١٠

تسخير السوق من أجل البيئة

Harnessing the Market For the Environment

ديفيد مالين رودمان

David Malin Roodman

تستمر الأدلة في التزايد على أن من طبيعة الأنظمة الاقتصادية الصناعية ذاتها العمل على تردي البيئة التي تعتمد عليها وتضرُّ بالناس الذين تقوم على خدمتهم. وبعض الشواهد على ذلك ظاهرة بشكل يبعث الذعر، والبعض الآخر منها خبيثة تهدد بالخطر. ففي مدينة تِبليسي (Teplice) في جمهورية تشيكيا، يلبس الأطفال الأقنعة الواقية وهم في طريقهم إلى المدرسة لحماية رئاتهم الغضَّة من السُخام والكبريت اللذين يتدفقان من مصانع الفحم المجاورة. وفي أجزاء من الهند والصين والشرق الأوسط وغربي الولايات المتحدة يقوم المزارعون بضخِّ المياه من الطبقات الصخرية المائية تحت أقدامهم بسرعة كما لو كانوا على ظهر سفينة مشرفة على الغرق - ومما يدعو للسخرية أنهم بالفعل كذلك، لأن طبقات المياه آخذة بالهبوط بشكل مضطرد. وفي الوقت نفسه فإن المقيمين في فيجي وغرينادا وغيرها من الدول الجزر الصغيرة، يخشون أن يؤدي ارتفاع مستوى البحر الناجم عن ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى إزالة مواطنهم عن خارطة الأرض تماماً، بكل معنى الكلمة[١].

وإذا استمرت الاتجاهات الحالية، فإن مثل هذه المشاكل لن تزداد إلا سوءاً. فالنمو

نتقدم بالشكر لمؤسسة والاس الجينية (Wallace Genetic Foundation) للدعم الذي قدَّمته لهذا الفصل والأبحاث المتعلقة بهذا الموضوع.

الاقتصادي العالمي يتسارع الآن بينما تتدافع دول أمريكا اللاتينية وآسيا والاتحاد السوفييتي السابق لتحاكي النموذج الاقتصادي الغربي. ويمكن أن ينضمَّ إلى ملايين الضحايا حتى الآن من تلوث الهواء ملايين كثيرة أخرى. ويمكن أن تتضاعف انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الصادر عن البيوت الخضراء بحلول عام ٢٠٥٠، ومعظم ذلك نتيجة لازدياد استعمال الوقود الاحفوري؛ ومع ذلك فإن الإجماع بين علماء المناخ هو أن هذه الانبعاثات ستكون أعلى بـ ٥-١٠ مرات من الحد الأقصى الذي يمكن عنده تجنب تغير المناخ. وغالباً ما تقوم السياسات البيئية الحالية بتخفيف أعراض عدم الاستدامة البيئية عن طريق توصيف حلول ختامية ولكنَّ العلَّة تظلُّ تأخذ في الانتشار. وهذا يدل على أن المشاكل الحقيقية أعمق بكثير مما تبدو عليه وبالتالي تتطلَّب حلولاً أكثر عمقاً[٢].

وأحد أكثر العيوب الأساسية في الاقتصاديات القائمة على السوق هو أن الأسعار التي تستخدم لإرشاد قرارات الشراء وتخصيص الموارد نادراً ما تعكس التكلفة الكاملة للدمار البيئي. فعندما يقوم عمال مصنع الفحم في تبليسي بضخِّ الانبعاث غير المعالج في الهواء وعندما يقوم مزارعو تكساس بضخ المياه الجوفية في حقولهم، فإن التكاليف التي يفرضونها على هذا الجيل والأجيال المستقبليَّة لا تظهر في دفاترهم العامة. ونتيجة لذلك، ليس هناك ما يدفعهم أن التكاليف المجتمعية للتلوث واستنزاف المياه تفوق كثيراً الفوائد المجنيَّة. والأسوأ من ذلك، ليس هناك من يخبرهم أن القرارات الفردية للقيام بالتلويث - حتى عندما تفوق الفوائد الاقتصادية التكاليف - يمكن أن تكون انتهاكاً للقيم المجتمعية الأساسية المتعلقة بحُرمة صحة الإنسان وممتلكاته.

ولكي تجعل نظام السوق يعكس الحقائق الخاصة بالأنظمة البيئية بدلاً من إخفائها، تحتاج المجتمعات إلى تطبيق المبدأ الجدري والواضح في الوقت نفسه: وهو أن الناس والشركات التجارية والصناعية يتوجَّب عليهما دفع التكلفة الكاملة للضرر الذي يلحقانه بالآخرين. ولكي «تجعل الأفراد والجهات التي تسبِّب التلوث تدفعُ تكاليفه»، تحتاج الحكومات إلى بيع عدد محدود من التراخيص الخاصة بالتلوُّث واستنزاف الموارد أو فرض ضرائب مباشرة على هذه النشاطات، بالطريقة التي تقوم الكثير من الحكومات من خلالها بفرض الضرائب على السجائر للحدِّ من التدخين.

وعن طريق زيادة تكاليف التردي البيئي، ستقدِّم الحكومات حافزاً قوياً للأعمال التجارية والصناعية للعمل بطرق أكثر سلامة من الناحية البيئية. فإذا قامت هذه الأعمال

كذلك بوضع هذه التكاليف الأعلى على كاهل المستهلكين، فإن بطاقات تحديد الأسعار ستكون هي التي تعكس الأسعار البيئية الحقيقية، مما يشجع المستهلكين على انفاق نقودهم على المنتجات والخدمات الأقل ضرراً. وعلى المدى الطويل، ستحفز الضرائب وأنظمة التصاريح على الوصول إلى تكنولوجيات وأساليب حياتيَّة أكثر نظافة وأكثر كفاءة في استخدام الموارد.

ومع ارتفاع الدخل من الضرائب والغرامات البيئية، يمكن للحكومات أن تخفِّض أنواع الضرائب الأخرى للإبقاء على عبء الضرائب الإجمالي ثابتاً. وعلى سبيل المثال، يمكن للحكومة التي تَجْبي غرامة عن انبعاث الكربون أن تعيد تدوير الدخل ثانية في الاقتصاد عن طريق تخفيض الضرائب على الأجور أو أرباح الشركات. وبصورة عامة، فإن الصناعات التي لا تطلق سوى القليل من الكربون ستحصل على تخفيضات ضريبية أكثر مما تدفعه على شكل غرامات بيئية، مما يحفز على العمالة والاستثمار في الصناعات الأكثر نظافة في الوقت الذي تقلل فيه من العمالة والاستثمار في الصناعات الأكثر قذارة. وإذا جرى توظيف هذه التخفيضات الضريبية على النحو الصحيح، فإنها تستطيع بالفعل تحسين مشاكل من مثل البطالة والأجور المتدنية والاستثمارات المتجمِّدة، حتى وهي تقود الاقتصادات الصناعية في اتجاه استدامة الأنظمة البيئية.

وفي الحقيقة، فإن مثل هذا التحوُّل هو ما يبدو تماماً أنه يتخذ طريقه في مختلف أنحاء العالم. وفي الوقت الحاضر، فإن الكثير من الغرامات البيئية قليلة جداً إلى حدٍّ أنها لا تعكس التكلفة الكاملة للدمار البيئي. ولا زال الكثير من الحكومات يقدِّم الدعم لمثل هذه النشاطات بكثافة. ومع ذلك وبمثل ما كان التطبيق التدريجي لنظام الضرائب الحديث على الدخل والأجور والمبيعات قبل حوالي قرن مضى، هناك موجة كبيرة في تاريخ جمع الضرائب أخذت تلوح في الأفق. فإذا ارتفعت إلى ذروة ما تحمله من إمكانيات - أي إلغاء أشكال الدعم المدمِّرة بيئياً وفرض الضرائب وغرامات التصاريح التي تعكس التكلفة البيئية الكاملة - فإنها ستحدث تحولاً تبلغ قيمته تريليون دولار في عبء الضريبة العالمي لصالح حماية البيئة.

أوضاع الضرائب في العالم

ما دام كان هناك حضارات تقوم على المدن، فسيكون هناك فئات حاكمة تقوم بجمع الأموال من السكان عامة لدعم وجودها وأعمالها العسكرية وغير ذلك من المشاريع. ومُدوَّنٌ

في قوانين الضرائب في الماضي والحاضر قصص عن تغيُّر التكنولوجيات والثقافات الاجتماعية والسياسية والظروف الاقتصادية والقيم الاجتماعية والتي تمثِّل مادة للتاريخ. وفي بابل والصين والهند القديمة، وفي حضارات الانكان (Incan) والآزتك (Aztec)، كان هناك نوعان من الثروة المتحرِّكة: الغذاء والعمل اليدوي. وكان الملوك - القساوسة الدكتاتوريون يتقاضون ضرائب عنهما معاً، يقتطعون عُشاريَّة (Tithing) أو أكثر من حصاد الحبوب الذي يجنيه الفلاحون القرويون، ويسخِّرون جهودهم في الجنديَّة أو بناء قنوات الري أو الأهرامات. ومع ازدهار التبادل والتجارة في المجتمعات التي تزايدت تعقيداً في روما واليونان القديمة أصبحت الضرائب على ثروة الطبقة العليا المتزايدة وعلى السلع التجارية المتبادلة مثل الملح والأنسجة عملية مربحة وأسهل إدارة نظراً لصغر عدد دافعي الضرائب المشاركين[٣].

إن فرض الضرائب على النشاطات البناءة مثل العمل والاستثمار والتجارة من شأنه أن يحبط هذه الأمور التي تُؤخذ منها هذه الضرائب.

والكثير من الضرائب التي كانت تفرض في الماضي ظلت حتى الآن على قيد الحياة في أشكال متعدِّدة، ولكنها أصبحت أقل أهمية كمصادر للدخل. وعلى سبيل المثال، فإن ضريبة العقارات الحديثة هي الوريث المباشر لضريبة الحبوب العينية. كما بقيت ضرائب التجارة والمبيعات الخاصة ببعض المنتجات حيَّة على شكل ضرائب السجائر والغازولين. وبصورة عامة، على أية حال، فإن هذه الضرائب لا تمثل سوى أقل من ٢٠ بالمائة من دخل الحكومات اليوم[٤].

وبعد الانقلاب الصناعي، اتَّسعت الميزانيات العامة على نحو سريع في الدول الغربية - بأسرع من الاقتصاديات بصورة عامة - ويعكس ذلك التكاليف المتصاعدة للأسلحة والحروب، وظهور برامج الرعاية الاجتماعية وإدخال أشكال الدعم المختلفة لصناعات مثل الزراعة والطاقة. ولتمويل هذا النمو، تبنى الرسميُّون الحكوميُّون، بصورة غير ثابتة، الضرائب القائمة على قاعدة عريضة مثل ضرائب الدخل والأرباح والأجور - التي تُجبى دون أن يكون لها سوى القليل من السوابق التاريخية - وتتَّسع لتشمل ضريبة المبيعات (أو ضريبة القيمة المضافة) على معظم السلع والخدمات.

وعلى سبيل المثال، أفادت النمسا وهولندا وبريطانيا العظمى من ضرائب الدخل في وقت مبكِّر مثل الفترة ١٧٩٩ - ١٨١٥ لتمويل حروبها ضد نابليون. وعاودت الضرائب

الظهور في بريطانيا في عام ١٨٤٢، وكما كان يفترض، كإجراء مؤقت مرةً أخرى. ولكن تزايد المطالب على الخزينة ضمن لهذه الضرائب الاستمرارية، على الرغم من المعارضة السياسية. وفي الولايات المتحدة، دخلت ضريبة الدخل حيِّز التنفيذ أثناء الحرب الأهلية، ثم شُطبت فيما بعد من قبل المحكمة العليا وعادت بصورة نهائية بتعديل دستوري عام ١٩١٣ . وفي العالم الغربي ككل، أصبحت الضرائب على المبيعات والأرباح والأجور والدخل هي القاعدة بحلول نهاية الحرب العالمية الثانية. واستمرت العائدات من هذه الضرائب الجديدة في التضخُّم، وأصبحت الآن مسؤولة عن معظم بنود مصاريف الحكومات[٥].

