٩].

لم تتجمع في الأفق غيوم سوداء كثيرة لهذا الحد منذ عقد الكساد الاقتصادي في الثلاثينات وعقد الحرب في الأربعينات وربما يُحدث جيل التحديات الجديد وجهات نظره الجديدة ومبادراته التعاونية الحديثة. واعترافاً من البنك الدولي بفشل استراتيجيات التنمية التي لم تأخذ بعين الاعتبار مبادىء بيئية رئيسة، واستجابة للضغط الذي مارسته عليه مجموعات خاصة مهتمة بالبيئة وحكومات عديدة ـ فقد تبنى وجهة نظر جديدة. إذ أصبحت حماية البيئة إحدى الأولويات. وفي خطاب ألقاه الرئيس الجديد للبنك الدولي في أيار عام ١٩٨٧م، قال Barber Conable : «ليس علينا فقط أن نعيد تشكيل نظرتنا ونشاطاتنا، بل علينا أيضاً أن نعيد تشكيل عادات ووجهات نظر راسخة في أذهان مئات الملايين من الأفراد وقادتهم»(٦٠).

وقد تمّ الوعد بإنشاء دائرة للبيئة معززة بخمسين موظفاً مختصاً، تُوكل إليها مهمة معرفة وتحديد المشاريع القائمة التي تعمل على الضرر بالبيئة، والخروج بوسائل لتحسين فعاليتها. إن هذه خطوة هامة، ولكن معظم قروض البنك مبنية على معايير اقتصادية تقليدية. ولم يُلزم البنك نفسه بعد باستراتيجية تنمية مرتبطة بمشاكل البيئة على نحو قادر على الثبات بحيث يستطيع إعادة توجيه برنامج الإقراض لديه برمّته، وليس من الواضح أنه سيكون بمقدوره تنفيذ هذه المهمة الأوسع.

وفي تشرين أول من عام ١٩٨٧م قدمت رئيسة وزراء النرويج Gro Harlem Brunt land تقرير الهيئة الدولية للبيئة والتنمية أمام الجمعية العامة للأمم المتحدة. ويدعو التقرير إلى إعادة توجيه اهتمامات المؤسسات الدولية والتركيز على تنمية قادرة على الثبات. وكما ذكرت رئيسة الوزراء Brunt land في المقدمة التي أعدها رئيس تلك الهيئة في مقدمة التقرير: «إذا لم ننجح في نقل رسالتنا الملحة إلى الآباء والأمهات وصانعي القرار اليوم، فإننا نخاطر بهدر حق أطفالنا بالعيش في بيئة صحية تجعل الحياة جميلة لهم. . . ونحن ندعو إلى القيام بجهود مشتركة وإلى أنماط جديدة من السلوك على كافة الأصعدة لتكون في خدمة مصالح الجميع»(٦١).

وعلينا الانتظار لنرى كيف تستجيب الدول صاحبة السيادة للتوصيات التي تضمنها تقرير الهيئة. ولكن تقديم التقرير ومناقشته في الجمعية العامة يعدان دون شك خطوة كبرى إلى الأمام. فقد شكّل ذلك التقرير حلقة وصل قوية بين الأهداف المترابطة التي ترمي إلى تخفيض الفقر من ناحية وحماية النظم الداعمة للحياة في هذا الكون من ناحية أخرى.

Chapter 1. The Earth's Vital Signs

1. West German data from Der Bundesminister Für Ernährung, Landwirtschaft, und Forsten, "Neuartige Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland," Bonn, West Germany, October 1983; International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, "Forest Damage and Air Pollution: Report on the 1986 Forest Damage Survey in Europe," Global Environment Monitoring System, U.N. Environment Programme (UNEP), Nairobi, mimeographed, 1987.

2. For evidence that warming is under way see P.D. Jones et al., "Global Temperature Variations Between 1861 and 1984," *Nature*, July 31, 1986, and B. Vaugh Marshall and Arthur Lachenbruch, "Changing Climate: Geothermal Evidence from Permafrost in the Alaskan Artic," *Science*, November 7, 1986; V. Ramanathan et al., "Trace Gas Trends and Their Potential Role in Climate Change," *Journal of Geophysical Research*, June 20, 1985.