أما القوانين الضريبية في معظم الدول النامية فلا زالت تبدو أشبه ما تكون بتلك التي كانت سائدة في العصور القديمة، لأن معظم الأُسر والأعمال هناك الآن، كما في السابق، لا تكسب سوى القليل مما لا يبرِّر الجهد الاداري اللازم لحساب دخول الأفراد وأرباح الشركات. ففي الهند، يأتي ٧٥ بالمائة من دخل الحكومة من الضرائب المفروضة على الواردات والصادرات والمبيعات المحليَّة. كما أن معدلات الضرائب منخفضة نسبياً في الدول الأكثر فقراً، على أية حال، وفي العادة لا تساوي أكثر من ٥-٢٠ بالمائة من إجمالي الناتج المحلي، مقارنة بـ ٣٠-٤٠ بالمائة في الدول الصناعية. ومع ازدياد النشاطات الاقتصادية الرسمية في الدول النامية، فإن من المحتمل أن تصبح قوانينها الضريبية تشبه بصورة أكبر مثيلاتها في الغرب. وفي الوقت الحاضر، تجمع الحكومة الألمانية من ضريبة الدخل بالنسبة للفرد الواحد ما يساوي ٥٢ ضعفاً مما تجمعه الحكومة الهندية في هذا المجال؛ ولا يتدفق سوى ٢٨ بالمائة من هذه الأموال من ضرائب المبيعات والتجارة (انظر جدول ١٠-١)[٦].

وبالإضافة إلى توليد جزء كبير من الدخل، هناك فوائدُ أخرى للضرائب ذات القاعدة العريضة. وعلى سبيل المثال، فإن جميع الأنظمة الضريبية العاملة حالياً تقريباً تصاعدية ولو بصورة متواضعة على الأقل، تأخذ نسبياً أكثر من أصحاب الدخول الكبيرة مما تأخذه من الفقراء، على افتراض أن بإمكان الأغنياء إعطاء نصيب أكبر من دخلهم دون التأثير على صحتهم أو حياتهم. وبالإضافة إلى ذلك، تميل الضرائب القائمة على قاعدة عريضة إلى كبت الدورات الاقتصادية التي تتسم بالازدهار والإخفاق. وفي فترات الركود الاقتصادي، فإن تدنِّي الدخول والأرباح يؤدي إلى تدني الدخل الحكومي من الضرائب، مما يخفف مؤقتاً من عبء الحكومة على الاقتصاد.

وعلى أية حال، ففي أثناء عملية حلِّها لبعض المشاكل، تؤدي الضرائب الحديثة إلى خلق

جدول ١٠-١ الدخل الحكومي من الضرائب، الإجمالي ووفق المصادر، دول مختارة، ١٩٩٣

الدولة	إجمالي الدخل الحكومي من الضرائب		المصادر[١]			
	من كل فرد	النصيب من اجمالي الناتج المحلي	الأرباح والدخل	الأجور[٢]	المبيعات والتجارة[٣]	العقارات
	(دولار ١٩٩٤[٤])	(٪)	(٪ نصيب اجمالي الدخل الحكومي من الضرائب)			
ألمانيا	٧٤٤٣	٣٩	٣١	٣٩	٢٨	٣
الولايات المتحدة	٧٣١٥	٣٠	٤٢	٢٩	١٧	١١
اليابان	٦١٥٥	٢٩	٤١	٣٤	١٤	١١
روسيا	١٩٣٨	٣٦	٢٩	٢٨	٣١	١٢[٥]
تايلند[٦]	١٠٩٨	١٦	٣١	١	٦٤	٣
ايران[٦]	٤١٦	٧	٢٨	٢٦	٤١	٤
الهند[٦]	١٤٤	١١	٢٥	صفر	٧٥	٠,٣

(١) بعض الصفوف لا تصل إلى ١٠٠ بسبب التقريب وبسبب الضرائب الصغيرة الأخرى على المصادر الأخرى غير المذكورة.

(٢) تضم اسهامات الموظفين وأصحاب العمل في صناديق الضمان الاجتماعي.

(٣) تضم الضرائب العامة على حجم الأعمال التجارية والمبيعات والقيمة المضافة؛ والضرائب على منتجات خاصة مثل الغازولين والسجاير وضرائب الصادرات والواردات.

(٤) محوّلة من العملات المحلية على أساس تعادل القوّة الشرائية.

(٥) تضم المصادر غير العقارية وغير الضريبية.

(٦) الحكومة المركزية فقط.

SOURCE: Worldwatch estimates, based on Organisation for Economic Co-operation and Development, *Revenue Statistics of OECD Member Countries 1960-1994* (Paris: 1995), on World Bank, *World Data 1995: World Bank Indicators on CD-ROM* (electronic database) (Washington, D.C.: 1995) on U.N. Development Programme, *Human Development Report 1995* (New York: Oxford University Press, 1995), and on International Monetary Fund, *World Economic Outlook May 1995* (Washington, D.C.:1995).

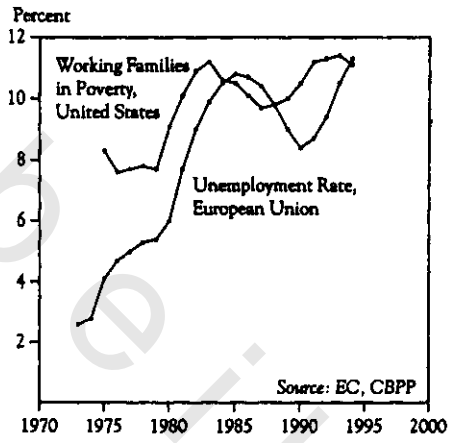
obeikandl.com

مشاكل أخرى. ففي العصور القديمة، لم يكن هناك سوى القليل لفرض الضرائب عليه بجانب الضروريات، وما كان للمزارعين أن يحصدوا الأقل من الحبوب حتى وهم يعلمون أن الملك سيحرمهم من نصيب من محصولهم، لأنهم كانوا مع ذلك لا يزالون بحاجة إلى إطعام عوائلهم. أما اليوم، ففي الدول التي يعيش فيها معظم الناس معيشة مريحة بأكثر من مجرد البقاء على قيد الحياة، فإن المستهلكين والأعمال أقدر على تكييف قرارات الشراء والاستثمار بما يمكنهم من تحاشي الضرائب. ونتيجة لذلك، فإن الضرائب المفروضة على النشاطات البنَّاءة مثل العمل والاستثمار والتجارة تثبِّط من عزيمة الأعمال التي تجمع منها الضرائب. ورغم أن الحكومات تعيد إلى الاقتصاد أية دخول تقوم بجمعها، إلا أن هذا لا يعوِّض عن الاختلالات التي يخلقها نظام الحوافز الضريبية الخاطىء. ولما كان مجموع دخل الحكومات من الضرائب في العالم عامة يساوي أكثر من ٧,٥ تريليون دولار في العام، أو ثلث الإنتاج الاقتصادي الذي يمكن قياسة على الأقل، ولما كان ٩٠ بالمائة من ذلك الدخل يتدفق من الجبايات من النشاطات البناءة، فمن الواضح أن الضرائب قد أصبحت الآن قوة رئيسية من بين القوى التي تشكِّل الاقتصاديات الحديثة[٧].

وفي الولايات المتحدة، ووفقاً لأحد النماذج، فإن الـ ٥٣٥ بليون دولار التي جُمعت من ضرائب الرواتب في عام ١٩٩٣ لتمويل برامج الضمان الاجتماعي كلَّفت الاقتصاد مبلغ ١٥٧ بليون دولار (٢,٦ بالمائة من إجمالي الناتج المحلي) لأن بعض أصحاب العمل وجدوا، على سبيل المثال، أن تكاليف العمل العالية جعلت التوسع باهظ الثمن مما يحول دون قيامه. وبالمثل، فإن الـ١٣٢ بليون دولار التي جمعت من ضرائب دخل الشركات أدت إلى تخفيض إجمالي الناتج المحلي بمقدار ٨١ بليون دولار (١,٣ بالمائة)، عندما أدركت الشركاتُ أن الفوائد الصافية بعد دفع الضرائب على بعض الاستثمارات مثل المصانع الجديدة قد هبطت إلى مستوى منخفض لا يمكن عنده تبرير المخاطرة ببنائها. وكما هي الحال مع شيلوك في مسرحية شكسبير، تاجر البندقية، الذي أراد أن ينتزع باوند من لحم عدوِّه من مكان «أقرب ما يكون من قلبه»، فإن الضرائب تنتزع الأموال من خلال كيفية الحصول عليها ومن خلال المصادر التي تؤخذُ منها[٨].

كما يمكن لضرائب الرواتب وتخفيض الاستثمارات الجديدة أن تسبِّب ضغوطاً على البطالة وتزيد من حدَّتها عندما تكون آخذة فعلاً في الارتفاع وتسبِّب ضغوطاً على الأجور وتقلل من مستوياتها عندما تكون آخذة فعلاً في الانخفاض. ففي الولايات المتحدة، على سبيل المثال، ذهب ٢٠ بالمائة في المتوسط إلى الضرائب من كل دولار كسبه أي عامل في عام

١٩٩١، مما دفع الكثير من الأسر العاملة نحو الفقر. وبلغت هذه النسبة ٣٠ بالمائة في اليابان، و٤٠ بالمائة في أوروبا الغربية. وعندما تؤخذ ضرائب الأجور من جيوب أصحاب العمل، فإن ذلك من شأنه أن يزيد من تكاليف العمل ويشجِّع على التحول إلى الأتمتة (استخدام الآلات بدلاً من العمال). ويبدو أن هذا هو أحد الأسباب التي جعلت طوابير العاطلين عن العمل في الدول الغربية تزداد من ٢,٦ بالمائة من قوة العمل في عام ١٩٧٣ إلى ١١,٣ بالمائة من هذه القوة في عام ١٩٩٤ (انظر شكل ١٠-١). وفي عام ١٩٩٣، اقترحت اللجنة الأوروبية أن تبدأ الحكومات الأعضاء في فرض ضرائب بيئية مثل الضرائب على استعمال الطاقة والانبعاثات الكربونية وذلك لتمويل التخفيضات على ضريبة الرواتب واقتراح هذه الدراسات الاقتصادية سوف يقلل من البطالة على المدى القصير وعلى المدى الطويل اذا ما تم تبنيه على مستوى عالمي[٩].



شكل (١٠-١) اتجاهات البطالة والفقر في الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة، ١٩٧٣-٩٤

ويبدو أن أصحاب العمل في الولايات المتحدة يتمتعون بمركز تفاوضي أقوى في السوق، ولذلك فإن بإمكانهم إجبار العاملين على استيعاب معظم ضرائب الأجور. وهذا هو أحد الأسباب التي أدت إلى قدرة الناس في الحصول على العمل هناك، ولكنه أيضاً أحد الأسباب التي أدت إلى ركود الأجور بصورة عامة بل وتردَّت حتى الحضيض في سوق العمالة. ونتيجة لذلك فإن نسبة الأسر التي لديها أطفال والتي تعيش تحت خط الفقر على الرغم من أن معيلها يعملُ بدوام كامل تصاعدت من ٨,٣ بالمائة في عام ١٩٧٥ إلى ١١,١ في عام ١٩٩٤ (انظر شكل ١٠-١)[١٠].

عدم كفاية الضرائب الخاصة بالدمار البيئي

إن إدراك تأثير الحافز القوي للضرائب الحديثة من شأنه أن يؤدي إلى نتيجة بسيطة، ولكنها نتيجة لم تبدأ الحكومات بتفهمها إلا مؤخراً. ولما كانت نظم الضرائب في الاقتصاديات الصناعية تنزع، حتماً، إلى تثبيط همَّة العمل الذي تقوم بفرض الضرائب عليه، فإنه يتوجَّب على

المجتمع تقرير أي النشاطات الاقتصادية التي لا ترغب في الإكثار منها، وبعد ذلك تفرض الضرائب عليها. والفشل في تطبيق هذا المبدأ هو الذي يكمن وراء الأزمات البيئية.

وبالنسبة للناس الذين اعتادوا على النظر للضرائب كشرٍ لا بد منه، فإن مما سيثيرُ استغرابهم أن باستطاعتهم أن يكونوا قوةً عاملة في تحسين الاقتصاد بغض النظر عن المبالغ التي يدفعونها. ومع ذلك فهذه الفكرة راسخة تماماً في علم الاقتصاد الكلاسيكي الجديد، الذي تعود نشأته إلى عام ١٩٢٠ . ويشير آرثر سي بيغو (Arthur C. Pigou)، عالم الاقتصاد البريطاني، في كتابه عن اقتصاديات الرفاهية (The Ecomomics of Welfare) إلى أن الكثير من الناس والأعمال التجارية يتخذون قرارات من شأنها فرض تكاليف على الآخرين. ولا شك أن الكبريت والدخان اللذين شاهدهما بيغو يتدفقان من المصانع التي تعمل بحرق الفحم؛ ومن مواقد النار كانا مَثَله الرئيسي على ذلك: إذ بالنسبة لأولئك الذين يعيشون بجوار هذه المصانع والمواقد، فإن الأضرار التي تؤثر على قيمة الممتلكات وعلى الصحة هي أضرار كبيرة وملموسة. ومع ذلك، فلم يشعر مستخدمو الفحم سوى بالقليل من العقبات أو العوائق التي تحول دون استمرارهم في بثِّ التلوث إلى ما هو أبعد من الحدِّ الذي تفوق خسائر المجتمع عنده الفوائد التي يجنيها. ويقدَّر أن مزيج الدخان والضباب قد قضى على حياة ٢٠٠٠ شخص ما بين عامي ١٨٧٣ و١٨٩٢ في لندن[١١].

والحلُّ، كما يرى بيغو، هو أن تقوم الحكومات باستعمال سلاح الضرائب لإجبار المتسبِّبين في التلوث على دفع التكلفة الكاملة للضرر الذي يفعلونه. عندها، عندما يقومون بحساب تكاليف وأرباح التلوث بالنسبة لهم أنفسهم، سيأخذون مصالح المجتمع بعين الاعتبار. وهذا من شأنه أن يجبر شركات صنع الفولاذ على إيجاد السبل الأكثر نظافة لصنع الفولاذ أو يرفعوا أسعاره حتى تغطي فواتير الضرائب، وهذا من شأنه، بدوره، أن يشجع زبائنهم على استخدام الفولاذ بكفاءة أكبر أو البحث عن البدائل. وغياب الضرائب البيئية جعل الاقتصاد أقل كفاءة في تلبية حاجات الناس ورغباتهم. والمشكلة، كما عبَّر عنها مؤخراً إيرنست فون ويز ساكر (Ernst Von Weizsacker)، رئيس معهد ويبرتال (Wuppertal) في المانيا، هي أن «الأسعار لا تقول الحقيقة البيئية»[١٢].

وعلى سبيل المثال، فإن التكاليف الخفية لقيادة السيارات في الولايات المتحدة - بما في ذلك قيمة الوقت الضائع في الازدحامات المرورية وتردي قيمة العقارات القريبة من الطرق بسبب الضوضاء، وتكاليف تمويل حضور عسكري هائل في الشرق الأوسط، والوفيات

والإصابات من الحوادث، وأمراض الرئة وارتفاع درجة حرارة الأرض - تصل إجمالياً ما يقرب من ٣٠٠-٣٥٠ بليون دولار في العام، وفقاً لدراستين أُجريتا مؤخراً في الولايات المتحدة. وتساوي هذه التكاليف الخفية ما يساوي نسبة كبيرة هي ٥ بالمائة أو أكثر من إجمالي الناتج المحلي في الولايات المتحدة و٦٣-٧٤ سنت في كل لتر من الغازولين أو الديزل (أو ٢,٤٠-٢,٨٠ دولار في كل غالون)، مقابل ألـ٣٢ سنت في كل لتر (١,٢٠ دولار لكل غالون) التي يدفعها الأمريكيون ثمناً لهذا الوقود في محطات الضخ). وكنتيجة، لذلك، وبشكل جزئي، فإن الأمريكيين يقودون سياراتهم إلى أبعد بكثير من الحد الذي تكون التكاليف التي يدفعها المجتمع عنده تفوق الفوائد التي يجنيها[١٣].

واستنزاف الموارد، شأنه شأن التلوث، يحمل في ثناياه تكاليف خفية كذلك: تلك هي حرمان الأجيال القادمة من الوصول إلى الموارد الطبيعية المحدودة، مثل النفط وألواح الأخشاب المصنوعة من الأشجار القديمة. ولو كانت الأجيال المستقبلية تعيش بيننا الآن لراهنت في السوق على الموارد، ولأجبرت الأسعار على الارتفاع ولجعلت الناس اليوم يستخدمون الأقل من تلك الموارد. وبدلاً من ذلك تظل الأسعار منخفضة مع ما يعنيه ذلك من قِصر نظر، وتؤدي إلى خلق حافز إضافي لاستهلاكها (أي الموارد) كما لو لم يكن هناك مستقبل. وتضمين التكلفة الخفية لاستنزاف النفط في أسعاره الحالية، على سبيل المثال، من شأنه أن يدفع بثمن تذكرة القيادة حتى إلى نسبٍ أعلى.

ورغم أن القيم، المعبر عنها بالدولار، التي توصلت لها هذه الدراسات قد تكون موضع جدل، إلا أنَّه لا مناص من النتائج القائلة إن الأسعار غالباً تخفي التكاليف الحقيقية. ولو تضاعف السعر السوقي للغازولين في الولايات المتحدة وارتفع سعر التلوث في المانيا إلى عشرة أضعاف ما هو عليه الآن، فإن الدمار البيئي - وتكاليفه الاجتماعية، ستهبط بصورة درامية، ولتحسَّن إجمالي الأداء الاقتصادي.

ومع ذلك، فإن الحكومات في مختلف أنحاء العالم تدعم بالفعل عملية الدمار البيئي. ويبدو أن بعض هذا الدعم، وإن لم يكن بأكمله، في طريقه إلى الزوال. فحكومة الولايات المتحدة، تبيع، وفقاً لقانون التعدين لعام ١٨٧٢، الذي أكل الدهر عليه وشرب، الأراضي المليئة بمخزونات الذهب والبلاتين والمعادن الأخرى بأسعار عام ١٨٧٢ التي لا تزيد عن ٦ دورات أو ١٢ دولار للهكتار الواحد وتجمع الأموال اللازمة لدفع فاتورة تنظيف التلوث - التي تقدَّر الآن بـ٣٢-٧٢ بليون دولار - من المناجم المهجورة. وفي كاليفورنيا، يستطيع ملاك

الأراضي شراء المياه التي يكلِّف توصيلها الحكومة الفيدرالية ٤٩ دولار لكل ألف متر مكعب والتي قد تصلُ إلى تكلفة تعادل ٣٢٥ دولاراً في السوق الحرَّة أحياناً لما يساوي مبلغ ضئيل يصل إلى ٢,٨٠ دولار. وتقدم المانيا ٤,٦ بليون دولار على شكل دعم لصناعة الفحم المحلية، رغم أن هذا الدعم قد يلغى تدريجياً بعد عام ٢٠٠٠[١٤].

وتقدم الاقتصاديات المخططة مركزياً منذ زمن طويل دعماً مكثفاً للخراب البيئي. إذ من ضمن المبلغ الذي يقدَّر بـ ٢٣٠ بليون دولار الذي قُدِّم كدعم للوقود الاحفوري عالمياً في عام ١٩٩١، قُدِّم منه ١٧٢ بليون دولار كاملة في الاتحاد السوفييتي، و١٤ بليون دولار في الصين و٩,٥ بليون دولار في بولندا. وساندت أشكال الدعم هذه احتكارات الطاقة التي تديرها الدولة، مما سمح لها بالإبقاء على أسعارها منخفضة، الأمر الذي يشجِّع على الاستعمال القائم على هدر الطاقة، ويؤدي إلى مشاكل بيئية خطيرة تتراوح ما بين المطر الحمضي وتلوث المياه. ومع ذلك، ومع قيام دول الكتلة الشرقية السابقة بتخفيض تَدخُّل الحكومات في الاقتصاد، فقد أخذ الكثير منها في تخفيض الدعم المقدم للوقود الاحفوري والزراعة والنشاطات الأخرى أو إلغائه - وهذا أحد الأسباب التي أدت إلى هبوط استعمال الفحم بنسبة ٣٣ بالمائة في الاتحاد السوفييتي السابق ما بين عامي ١٩٨٩ و١٩٩٤ واستعمال النفط بنسبة ٤٤ بالمائة واستعمال الأسمدة بنسبة ٥٥ بالمائة[١٥].

كما تقوم الكثير من الدول النامية كذلك بتقديم دعم كبير لمضادات الآفات الزراعية والمخصبات والكهرباء واستعمال المياه. كما تقوم بتمويل قطع الأشجار والحفر والتعدين، بخاصة في المناطق الريفية «غير المطوَّرة» حيث يمكن الوصول إلى الموارد الطبيعية، وحيث السكان فقراء وعاجزون بصورة عامة وحيث إغراء تجاهل الأثر البيئي لاستخراج الموارد أكبر ما يكون. ولا زال حفر الآبار مدعوماً في تاميل نادو، الولاية الهندية، على سبيل المثال، رغم أن طبقات المياه هناك آخذة في الانخفاض. وفي عام ١٩٨٥، قامت كل من مصر والسنغال واندونيسيا جميعاً بتغطية أكثر من ٨٠ بالمائة من تكاليف مضادات الآفات التي قُدِّمت للمزارعين؛ ومنذ ذلك الوقت، على أية حال، انضمَّت أندونيسيا إلى الدول الأخرى في العمل على تخفيض حجم هذه الدعومات. وقامت البرازيل في إحدى المرَّات بتخفيض ضريبة الدخل بنسبة ٥٠ بالمائة للمستثمرين الذي قدموا القروض لتطوير منطقة الأمازون، إلا أن الرسميين البرازيليين يعتقدون أن إيقاف القروض في عام ١٩٨٨ ساهم في إبطاء إزالة الغابات الذي بدأ في ذلك الوقت[١٦].

ووضع أحد التقديرات قيمة الإجمالي العالمي لدعم النشاطات ذات الآثار الجانبية على البيئة بحوالي ٨٠٠ بليون دولار في العام في أوائل التسعينات، على الرغم من أن هذا الرقم ربما يكون قد قلّ منذ انهيار الكتلة الشرقية. وإلغاء مئات بلايين الدولارات الباقية المقدمة كدعم؛ سيسمح للحكومات، على أية حال، بتخفيض عبء الضرائب على الاقتصاد العالمي بنسبة ربما تصل إلى ٥ بالمائة أو أكثر في الحال. وفي الكثير من الدول، فإن هذا سيفعل أكثر من أية ضريبة أو غرامات أخرى قدمت حتى الآن لحماية البيئة[١٧].