3. Shirley Christian, "Pilots Fly Over the Pole Into Heart of Ozone Mystery," *New York Times*, September 22, 1987; "Ozone Hole Deeper Than Ever," *Nature*, October 8, 1987; for effects, see U.S. Environmental Protection Agency (EPA) and UNEP, *Effects Of Changes in Stratospheric Ozone and Global Climate, Volume 1: Overview* (Washington, D.C.: 1986).

4. Two thirds figure derived from U.S. Department of Agriculture (USDA), Economic Research Service (ERS), *An Economic Analysis of USDA Erosion Control Programs* (Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1986), and from Norman A. Berg, "Making the Most of the New Soil Conservation Initiatives," *Journal of Soil and Water Conservation*, January/February 1987.

5. Michael Weisskopf, "Nations Sign Agreement to Guard Ozone Layer," *Washington Post*, September 17, 1987.

6. Paul Lewis, "Rare Unity Brings Smile to 'Toothless Tiger,'" *New York Times*, September 20, 1987.

7. U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *Tropical Forest Resources*, Forestry Paper 30 (Rome: 1982); Centre for Science and Environment, *The State of India's Environment 1984–85* (New Delhi: 1985).

8. FAO, *Tropical Forest Resources*.

9. International Co-operative Programme, "Report on the 1986 Forest Damage Survey in Europe."

10. USDA Soil Conservation Service and Iowa State University Statistical Laboratory, *Basic Statistics 1977 National Resources Inventory*, Statistical Bulletin No. 686 (Washington, D.C.: 1982); Lester R. Brown and Edward C. Wolf, *Soil Erosion: Quiet Crisis in the World Economy*, Worldwatch Paper 60 (Washington D.C.: Worldwatch Institute, September 1984).

11. Gandhi quote from national broadcast of January 5, 1985, as quoted in Government of India, "Strategies, Structures, Policies: National Wastelands Development Board," New Delhi, mimeographed, February 6, 1986.

12. Number of chemicals in use from "The Quest for Chemical Safety," *International Register of Potentially Toxic Chemicals Bulletin*, May 1985.

13. H. Jeffrey Leonard, "Hazardous Wastes: The Crisis Spreads," *National Development*, April 1986.

14. Jean Pierre Lasota, "Darkness at Noon," *The Sciences*, July/August 1987.

15. James Bovard, "A Silent Spring in Eastern Europe," *New York Times*, April 26, 1987.

16. Cass Peterson, "Ozone Depletion Worsens: Hazard to Researchers Seen," *Washington Post*, October 28, 1987; Walter Sullivan, "Ozone Hole Raising Concern for Scientists' Safety," *New York Times*, October 28, 1987.

17. F. Sherwood Rowland, Department of Chemistry, University of California at Irvine, and Michael B. McElroy, Department of Earth and Planetary Sciences, Harvard University, Testimonies at Hearings, Committee on Environment and Public Works, U.S. Senate, October 27, 1987.

18. See Charles D. Keeling et al., "Measurements of the Concentration of Carbon Dioxide at Mauna Loa Observatory, Hawaii," in William C. Clark, ed., *Carbon Dioxide Review* (New York: Oxford University Press, 1982).

19. FAO, *Fuelwood Supplies in The Developing Countries*, Forestry Paper 42 (Rome: 1983).

20. Example from Ecuador from Paul Warpeha, Peace Corps volunteer, seminar given at Worldwatch Institute, 1978; example from Sahel from Bina Agarwal, *Cold Hearths and Barren Slopes: The Woodfuel Crisis in the Third World* (Riverdale, Md.: The Riverdale Co., Inc., 1986).

21. Government of India, "National Wastelands Development Board."

22. Southern African Development Coordination Conference, *SADCC Agriculture: Toward 2000* (Rome: FAO, 1984).

23. Government of India, "National Wastelands Development Board."

24. Barber B. Conable, President, World Bank, address delivered to the World Resources Institute, Washington, D.C., May 5, 1987.