ظهور آليات السوق

أخذ صانعو السياسات في الكثير من أجزاء العالم، شأنهم شأن مُبْتَدِعي ضريبة الدخل في القرن التاسع عشر، يحاولون العبث بقانون الضرائب. فهناك الآن المئات من الضرائب البيئية المستخدمة حالياً، من ضرائب تلوث المياه في هولندا إلى غرامات تلويث الهواء في الصين، ومعظمها لا يزيد عمره عن ١٥ عاماً. كما تقوم بعض الدول باستخدام هذه الجبايات لتمويل التخفيضات على ضرائب الدخل والرواتب. وكانت هذه الطَلْعات (أو الغزوات) الضريبية البيئية حذرة بصورة عامة، والبعض منها تعرَّض لمشاكل خطيرة. ولكن عملية الوعي بها قد بدأت. فقد أخذ صانعو السياسات يشاركون في عملية قديمة قِدَم الحضارة نفسها: أي تكييف القانون الضريبي مع معطيات الحياة المعاصرة. وشأنها شأن الجبايات التي تجمع من التجارة والأراضي التي مضى عليها آلاف السنين، فإن أهداف القوانين الضريبية الحالية لا يحتمل لها أن تختفي، على الرغم من أنها قد تقلُّ في الأهمية.

وهذا التطوُّر هو أيضاً تحوُّل رئيسي لدى أولئك الذين أوكلت لهم مسألة حماية البيئة. وخلال الثلاثين عاماً الماضية، أخذت الحكومات، بصورة عامة، تُحَبِّذ الأنظمة القانونية على القواعد الضريبية في تصديها للمشاكل البيئية - فقد أخذت تصيغ القواعد والمعايير التوصيفية لكل شيء من معالجة مياه الفضلات إلى إنتاج مضادات الآفات. والمناهج التنظيمية والمالية للسياسة البيئية لها نقاط قوة ونقاط ضعف. ومع ذلك، يبدو واضحاً أن الحكومات لم تستثمر بعد المناهج المعتمدة السوق بطاقاتها كاملة، في الوقت الذي تقوم فيه بالتوسُّع في التشريعات. والتحدي الذي أخذت الكثير من الدول الآن التصدي له هو إيجاد توازن أفضل بين هذين الأمرين.

لقد حقّق مشرِّعو اللوائح والتنظميات البيئية بعض النجاحات الهامة خلال عدد من العقود الماضية. ففي أوروبا الغربية، على سبيل المثال، يمكن الإشارة إلى تخفيض قدره ٣٥

بالمائة في انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت، وهو مكون رئيسي للمطر الحمضي، ما بين عامي ١٩٧٠ و١٩٩٠، كنتيجة، في جزء كبير منها، إلى القواعد التي تتطلب تركيب كاشطات غاز المداخن في محطات توليد الكهرباء من الفحم. وفي الولايات المتحدة، أدى تشديد معايير انبعاثات عوادم السيارات الجديدة إلى الحدِّ من هذه الانبعاثات من أكاسيد النيتروجين (وهي مولدات لمزيد من الدخان والضباب وللمطر الحمضي) بنسبة ٤٦ بالمائة وأول أكسيد الكربون بنسبة ٦٠ بالمائة، على الرغم من زيادة قدرها ٦٥ بالمائة في عدد كيلومترات قيادة السيارات[١٨].

وبصورة عامة، يكون تدخل الحكومة المباشر هام أحياناً في حماية الصالح العام. فلو ظل بناء محارق النفايات على حاله، على سبيل المثال، فإن من المحتمل أن يتم هذه البناء في مناطق سكن الفقراء والأقليات بدرجة غير متناسبة (مع عدد السكان والموقع) ما لم يكن لدى هذه المجتمعات الوسيلة القانونية لحماية أنفسها. وبالمثل، فإن القوانين - وليست قوى السوق - هي التي تحمي أنواع الكائنات المهددة بالخطر، وتدير النفايات النووية وتحرِّم الملوِّثات التي قد تُعتبر غير مقبولة بأي كمية كانت، مثل الدي دي تي (D.D.T) أو الديوكسين. وأخيراً، فلا القوانين الصارمة ولا الضرائب ستكون كافية لإدارة الأنظمة البيئية المعقدة مثل الغابات ومصائد الأسماك فذلك يحتاج إلى مؤسسات أكثر ديناميكية.

لقد وجدت معظم الدراسات المتعلقة بالتشريعات البيئية أنها(أي التشريعات) لا تُسبِّب ضرراً يذكر للأعمال التجارية والصناعية، وهو ما يدعو للاستغراب. وعلى سبيل المثال، فقد حقَّقت الصناعات الأمريكية التي أنفقت أكثر على السيطرة على التلوث، ما بين عامي ١٩٧٠ و١٩٩٠، نجاحاً أكبر بصورة ملحوظة من المتوسط في المنافسة العالمية، وفقاً لما يقوله روبرت ريبتو (Robert Repetto)، وهو خبير اقتصادي بمعهد الموارد العالمية في واشنطن العاصمة. غالباً ما تحفز قوانين التلوُّث الجديدة الشركات على التغيير والتجديد، ويجعلها أكثر، وليس أقل، تنافسية، وفق ما يرى مايكل بورتر (Michael Porter) من كلية الأعمال بجامعة هارفرد. وعندما تقوم الشركات بالحدِّ من هَدْر الموارد فإنها غالباً ما تكتشف الوسائل لتخفيض الهدر المالي وصُنع منتجات أفضل[١٩].

لم تستثمر الحكومات المناهج المعتمدة على آليات السوق بطاقاتها كاملة، في الوقت الذي تقوم فيه بالتوسُّع في التشريعات.

واكتشف المهندسون في شركة آي سي آي أميركاز (ICI Americas)، التي تتخذ من

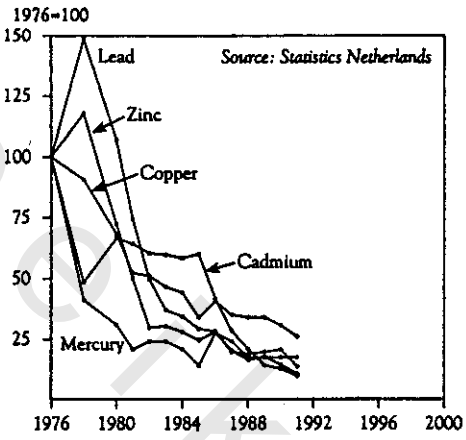
ولمنغتون (Wilmington)، ديلاوير، قاعدة لها، مثل هذه العلاقة (بين الحدِّ من هدر الموارد والجوانب الإيجابية في الإنتاج) تماماً عندما قاموا بإعادة تصميم معدات التبريد في الأسواق التجارية الكبرى (السوبرماركتس) بحيث تعمل على مادة بديلة للكيماويات التي تستنزف الأوزون، والمقرر التخلص التدريجي من هذه الكيماويات في الدول الصناعية في نهاية عام ١٩٩٥: فالمعدات الجديدة أكثر كفاءة في استعمال الطاقة بنسبة تصل إلى ١٠ بالمائة[٢٠].

ومع ذلك، فإنه يجري دفع التشريعات، بصورة متزايدة، إلى ما هو أبعد من حدودها. ولأن التشريعات تركز على الوسيلة لا على الغاية فإنها تنزع إلى تثبيط همّةِ الابتكار. ورغم أنها قد تعمل بصورة فعَّالة عندما تجد منافساً في حل آخر يسبقها إلى المشاكل (مثل تركيب محوِّل للعادم في السيارات «لمعالجة مشكلة العادم»)، فإنها تميل إلى الوقوف بدون حل إزاء المشاكل. وقد قامت دراسة مشتركة أجرتها وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة وشركة أموكو (Amoco Corporation) بتوثيق مثال على هذا في مصفاة تكرير الشركة بمدينة يورك (Yorktown) في فيرجينيا. فقد تطلَّبَتْ اللوائح والتنظيمات قيام شركة أموكو بناء مصنع لمعالجة مياه الفضلات بتكلفة ٣١ مليون دولار لوقف الانبعاثات من البنزين الذي يسبب مرض السرطان في الهواء. وفي الوقت نفسه، ونظراً إلى وجود ثغرة ما في القانون، فإنإنبعاثات البنزين الصادرة عن رصيف مجاور لتحميل وتفريغ السفن، حيث ينقل النفط الخام من ناقلات النفط إلى محطة التكرير، ظلت دون أن تنطبق عليها أية لوائح أو تنظيمات. ولو سمح لشركة أموكو أن تفعل ما تريد، لكانت قد قامت بتخفيض نفس الكمية من الانبعاثات التي يطلقها رصيف التحميل والتفريغ بتكلفة ٦ ملايين دولار فقط. وعلى حدِّ تعبير أحد مسؤولي المصفاة الساخطين: «حدِّدوا لنا هدفاً لتنفيذه بدلاً من وضع كلِّ هذه القوانين والتشريعات ... لقد كان هذا ناجحاً في السبعينات من هذا القرن، عندما كانت مشاكل التلوث أكثر وضوحاً وسهولة. ولكنَّ هذا بَطُل مفعوله الآن»[٢١].

والاستخدام المتزايد للضرائب البيئية وأنظمة التصاريح البيئية يمثلان استجابة لمثل هذا النداء. فقد أخذ صانعو السياسات في كثير من أجزاء العالم يدركون أنه كلما كان بإمكانهم التعبير عن أهدافهم البيئية في أعداد أحادية - كم طنٍ من البنزين يُسمح في منطقة هوائية ما في العام، على سبيل المثال، أو ما مقدار كمية المياه التي جرى ضَخُّها من إحدى طبقات الصخور المائية - وكلما أمكن تقدير وتائر التلوث أو استنزاف المياه، أمكن للطرق الموجهة نحو السوق الإحلال محل العديد من اللوائح والقوانين. ومثل هذه المشاكل ذات الحجم المحدد تَضُّم فيما بينها مزيج الدخان والضباب في المدن والمطر الحمضي والإفراط في صيد

الأسماك والاستنزاف وتلوث الأرض وأسطح المياه وانبعاثات المواد السامة المحمولة على الهواء والكيماويات التي تستنزف الأوزون وغازات البيوت الخضراء.

ففي هولندا، أدى نظام ضريبي إلى تخفيض التلوث الصناعي في الأنهار والبحيرات منذ منتصف السبعينات. كما حفزت الغرامات المتزايدة تدريجياً على الانبعاثات من المعادن الثقيلة الشركات على الحدِّ من هذه الانبعاثات، في الوقت الذي سمحت لها (أي للشركات) احتساب أرخص طريقة يمكنها بها القيام بذلك. إذ ما بين عامي ١٩٧٦ و١٩٩١ هبط إجمالي الانبعاثات من الرصاص والزئبق وغيرهما من المعادن الثقيلة بـ ٨٣-٩٧ بالمائة، ويعود السبب في ذلك، بصورة أساسية لهذه الغرامات، وفقاً للتحليلات الإحصائية (انظر شكل ١٠-٢).



شكل (١٠-٢): الإطلاقات الصناعية من عدد من المعادن الثقيلة المختارة إلى سطح المياه، هولندا، ١٩٧٦-٩١

وبصورة عامة قامت الشركات التي كانت عمليات تنظيف التلوث فيها رخيصة الثمن بذلك بأقصى ما يمكنها عمله. وقد تكون هذه المشاريع قد أدت إلى وضع جزء من الضرائب على كاهل زبائن هذه الشركات نتيجة لارتفاع الأسعار، مما تسبَّب في خسارتها لجزء من عملها - وهذه طريقة أخرى لتخفيض الانبعاثات من المصانع. كما دفع الطلب المتصاعد على أجهزة التحكم في التلوث الشركات الصناعية الهولندية على تطوير نماذج أفضل وأرخص، وخفَّضت بذلك من تكاليف السيطرة على التلوث وجعلت من هولندا رائداً على مستوى العالم في هذه السوق. وهكذا فإن الضرائب في الواقع سعت إلى الطريق الأقل مقاومة اقتصادية لتنظيف المياه في البلاد[٢٢].

وعوضاً عن فرض الضرائب على التلوث أو استنزاف الموارد تعمد بعض الحكومات إلى بيع التصاريح الخاصة بحق التلوث أو استنزاف الموارد في المزاد العلني. ومن أجل التخلص التدريجي من استعمال الكربونات الكلوروفلورية، أخذت سنغافورة في البيع بالمزاد العلني عدداً محدوداً ومتقلِّصاً من تصاريح إنتاج أو استيراد الكيماويات على أساس ربع القيمة. كما تقوم بالشيء ذاته بالنسبة للسيارات الجديدة، لتستطيع التحكم في أسطول

السيارات في مدنها المزدحمة. (وفي عام ١٩٩٢، كان سعر تصريح شراء السيارة الجديدة من هوندا سيفيك (Honda Civic) يمثل ربع ثمنها)[٢٣].

ومن خلال نظام التصاريح، يستطيع المجتمع فرض سقف على كمية التلوث أو استعمال الموارد الذي يجري كل عام، وبعد ذلك تترك للسوق أمر تحديد سعر لذلك. وعلى النقيض من ذلك، تقوم الحكومات بتحديد السعر وتترك للسوق تحديد الكمية. ولكنَّ «الآليات المعتمدة على السوق» هذه تتشابه أكثر مما تختلف: فكلاهما يستطيع جمع الأموال للحكومة، وكلاهما يستخدم السوق لإحباط دمار الأنظمة البيئية.

إلا أن معظم الحكومات التي تستخدم التصاريح هذه تقوم على أية حال بتسليمها للشركات بدلاً من أن تقوم هي ببيعها، ثم تترك المجال بعد ذلك للشركات لتتاجر في التصاريح فيما بينها، مما يؤدي إلى خلق سوق للتلوث واستنزاف الموارد. وفي عام ١٩٩٢، قامت وكالة حماية البيئة (في الولايات المتحدة) بخلق أكبر نظام لمثل هذه التجارة العالمية، المصمَّمة للحدِّ من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت الإجمالية من المرافق العامة وغيرها من المصانع إلى نصف مستوياتها في عام ١٩٨٠ تقريباً بحلول عام ٢٠٠٠ . وقامت بعملية تخصيص مسبقة للتصاريح للشركات المختلفة بناء على انبعاثاتها السابقة. والشركة التي ترغب في إطلاق التلوث بأكثر من مخصصاتها المقررة عليها شراء التصاريح الخاصة بذلك من الشركات التي قامت بتخفيض كميات تلوُّثها (عن طريق الاستثمار في كفاءة الطاقة، وتركيب كاشطات التلوث، أو التحول إلى الفحم قليل الكبريت أو للغاز الطبيعي). وستوفِّر هذه المرونة للصناعة ما يقدَّر بـ ٩ , ١-١ , ٣ بليون دولار بحلول عام ٢٠٠٢ مقارنة بطريقة اللوائح والتنظيمات القديمة. ولكنَّ الحكومة بمنحها مثل هذه التصاريح القيّمة كأنها تقوم بالفعل بدعم الصناعة بسبب انبعاثاتها السابقة حتى وهي (أي الحكومة) تقوم بأخذ الضرائب منها (أي الصناعة) على انبعاثاتها الحالية، الأمر الذي يجعل بعض المنتجات ذات التلوُّث الكثيف تبدو أكثر رخصاً للمستهلك مما هي عليه حقيقة[٢٤].

ومما يثير الدهشة هو أن بعض الدول ذات الخبرة الأقل في الاقتصاد المعتمد على السوق - مثل الاقتصاديات السابقة والحالية المخططة مركزياً - تقوم بجمع أكثر ضرائب الأنظمة البيئية تعقيداً في العالم. فقوانين ضرائب التلوث في الصين وإيستونيا وبولندا وروسيا تشمل الآن مئاتٍ من ملوِّثات الهواء والماء، والنفايات السامة والمشعَّة، وحتى الضوضاء. وهذه العائدات عالية نسبياً في بولندا، تصل إلى واحد بالمائة من إجمالي الضرائب. وقد تطورت هذه الأنظمة على مدى الـ ٢٠ عاماً الماضية بطريقة نابعة من إحدى التقاليد الشيوعية القائمة على استخدام الغرامات لتطبيق

المعايير البيئية (على الأقل عند انتهاك القانون)، واستجابة للثمن البيئي المدمِّر للتخطيط المركزي بصورة خاصة. وتستخدم في معظم الأحوال لتمويل وكالات حماية البيئة، وكذلك للمنح والقروض المدعومة المقدمة للصناعة من أجل الاستثمار في السيطرة على التلوث[٢٥].

تعمد بعض الحكومات إلى بيع التصاريح الخاصة بحق التلوث واستنزاف الموارد في المزاد العلني.

على أية حال، فهذه الأنظمة الخاصة بفرض الضرائب على التلوث، غالباً ما تكون أقل مثاراً للإعجاب عند التطبيق العملي مما تبدو على الورق. فالانبعاثات التي تكون تحت المستوى المسموح به رسمياً تكون عادة معفاة من الضرائب. كما أن الفساد والتضخُّم في التسعينات خفَّفا كثيراً من وطأة الضرائب، ولذلك، فإن دفع الضريبة غالباً ما يكون أرخص ثمناً من السيطرة على التلوث. وزيادة على ذلك، ما زالت الكثير من الشركات تُدار من قبل الدولة وتحمَّل تكاليفها للزبائن أو الحكومة المركزية، مما يجعلها أقل استجابة للإشارات المعتمدة على السوق. ومع ذلك، تظل الأنظمة الضريبية أساساً لما يمكن أن يكون في نهاية الأمر مجموعة من الضرائب البيئية الحازمة[٢٦].

وتستخدم العديد من الدول النامية آليات السوق البيئية، ولكن نادراً ما يكون ذلك بنفس القدر من التعقيد. فقد قامت ماليزيا، كجزء من جهودها للتخلص من الرصاص من الغازولين، بتعديل ضرائبها على الغازولين بحيث يصبح الوقود الذي يحتوي على الرصاص أغلى بنسبة ٢,٨ بالمائة من الوقود الخالي منه. ونتيجة لذلك، وبشكل جزئي، تصاعد نصيب السوق من الغازولين الخالي من الرصاص فجأة من صفر إلى ٦٠ بالمائة منذ عام ١٩٩١ . ولما كان الرصاص قد ارتبط بكل من انتفاخ الرئة (Emphysema) وتسجيل الدرجات الأقل في اختبارات الذكاء عند الأطفال، فليس هناك سوى القليل من الشك في أن الزيادة المتواضعة في التكاليف قد عوَّضت نفسها بنفسها بسهولة. وتحبِّذ كل من تايلند وتركيا، أيضاً، الوقود الخالي من الرصاص الذي لا تفرض عليه سوى ضرائب أقل[٢٧].

وتستخدم عدة دول نامية التصاريح المتبادلة تجارياً لتحديد مواردها المتجددة. فقد قامت شيلي ببيع تصاريح صيد الأسماك القابلة للبيع بالمزاد العلني لبعض مصائد الأسماك، كما يقوم المزارعون في أجزاء من الجزائر والبرازيل وشيلي والهند والمكسيك والمغرب والباكستان وبيرو وتونس بالاتجار بحقوق المياه بنفس الطريقة. وقد تطوَّر الكثير من هذه الأنظمة بدون اشتراك

الحكومات رسمياً فيها، كما أنها ممارسة قديمة إلى حدٍ كبير. ففي الجزء الجنوبي من ولاية سيرا (Ceara') البرازيلية، ظل المزارعون يقومون بالاتجار بحقوق المياه منذ قرن مضى على الأقل[٢٨].

وربما كانت اليابان من بين الدول الصناعية، التي حققت أقل ما يكون من استعمال آليات السوق في هذا المجال، رغم أنها تستخدم العائدات من ضريبة ثاني أكسيد الكبريت لتعويض ضحايا تلوث الهواء. ومن الواضح أن تقاليدها القائمة على العلاقة الوثيقة بين الصناعة والحكومة تقف على طرفي نقيض مع العلاقات المتباعدة المتضمنة في نظام الضرائب[٢٩].

وعلى النقيض من ذلك، هناك الآن المئات من ضرائب الأنظمة البيئية في الدول الغربية الصناعية الأخرى ، على كل شيء من حقائب التسوُّق وزيوت السيارات إلى الانبعاثات الكربونية. والكثير من المبالغ المفروضة متواضعة إلى الحد الذي يجعلها لا تؤثِّر على السلوك كثيراً وتستخدم أكثر ما يكون لتمويل البرامج البيئية. ولكن تزداد النظرة لها كأدوات بيئية في حد ذاتها – وأدوات تملأ الخزائن الحكومية لا تستنزفها. وعلى سبيل المثال فإن مدينة فيكتوريا، في مقاطعة كولمبيا البريطانية (كندا) قامت بفرض ضريبة على القمامة ما بين ١,٢٠–٢,١٠ دولار لكل كيس في عام ١٩٩٢، جنباً إلى جنب مع برنامج إعادة تدوير قوي. وهبط بذلك توليد النفايات المنزلية بنسبة ١٨ بالمائة خلال ١٢ شهراً. وقامت كل من الولايات المتحدة والدانمارك واستراليا بالربط بين اللوائح والضرائب لتتمكن من التخلص التدريجي من الكيماويات المستنزفة للأوزون. ومنذ أن بدأ هذا النظام في عام ١٩٩٠، جمعت الضريبة التي فرضتها الولايات المتحدة مبلغ ثلاثة بلايين دولار بحلول عام ١٩٩٤[٣٠].

على أية حال، هناك مجموعة معينة من الضرائب البيئية تجلب بسهولة أكبر كمية من المال في الدول الصناعية: وهذه هي الضرائب على وقود السيارات، التي تجمع أكثر من ١٧٠ بليون دولار في العام، أو أكثر من ٢,٦ بالمائة من إجمالي عائدات الضرائب، ومعظمها من مبيعات الغازولين. ولدى الولايات المتحدة، إلى حد كبير، أدنى ضريبة غازولين، وصلت في المتوسط إلى ٩ سنت لكل لتر (٣٤ سنت لكل غالون) في عام ١٩٩٤، بينما تتراوح هذه الضرائب في استراليا واليابان ونيوزيلندا ما بين ٢٠–٣٠ سنت للتر (٧٥ سنت– ١,١٤ دولار لكل غالون). وفي الاتحاد الأوروبي، مع ذلك، فإن الضريبة البالغة ٤٠–٨٥ سنت لكل لتر (١,٥١–٣,٢٢ دولار لكل غالون) تدفع بأسعار الغازولين من ضعفين إلى أربعة أضعاف سعره في الولايات المتحدة. وهناك الكثير من العوامل، وتشمل تخطيط المدن وملاءمة المواصلات العامة وشبكات ممرات الدراجات، التي تشكِّل قرارات الناس حول قيادة

جدول (١٠-٢): ضرائب وأسعار واستعمال الغازولين، دول صناعية مختارة، ١٩٩٣

الدولة	الضريبة	اجمالي السعر[١]	الاستعمال
	(دولار لكل لتر[٢])		(لتر لكل شخص)
الولايات المتحدة	٠,٠٩	٠,٣٤	١٦٠٠
كندا	٠,٢١	٠,٤٦	١١٢٤
استراليا	٠,٢٤	٠,٥٣	٩٣٦
اليابان	٠,٣٠	٠,٦٥	٣٦٤
المانيا	٠,٤٨	٠,٦٦	٤٩٧
السويد	٠,٥٥	٠,٧٨	٦٢٧
ايطاليا	٠,٧٢	١,٠٠	٤٠٠
البرتغال	٠,٨٥	١,٢١	٢٣٥

(١) الأسعار خاصة بالغازولين الممتاز الخالي من الرصاص، ما عدا اليابان التي لا يباع فيها سوى الغازولين الخالي من الرصاص.
(٢) محوَّلة من العملات المحلية على أساس مساواة القوة الشرائية.