25. Robert Mann, "Development and the Sahel Disaster: The Case of The Gambia," *The Ecologist*, March/June 1987.

26. J. Bandyopadhyay and Vandana Shiva, "Drought, Development and Desertification," *Economic and Political Weekly*, August 16, 1986.

27. Ibid.

28. USDA, ERS, *World Indices of Agricultural and Food Production 1950–1987* (unpublished printout) (Washington, D.C.: 1987).

29. For a discussion of Chinese military spending see Lester R. Brown, "Redefining National Security," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1986* (New York: W.W. Norton & Co., 1986); Chinese agriculture statistics from USDA, ERS, *China: Situation and Outlook Report* (Washington, D.C.: 1986).

30. According to Worldwatch estimates based on data from American Petroleum Institute and U.S. Department of Energy (DOE), fossil fuel consumption increased from 3 billion tons of coal equivalent in 1950 to 12 billion tons in 1986. Gross world product increased from $2.9 trillion (1980 dollars) in 1950 to $13.1 trillion in 1986; see also Herbert R. Block, *The Planetary Product in 1980: A Creative Pause?* (Washington, D.C.: U.S. Department of State, 1981). According to USDA data, grain production increased from 624 million tons in 1950 to 1,423 million tons in 1980; for a discussion of petroleum use by farmers see Lester R. Brown, "Sustaining World Agriculture," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1987* (New York: W.W. Norton & Co., 1987). For a discussion of all these trends, see Lester R. Brown and Sandra Postel, "Thresholds of Change," in ibid. World auto production from Motor Vehicle Manufacturers Association, *World Motor Vehicle Data Book, 1982 Edition* (Detroit, Mich.: 1982); United Nations, *World Energy Supplies* (New York: 1976); United Nations, *Yearbook of World Energy Statistics* (New York: 1983).

31. British Petroleum Company, *BP Statistical Review of World Energy* (London: 1987).

32. Ibid; DOE, Energy Information Administration (EIA), *Monthly Energy Review*, July 1987.

33. "Coal-Fired Power to Reach 670 GW by 2000, Says IEA," *Energy Daily*, October 6, 1987; World Bank, *China: The Energy Sector* (Washington, D.C.: 1985).

34. Ralph Rotty, University of New Orleans (formerly of Institute for Energy Analysis, Oak Ridge Associated Universities, Oak Ridge, Tenn.), private communications, June 16 and November 4, 1987; sulfur data from Swedish Ministry of Agriculture, *Proceedings: The 1982 Stockholm Conference on Acidification of the Environment* (Stockholm: 1982); nitrogen data from P.J. Crutzen and M.O. Andreae, "Atmospheric Chemistry," in T.F. Malone and J.G. Roederer, eds., *Global Change* (New York: Cambridge University Press, 1985).

35. EPA, *National Air Pollutant Emission Estimates 1940–85* (Research Triangle Park, N.C.: 1987).

36. John McCormick, *Acid Earth* (Washington, D.C.: International Institute for Environment and Development, 1985); *Acid Magazine*, Vol. 1, 1987.

37. 1982 West German data from Der Bundesminister Für Ernährung, Landwirtschaft, und Forsten, "Neuartige Waldschäden"; 1986 data from International Cooperative Programme, "Report on the 1986 Forest Damage Survey in Europe."

38. Observations about relative damage from "Auswirkungen des Waldsterbens und Stand der Gegenmaßnahmen in Europa," *Holz-Zentralblatt*, October 26, 1987; Bovard, "A Silent Spring in Eastern Europe."

39. Hon. Tom McMillan, "Canada's Perspective on Global Environment and Development," speech before the 42nd session of

the U.N. General Assembly, New York, October 19, 1987.

40. Rain data from James N. Galloway, "Acid Rain: China, United States, and a Remote Region," *Science*, June 19, 1987; forest damage from "Acid Rain Harms Southwest Forests," *Beijing Review*, October 19, 1987.