SOURCES: Organisation for Economic Co-operation and Development, *Energy Prices and Taxes* (Paris: various editions); United Nations, *Energy Statistices Yearbook* (New York: 1995).

السيارات. ولكن حيثما يكون الغازولين رخيصاً، فمن الواضح أن الناس يلجأون لها (أي قيادة السيارات) بصورة أكبر (انظر جدول ١٠-٢)[٣١].

وظهرت إحدى أكثر المبادرات الضريبية ابتكاراً حتى هذا التاريخ في ولاية لويزيانا، المثقلة بالتلوث، في عام ١٩٩١ . فقد بدأت حكومة الولاية بتصنيف الشركات البتروكيماوية وغيرها من الشركات على مقياس ٥٠-١٠٠ درجة بناء على تاريخ هذه الشركات في الالتزام بالقوانين البيئية، ونسبة عدد العاملين فيها إلى كمية التلوُّث التي ولَّدوها، والعوامل الأخرى ذات العلاقة. والشركات التي حصلت على درجات منخفضة كانت تخسر ما يصل إلى نصف تخفيضات الضرائب المعيارية في استثماراتها الجديدة. وفي السنة الأولى، وافقت ١٢ شركة على الحدِّ من انبعاثاتها السامة بما يكفي لتخفيض نسبة الولاية من هذه الانبعاثات بنسبة ٨,٢ المائة. وكلَّفت الكثير من خطط تخفيض التلوُّث الشركات أكثر مما كسبته من تخفيضات

الضرائب، مما يظهر أن الخوف من تلطيخ الصورة العامة للشركات كان يقدم لنظام الضرائب هامشاً من العوائد. وفي شهادة أخرى لمدى قوة النظام الضريبي، فقد كرهت الشركات هذا النظام إلى حدٍّ أنها حاربته بنجاح حتى تمكنت من إلغائه عام ١٩٩٢[٣٢].

كما تزداد التصاريح الضريبية التي يمكن الاتجار بها في الدول الصناعية. وفي أعقاب الخطوة القيادية التي قامت بها وكالة حماية البيئة (الأمريكية) الخاصة بنظام التبادل التجاري بالنسبة للكبريت، تقوم السلطات في مساشوستس وجنوبي كاليفورنيا بتأسيس نظام تبادل للحدِّ من الكيماويات المسبِّبة لمزيج الدخان والضباب من المصانع ومحطات الطاقة. كما تحكم نيوزيلندا جميع مصائد الأسماك تقريباً بنظام التصاريح التي يمكن تبادلها تجارياً، وتقوم كل من استراليا والولايات المتحدة وكندا بذلك بصورة متزايدة[٣٣].

ولكنَّ الآليات المعتمدة على السوق تزدهر بأكثر ما يكون في أوروبا الشمالية. ففي عام ١٩٩١، قامت السويد بتفعيل أول تحول ضريبي بيئي في العالم، إذ قامت بتخفيض إجمالي ضريبة الدخل بمقدار ١,٦٥ بليون دولار أو ١,٤ بالمائة من كل عوائد ضريبة الدخل - وفي الوقت ذاته قامت باستحداث ضريبة على ثاني أكسيد الكبريت بقيمة ٣٠٥٠ دولار للطن الواحد، وضريبة على ثاني أكسيد الكربون تساوي ١٢٠ دولار للطن بحلول عام ١٩٩٥، وغير ذلك من الرسوم البيئية. وبعد عام واحد من إقرار ضريبة ثاني أكسيد الكبريت هبطت انبعاثات الكبريت بنسبة ١٦ بالمائة. وحذت الدانمارك حذو السويد في عامي ١٩٩٣ و١٩٩٥ وأدخلت تغيراً قدره ٣ بالمائة من عبء تمويل الحكومة من ضرائب الدخل إلى مجموعة من الجبايات البيئية الجديدة، بما فيها استعمال المياه ومضادات الآفات وثاني أكسيد الكربون والبطاريات[٣٤].

ومنذ أواخر ١٩٩٥، قام التحالف الحاكم في هولندا بالتخطيط لاجراء تغيير بنسبة ٠,٧ بالمائة على إجمالي ضريبة الدخل من العمل إلى الطاقة، كما كان صانعو السياسات في النمسا يدرسون إجراء تغيير طفيف بنسبة ٠,٣-٠,٥ بالمائة من العمل أو الدخل إلى الطاقة. كما ستدرس النرويج، والتي يوجد فيها بالفعل ضريبة كربون أكبر من تلك الموجودة في السويد، أيضاً تغيير الضريبة في عام ١٩٩٦ . وفي عملية عكسيَّة مفاجئة، قد تكون إشارة على استيقاظ «العملاق النائم»، صادق غونتر ركس رودت (Gunter Rexrodt) وزير الاقتصاد الألماني كذلك على تغيير ضريبي في عام ١٩٩٥ . ولو انضمت المانيا إلى هذا الموكب، فإن معظم دول أوروبا الغربية ستحذو حذوها. وقد يؤذن الدعم المتزايد بسرعة للتغيير الضريبي في أوروبا ببدء حركة عالمية حقيقية[٣٥].

تحقيق أكبر ما يمكن تحقيقه من عمليات السوق

الآليات المعتمدة على السوق، كغيرها من الأدوات القوية، ينبغي التعامل معها بكل عناية. وعند تطبيقها في أنقى أشكالها تستطيع، على سبيل المثال، فرض معيار لقياس التلوث يستحيل تطبيقه من قِبل الأعمال التجارية والصناعية، ويكلف الفقراء بأكبر مما يتناسب مع قدراتهم ويخلق اضطراباً اقتصادياً إذا جرى تطبيقه بأسرع من اللازم. وتماماً كما تقوم الحكومات بتعديل أعمال السوق لتحقيق أهداف المجتمع بالإضافة إلى الكفاءة، مثل الحق ببيئةِ عمل آمنة، وتصحيح عيوب السوق مثل النزعة إلى تكوين الاحتكارات، فإنَّها (أي الحكومات) بحاجة لعمل الشيء ذاته لتحقيق أكبر ما يمكن تحقيقه من آليات السوق البيئية.

وبعض أكبر التحديات العملية والفلسفية التي تواجه آليات السوق تتعلق بمسألة القياس. فاحتساب التلوث والضرر الذي يسببه غالباً ما يكونان من الأمور الصعبة أو المُكْلِفة، ولذلك ينبغي على الحكومات التي ستلجأ إلى استعمال الضرائب أو التصاريح قياس ما الذي يمكنها عمله وتقدِّر ما الذي لا تستطيع عمله. وعلى سبيل المثال، تقوم الكثير من الدول بفحص السيارات على فترات زمنية لقياس انبعاثات (عادم) السيارات. ويمكن أن ترتبط هذه الفحوصات بمقياس قراءة الروائح لتوفير أساس عملي، ولو تقريبي، لضريبة ما. وبالمثل، تقوم الدول الاسكندنافية بفرض الضرائب على مبيعات الأسمدة بدلاً من الكيماوياتْ الفعلية للأسمدة التي تذهب هدراً من المزارع إلى المياه السطحية لأن ذلك سيكون من الصعب قياسه عملياً[٣٦].

وحتى بعد أن يتم تقدير آثار التلوث أو مصادره، فإن ترجمة ذلك إلى مبالغ مالية سيكون أيضاً صعباً - ولكن، ومرة أخرى، لا ينبغي لذلك أن يمنع بالضرورة استخدام آليات السوق. وسيبدو أن مما لا معنى له تقريباً أن يُسأل عن التكلفة المالية التي ستُدفع إذا كان أفراد ذلك المجتمع العامل في استخراج النيكل، في روسيا، يعيشون في منطقة اتجاه الرياح التي تهبُّ عليهم من أكبر مصنع لمعالجة النيكل في العالم ويعانون بالتالي من أعلى معدل لتشوُّهات الولادة الخَلْقية في العالم. كذلك فإن تقدير حاجات الأجيال المستقبلية من النفط وتقييم الاهتمام الذي ينبغي أن يُعطى لاحتياجاتهم هذه سيكون على قدرٍ مساوٍ من الصعوبة[٣٧].

إن نظاماً للضرائب أو الاتجار في تصاريح التلوث بالنسبة للمشاكل العالمية مثل انبعاثات غازات البيوت الخضراء سيكون ناجحاً على أفضل وجه إذا اقيم بصورة موحدة في مختلف أنحاء العالم.

والمفارقة في هذا الأمر هو أن صانعي السياسات يقومون بالفعل بهذه الخيارات بصورة روتينية. فعندما يصدرون أية لوائح أو تنظيمات، وحتى عندما يقررون عدم القيام بذلك، فإنهم يقومون ضمناً بإجراء نوع من التناوب بين فرص العمل والصحة، بين الأرباح والطبيعة. ذلك لأن آليات السوق تجبرهم على إصدار الأحكام بصورة ضمنية، ولكن الأمر المهم، في نهاية الأمر، هو أنهم يبذلون جهدهم لجعل هذا التناوب عادلاً[٣٨].

وكأي إجراء من إجراءات زيادة الدخل، فإن التنفيذ أمر حاسم، كما هي الحال بالنسبة لمُساءَلة الذين يقومون على التنفيذ. ففي نيوزلندا، تصدر الحكومة غالباً تصاريح كثيرة لصيد الأسماك، تحت ضغوط من شركات صيد الأسماك الكبيرة، مما ينجم عنه الإفراط في الصيد. ولحسن الحظ، فإن أنصار البيئة والصيادين الصغار لهم صوت مسموع في العمليات العامة التي تقرر إجمالي مستويات صيد الأسماك، وناضلوا بنجاح من أجل تخفيض إجمالي عدد الحصص في عدد متزايد من مصائد الأسماك. ومع ذلك، ففي عام ١٩٩٢، قُدِّر أن حوالي ٨٠ بالمائة من السمك الذي بيع في السوق المحلية في نيوزيلندا قد تمَّ عن طريق السوق السوداء، لتجنب الحدود التي تسمح بها التصاريح. وقد أثبت مراقبة صيد الأسماك الفعلي باستخدام أُسطول من القوارب التي تعمل عبر الآف من الكيلومترات المربعة، والتي غالباً ما تتمُّ ليلاً، أنه عمل صعب ومكلف[٣٩].

والأمر الهام حقاً هو أن الضرائب البيئية أسهل أحياناً في تنفيذها من أشكال الضرائب الأخرى، وبخاصة في الدول النامية. فالفساد المضطرد في أوساط جامعي الضرائب في تلك الدول غالباً ما يحوِّل ضرائب الدخل - حتى عندما تكون تقدميَّة - إلى طريق يتم فيها سحب الأموال من دافعي الضرائب من ذوي الدخول المنخفضة وتحويلها، من خلال البيروقراطية، إلى جيوب الطبقة المختارة الغنية التي تجلس على القمة. وعلى النقيض من ذلك، فإن الذين يقومون بدفع الضرائب البيئية غالباً ما يكونون أعضاء جماعات صغيرة محددة تحديداً جيداً (مثل المرافق أو محطات تكرير النفط)، ولذلك فإن الجهود الرامية لتنفيذ جمع الضرائب والتدقيق على أعمال القائمين على التنفيذ يمكن أن تكون أكثر تركيزاً ومن ثم أكثر فاعلية[٤٠].

كذلك تحتاج الضرائب وأنظمة تبادل التصاريح، حتى تكون فعالة بأكثر ما يكون، أن

تكون على المستوى الجغرافي للمشاكل التي تحاول ايجاد الحلول لها. وعلى سبيل المثال، يمكن لمستويات الضرائب وتخصيص التصاريح الهادفة لمنع مزيج الدخان والضباب أن تختلف من مدينة إلى أخرى. وعلى النقيض من ذلك، فإن نظاماً للضرائب أو الاتجار في تصاريح التلوث بالنسبة للمشاكل العالمية مثل انبعاثات غازات البيوت الخضراء سيكون ناجحاً على أفضل وجه إذا أقيم بصورة موحَّدة في مختلف أنحاء العالم. إلا أن نظام تبادل تصاريح ثاني أكسيد الكبريت في الولايات المتحدة يعمل، انتهاكاً لمبدأ الملاءمة الجغرافية، على مستوى الولايات المتحدة وحدها، على الرغم أن القصد من ورائه كان حل مجموعة من المشاكل الاقليمية وتلك المتعلقة بالمطر الحمضي. فقد وجد أحد المرافق العامة في نيويورك نفسه متورطاً في جدل عندما قرَّر الحدَّ من الانبعاثات وبيع تصاريحه الإضافية، على العكس مما هو مطلوب، إلى عدد من المرافق في الغرب الأوسط الأمريكي، مما حدا بحكومة الولاية إلى رفع قضية على ذلك المرفق، لأن هذه الخطة (الصفقة) ستؤدي بالفعل إلى زيادة المطر الحمضي في نيويورك[٤١].

وينبغي على آليات السوق أن تحترم النسق القانوني والثقافي كذلك. وعلى النقيض من التلوث وعمليات الاستخراج على نطاق واسع من الموارد غير المتجددة، فإن استعمال الموارد المتجددة أمر تقليدي معتاد في كل مكان تقريباً. وبدون شروط خاصة، يمكن لآليات السوق أن تحدث اختلالاً في أنماط الحياة التقليدية والمستديمة. ففي عمليات بيع المياه بالمزاد العلني في شيلي، التي بدأت عام ١٩٨١، انتهى المقام بمعظم التصاريح في أيدي عدد قليل من المتقدمين للعطاءات الأثرياء مثل كبار مزارعي الفواكة؛ ولحسن حظ المزارعين التقليديين، قامت الحكومة بتخصيص بعض حصص المياه لهم سلفاً بناء على مستويات استعمالهم التاريخي للمياه[٤٢].

وبطبيعة الحال، فإن التخصيص بناء على «الاستعمال التاريخي» لن يكون عادلاً إلا بقدرِ عدالة التاريخ الذي يستند عليه. فقد ظل السكان الأصليون من شعب الماوري (Maori) يصيدون الأسماك في المياه الساحلية لنيوزيلندا طوال قرون قبل أن ينضم الغربيون لهم بأعداد كبيرة في الثلاثينات. وبعد الحرب العالمية الثانية، أصبحت القوارب الأكبر حجماً هي الأكثر انتشاراً، وبالتالي تزايد إجمالي صيد الأسماك زيادة هائلة. وبحلول السبعينات، أصبحت الكثير من مصائد الأسماك قد أُفْرِط في استنزاف أسماكها. وعندما قامت الحكومة النيوزيلندية بوضع معظم مصائد الأسماك الساحلية فيها تحت نظام تبادل تصاريح الصيد في عام ١٩٨٦، فقد قامت بتخصيص التصاريح على أساس كميات الأسماك التي اصطادها كلٌّ صياد في أوائل الثمانينات. ولما كان لا بد من تخفيض إجمالي الصيد - بالنسبة لبعض الأنواع

بنسبة تصل إلى ٨٠ بالمائة - فإن الكثيرين من شعب الماوري لم يحصلوا إلا على أنصبة صغيرة لا تكاد تكفي معيشتهم، على الرغم من حقوقهم التي ورثوها عن أجدادهم. وفي الوقت نفسه، انتهى الأمر بالقادمين الجدد نسبياً بالحصول على نسب أعلى من تلك التي بدأوا بها قبل عقود قليلة مضت. فاتجه شعب الماوري إلى المحاكم وناضلوا بنجاح لزيادة حصصهم الدائمة في عام ١٩٨٩ و١٩٩٢[٤٣].

وثمَّة اعتبار هام آخر في تصميم أنظمة التصاريح، وهو فيما إذا كانت التصاريح صالحة عند وجود قدر معين من التلوث أو استعمال لمورد من الموارد أو لكميات معيَّنة في العام لعدة أعوام أو حتى إلى الأبد. ويتطلب شراء تصريح دائم، مثل شراء منزل بدلاً من استئجاره، أموالاً جاهزة أكثر بكثير، الأمر الذي يمكن أن يعيق الكثيرين من مستخدمي الموارد الصغار دون أن يكون لديهم القدرة على استخدام مدخراتهم أو الحصول على القروض الميسَّرة. وبالإضافة إلى ذلك، لما كانت معظم حقوق صيد الأسماك وحقوق المياه القابلة للتبادل التجاري هي حقوق دائمة، فقد أصبحت في غالب الأحيان ملكية خاصة في نظر مالكيها الجدد. فإذا قررَّت السلطات في المستقبل إلغاء أو إعادة تخصيص هذه الحقوق - على سبيل المثال، تحويل المياه من الزراعة إلى الأراضي الرطبة أو المدن - فإنها (أي السلطات) قد تواجه تحديات قانونية تقول إنها تقوم بمصادرة أملاك خاصة. وإذا نجح مثل هذا التحدي فإنه سيجعل من أنظمة هذه التصاريح سياسات لا رجعة عنها. وعلى النقيض من ذلك، فإن كلاً من التصاريح في معظم أنظمة تبادل التلوث تساوي قيمة محددة، ويتم تخصيصها على أساس مستمر متجدد، مما يجعل من السهل على النظام أن يتطور مع مضي الوقت[٤٤].

ومن أكثر الأمور التي تثير قلق الجمهور بالنسبة لآليات السوق البيئية في الدول الصناعية هو أنها تنزع إلى كونها مبنية على أسس تراجعيَّة، أي تأخذ أكثر نسبياً من الفقراء مما تأخذه من الأغنياء. فضريبة كربون قدرها ١٠٠ دولار لكل طن في الولايات المتحدة سيتم تحمُّلها في المعدل على ٣,٧ بالمائة من ميزانية الإنفاق الخاصة بأفقر ١٠ بالمائة من الأسر، في حين لن تأخذ سوى نسبة ٢,٣ بالمائة من الميزانية الإنفاقية لأغنى ١٠ بالمائة من الأسر. ويعود هذا إلى أن الناس الأكثر فقراً ينفقون جزءاً من أموالهم على الضروريات الملموسة مثل الإسكان والغذاء والمواصلات التي تصنع وتُسيِّر بالآلات، وهذا ينطوي على تلوث واستعمال للموارد أكثر مما تقوم به الإنفاقات الكمالية غير الملموسة مثل تذاكر المسرح أو وجبات الطعام في المطاعم. (أما في الدول النامية، على أية حال، فإن الفقراء يعتمدون بدرجة أقل على السلع المصنَّعةِ، ولذلك فإن الضرائب البيئية هناك تلامس الطبقات الوسطى والعليا)[٤٥].

وحتى نضمن أن إقامة آليات السوق البيئية لا تؤدي إلى تفاقم اللامساواة، فإن من الأمور الحاسمة لذلك قيام صانعي السياسات، في الوقتِ نفسه، بالتصدي للتطوُّر الإجمالي لقوانين الضرائب. وعلى سبيل المثال، لو أن الحكومات تقوم بالحدِّ من ضرائب الأجور أو المبيعات ، التي تكون هي أيضاً متطوِّرة، أو تقوم (أي الحكومات) بجعل ضريبة الدخل متطوِّرة أكثر، فإنها عندها تستطيع الوصول بالأثر الذي تحدثه الضرائب البيئية إلى حدِّه الأدنى. كما يمكن لهذه الحكومات كذلك زيادة تمويل البرامج التي تساعد الفقراء على دفع فواتير التدفئة أو البرامج التي تزيد من امكانيات العزل أو التدفئة الكفؤة في بيوتهم. وكل من هذه الاجراءات سيصل إلى فئة معينة من السكان وإن كان هناك تداخل بين الفئات، ولذلك يجب تفحصها جيداً للحصول على أكبر فائدةٍ ممكنة[٤٦].

وتظهر مشاكل التوزيع كذلك نتيجة لآثار السياسات البيئية على الصناعة. ويمكن أن يكون الاتجار في تبادل التصاريح من الصعب تبريره بصورة خاصة فيما يتعلق بالسياسات والأمور السياسية عندما ترتفع التكاليف البيئية للشركات المحلية، بينما لا ترتفع تلك التكاليف بالنسبة للشركات الأجنبية المنافسة لها - والتي قد تكون تعمل خارج نطاق النظام الضريبي أو نظام التصاريح. وهذا هو السبب الذي يجعل دولاً مثل الدانمارك والنرويج والسويد، وكلها دول صغيرة تعتمد اعتماداً كبيراً جداً على التجارة، تقوم بتوفير عدد كبير من مختلف الإعفاءات للصناعات فيها من ضرائب الكربون، وهذا هو السبب أيضاً الذي سيجعل زيادات ضريبة الطاقة، التي يجري التفكير في تطبيقها في النمسا وهولندا في أواخر عام ١٩٩٥، تقع أيضاً على كاهل المستهلكين بصورة أساسية. ولتوفير حماية مماثلة، تقوم الولايات المتحدة بتدعيم ضريبة استنزاف الأوزون فيها بفرض جمارك على الواردات من البضائع المصنوعة من الكيماويات التي تفرض عليها ضرائب أو البضائع التي تحتوي عليها[٤٧].

وتأتي أكبر العقبات المحتملة في وجه هذه التعديلات الواسعة من جانب اتفاقيات التجارة الحرَّة الدولية مثل معاهدة ماسترخت (Maastricht Treaty)، التي أوجدت الاتحاد الأوروبي (EU)، والاتفاقية العامة للتعرفات والتجارة المعدَّلة والتي أوجدت منظمة التجارة العالمية (WTO). وتعمل كل من هاتين المعاهدتين على منع استخدام الضرائب وأشكال الدعم التي تحمي الصناعات المحلية. ومع ذلك فقد وضعت اللجنة الأوروبية سابقة هامة في عام ١٩٩٥ عندما أيدَّت الخصم على ضريبة ثاني أكسيد الكبريت للصناعات الدانماركية كثيفة استخدام الطاقة على أساس أنها نوع من السياسات البيئية، حتى مع اعترافها (أي اللجنة الأوروبية) أن هذا الخصم ينتهك قوانين التجارة التي وضعتها اللجنة. وبالمثل فإن

المحكمة التي سبقت منظمة التجارة العالمية أيّدت في عام ١٩٩٤ ضريبة «الإسراف في الغازولين» في الولايات المتحدة رغم أنها لم تؤثر في الغالب إلا على السيارات اليابانية والأوروبية الفاخرة عديمة الكفاءة بحجة أن الضريبة لم يكن مقصود منها الحدّ من التجارة. ولم يتضح بعد، مع ذلك، فيما إذا كانت منظمة التجارة العالمية ستسمح بمنح الخصومات الضريبية على الصادرات[٤٨].