41. Svante Arrhenius, "On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Ground," *Phil. Magazine*, Vol. 41, 1896.

42. Rotty, private communications; R.A. Houghton et al., "The Flux of Carbon from Terrestrial Ecosystems to the Atmosphere in 1980 Due to Changes in Land Use: Geographic Distribution of Global Flux," *Tellus*, February/April 1987; Irving M. Mintzer, *A Matter of Degrees: The Potential for Controlling the Greenhouse Effect* (Washington, D.C.: World Resources Institute, 1987); Charles D. Keeling, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Calif., private communication, November 11, 1987.

43. World Meteorological Organization (WMO), *A Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of Other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts*, Villach, Austria, October 9–15, 1985 (Geneva: WMO, International Council of Scientific Unions, and UNEP, 1986).

44. Malone and Roederer, *Global Change*; Mintzer, *A Matter of Degrees*.

45. Mintzer, *A Matter of Degrees*.

46. WMO, *Assessment of Role of Carbon Dioxide and Greenhouse Gases in Climate Variations*.

47. Jessica Tuchman Mathews, "National Security, Global Survival," presentation given at the Comittee for National Security's Fifth Women's Leadership Conference, Washington, D.C., June 25, 1987.

48. Michael C. MacCracken and George J. Kukla, "Detecting the Climatic Effects of Carbon Dioxide: Volume Summary," in Micheal C. MacCracken and Frederick M. Luther, eds., *Detecting the Climatic Effects of Increasing Carbon Dioxide* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1985).

49. S. Manabe and R.T. Wetherald, "Reductions in Summer Soil Wetness Induced by an Increase in Atmospheric Carbon Dioxide," *Science*, May 2, 1986; WMO, *Assessment of the Role of Carbon Dioxide and Greenhouse Gases in Climate Variations*.

50. Cynthia Rosenzweig, "Potential CO_2-Induced Climate Effects On North American Wheat-Producing Regions," *Climatic Change*, Vol. 7, 1985; Cynthia Rosenzweig, "Climate Change Impact on Wheat: The Case of the High Plains," paper presented at the Symposium on Climate Change in the Southern United States: Future Impacts and Present Policy Issues, sponsored by the Office of Policy, Planning, and Evaluation, EPA, New Orleans, La., May 28–29, 1987.

51. See Sandra Postel, "Stabilizing Chemical Cycles," in Brown et al, *State of the World 1987*.

52. EPA projections cited in *Glaciers, Ice Sheets, and Sea Level: Effect of A CO_2-Induced Climatic Change*, report prepared for the DOE on a workshop held in Seattle, Wash., September 13–15, 1984 (Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1986).

53. Erik Eckholm, "Significant Rise in Sea Level Now Seems Certain," *New York Times*, February 18, 1986. See also Tom Goemans and Tjebbe Visser, "The Delta Project: The Netherlands Experience with a Megaproject for Flood Protection," *Technology in Society*, Vol. 9, 1987.

54. Maumoon Abdul Gayoom, speech before the 42nd Session of the U.N. General Assembly, New York, October 19, 1987.

55. Graham S. Giese and David G. Aubrey, "Losing Coastal Upland to Relative Sea-Level Rise: 3 Scenarios for Massachusetts," *Oceanus*, Vol. 30, No. 3, 1987.

56. World Commission on Environment and Development, *Our Common Future* (New York: Oxford University Press, 1987).

57. Weisskopf, "Nations Sign Agreement to Guard Ozone Layer."

58. Information on banning CFC production in Belgium and Nordic countries from embassies, Washington, D.C., private communications; "Vermont Says No To Plastic Plates," *New York Times*, September 13, 1987; "'Mac' Backs CFC Attack," *World Environment Report*, August 20, 1987.

59. For a discussion of Africa see Lester R. Brown and Edward C. Wolf, *Reversing Africa's Decline*, Worldwatch Paper 65 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, July 1985).

60. Conable, address before the World Resources Institute.

61. World Commision on Environment and Development, *Our Common Future*.