وعلى المدى البعيد، فإن أفضل حلّ أمام الدول هو تنسيق ضرائبها البيئية ودمج أنظمة التبادل التجاري في التصاريح بقدر الإمكان، وبخاصة عند تصدّيها للمشاكل الدولية مثل المطر الحمضي واستنزاف الأوزون وارتفاع درجة حرارة الأرض. ومع ذلك، وإلى أن تنضمَّ القوى الاقتصادية العظمى مثل المانيا واليابان والولايات المتحدة لحركة التوجه نحو استخدام آليات السوق، فإن حرية الدول الصغيرة الرائدة في فرض الضرائب على المنتجات المستوردة وتوفير الخصومات الضريبية للبضائع المصدَّرة ستكون أمراً حاسماً لتطوُّر هذه الطريقة على نطاق العالم أجمع.

ويكمن وراء قضايا التنافس الدولي توتر لا يمكن تجنُّبه بين الحاجة إلى إجراء تغييرات رئيسية على كيفية عمل الاقتصاديات المختلفة والرغبة في تقليل الألم الناجم عن التعديلات إلى الحد الأدنى. وإذا كان للبشرية أن تقيم مجتمعاً صناعياً لا يعمد الناس فيه إلى إلحاق الضرر ببعضهم البعض وبأحفادهم بمجرد النهوض كل صباح والذهاب إلى أعمالهم، فإن على الاقتصاد العالمي أن يتغيَّر بصورة جذرية. ويتوجب على الكثير من الصناعات أن تعيد اختراع ذاتها، والبعض الآخر قد يختفي إلى الأبد تماماً. وعندها سيكون من المستحيل، على سبيل المثال، تخفيض مستويات الانبعاثات الكربونية إلى المستوى المطلوب لاستقرار المناخ ما لم يجر التخلص من صناعة الفحم[٤٩].

وسيؤدي تردي الصناعات غير المستديمة حتماً إلى مصاعب اقتصادية. وغالباً ما نرى عمليات الصناعات القائمة على الموارد الطبيعية تمثِّل نقاطاً في المنظر الطبيعي للمناطق الريفية التي وُهِبَت النفط أو الحديد ونرى من حولها مدن الشركات مُزهرة. وعندما تذهب هذه الصناعات، سيذهب معها الكثير من الاقتصاديات الإقليمية أو القومية - كما هي الحال في العربية السعودية - التي تدعمها. وانهيار نظام اقتصادي اقليمي بأكمله يمكن أن يجبر العمال على الاختيار بين البطالة طويلة المدى أو الرحيل. ولذلك فإن من الأمور الهامة أن تقوم الحكومات بالإلغاء التدريجي البطيء للتغيرات الضريبية بقدر ما تسمح به الظروف البيئية،

كي تعطى الناس الوقت الكافي للتأقلم معها. وإزاء المشاكل طويلة المدى، مثل تخفيض انبعاثات الكربون، يمكن للأعمال التجارية والصناعية أن تنتقل ببطء من الطرق التي تقوم على الاستخدام المكثف للموارد والإطلاق المكثف للتلوث - على سبيل المثال من إنتاج الورق إلى إعادة تدوير الورق. وسيكون أمام العمال في الصناعات التي تشرف على الهلاك الوقت الكافي لإعادة التدريب والانتقال، ربما بمساعدة من الحكومات، إلى الصناعات الأكثر استدامة مثل الطاقة الشمسية وإعادة التدوير، أو يحيلوا أنفسهم على التقاعد ويتركوا لأطفالهم فرصة التحرك إلى الأمام (انظر الفصل التاسع).

السير في الشوط إلى نهايته

آليات السوق البيئية الحالية، إذا أُخذت مجتمعة، لها السِمة المميزّة الخاصة كمنهج سياسات ثوري على وشك التفجُّر انطلاقاً من مرحلته التجريبية الأولية ليدخل معترك آليات السوق الرئيسية. وكانت التجربة المحدودة حتى الآن قيِّمة في إظهار كيفيَّة عمل آليات السوق، وكيف تعمل في أفضل حالاتها. ولا يتمثل التحدي الذي واجه صانعي السياسات الآن في الجانب الفكري الخاص بفهم نظرية وممارسات آليات السوق، بقدر ما يتمثل في الجانب السياسي الخاص برسم رؤية للإصلاح المالي للسياسات الذي يتصدى للمشاكل الاقتصادية الرئيسية لعصرنا ولبناء التحالفات الفعالة لجعل هذه الرؤية حقيقة واقعة.

وإزاء المشاكل البيئية العاجلة، تستطيع الحكومات التخلص تدريجياً من الضرائب في مجرد عدد قليل من السنوات - كما فعلت، على سبيل المثال، حكومة الولايات المتحدة في ضريبة استنزاف الأوزون. أما آليات السوق الموجهة نحو المشاكل التي تتطلب تغيرات طويلة المدى، مثل أنظمة الضرائب وتصاريح انبعاثات غازات البيوت الخضراء، فيمكن تطبيقها بصورة تدريجية. ولكن حتى في هذه الحالات، كلما سارعت البشرية في البدء في هندسة التغيير، كانت العملية أكثر قابلية للتنبؤ بها وكانت أكثر تدرُّجاً - وبالتالي أقل تكلفة.

من الأمور الهامة أن تقوم الحكومات بالتخلص التدريجي من التغيرات الضريبية الرئيسية بقدر ما تسمح به الظروف البيئية من إبطاء حتى تعطي الناس الوقت الكافي للتكيف معها.

ومع مرور الوقت، ومع تطوير الضرائب (أو ضرائب التصاريح) على إنتاج النفايات الصلبة واستعمال المياه وتلوث الهواء والماء وانبعاثات غازات البيوت الخضراء وصيد الأسماك

وقطع الأشجار بحيث تعكس التكاليف المجتمعية لهذه النشاطات، ستظل الحكومات تجمع دخلاً يصل إلى مئات البلايين من الدولارات كل عام. كما أن إلغاء الدعم المدمِّر للبيئة سيزيدُ من انتفاخ خزائن هذه الحكومات بأكثر مما هي عليه. ومتى ما وصلت الضرائب إلى نسبتها الكاملة، أو أن تخصيصات الحصص تقلَّصت إلى المستويات المستديمة، على أية حال - وفي بعض الحالات سيكون ذلك في زمن متقدم من القرن القادم - فإن انخفاض مستويات التلوث ومستويات استنزاف الموارد سيؤديان أيضاً إلى تخفيض الدخول الحكومية. ومن وجهة نظر مضادة، يمكن أن تنخفض الضرائب الأخرى أولاً، ولكن لا بد لها من أن تتصاعد ثانية في نهاية الأمر. ومع ذلك فلن تكون هذه التغيرات سريعة بالمعايير التاريخية: فمعظم الضرائب الحالية لم تكن سوى ثانوية أو غير موجودة قبل قرن مضى.

من حيث الآثار المالية والبيئية، فإن آليات السوق الموجهة ضد انبعاثات الكربون بصورة فعالة ستبرز فوق كلِّ ما عداها.

واستجابة لإشارات الأسعار، فإن اقتصاداً صناعياً مستديماً سيأخذ في التشكُّل تدريجياً. ومن الناحية المثالية، سيقوم الناس والأعمال التجارية والصناعية بصورة متزايدة بالمحافظة على الموارد وإعادة تدوير النفايات، مما يجعل مفهوم التلوث قديماً عفى عليه الزمن تقريباً. وسيقوم هؤلاء الناس والأعمال باستعمال الطاقة المتجدِّدة من الشمس أو من باطن الأرض الحار أو الخشب من الغابات التي تدار بطريقة مستديمة ولا يستعملون من الغذاء والماء إلا بقدر ما تسمح به بطريقة مستديمة المغذيات والدورات المائية العالمية. ومثل النظام البيئي، سيتطور الاقتصاد العالمي بطريقة يصعب تصورها لشدَّة تعقيدها، بحيث يصل إلى اليوم الذي يصبح يعمل عنده بطريقة صحية ضمن الحدود الطبيعية.

ومن حيث الآثار المالية والبيئية، فإن آليات السوق الموجهة ضد انبعاثات الكربون بصورة فعالة ستبرز فوق كلِّ ما عداها. ومن المحتمل أن تنجح ضريبة عالمية تُجمع من قِبل كلِّ دولة بأفضل من نظام التصاريح المتبادلة تجارياً، لأنها ستوفِّر للأعمال والمستهلكين ضريبة ثابتة ومعروفة سلفاً على الانبعاثات مع خسارة مقبولة لعدم التأكد ما بين سنة وأخرى حول إجمالي الانبعاثات العالمية. ويوفِّر ميثاق إطار العمل حول التغيُّر المناخي الذي وقِّع عام ١٩٩٢ في قمة الأرض في ريو دي جانيرو جزءاً كبيراً من الآلة القانونية والسياسية الدولية لتصميم وتنفيذ هذه الضريبة. وحتى تكون هناك عدالة، فإنه لا بد من إعادة توزيع الدخل عالمياً على أساس نسبة لكل فرد. وسينجم عن هذا تحويلات نقدية هائلة من الدول الغنية

للدول الفقيرة التي ستكون مسؤولة عن النسبة الأقل كثيراً من تراكم ثاني أكسيد الكبريت في الجو العالمي ولكنها ستعاني بنفس القدر من عواقبه. وكما أشار برنامج التنمية التابع للأمم المتحدة: «إن هذه التدفقات المالية لن تكون مساعدة أو صدقة. بل ستكون محصلة لآلية السوق الحرَّة التي تعاقب إفراط الدول الأكثر غنى في استهلاك الأملاك العامة العالمية». إلا أن مثل هذا التحويل الهائل في الأموال لا يحتمل، على أية حال، أن يصبح حقيقة واقعة[٥٠].

ولما كان التغيُّر المناخي يتطلب حلولاً طويلة المدى، يمكن أن تبدأ بضريبة كربون منخفضة ثمَّ تتصاعد تدريجياً خلال القرن القادم. على سبيل المثال، فإن ضريبة قدرها ٢٢,٥٠ دولار للطن في عام ١٩٩٦ ثم ترتفع بنسبة ٥ بالمائة كل عام على مدى الخمسين عاماً القادمة ستكون كافية تقريباً لإحداث الاستقرار في انبعاثات الكربون العالمية حتى عام ٢٠٤٠ وتقضي على هذه الانبعاثات تقريباً بحلول عام ٢١٠٠، وفقاً لدراسة مسحية أجريت مؤخراً لخمسة نماذج اقتصادية من قِبل منبر نمذجة الطاقة (Energy Modeling) بجامعة ستانفورد. وسوف تصل الدخول إلى ذروتها ما بين عامي ٢٠٤٠ و٢٠٦٠ ما بين ٧٠٠ بليون دولار و١,٨ تريليون دولار. وفي الوقت ذاته لن يكون النمو الاقتصادي سوى ٠,٠٤ بالمائة أدنى كل عام في المتوسط. (وتتوقَّع بعض النماذج نمواً أكبر، بينما يتوقع غيرها نمواً أقل). ولما كانت نماذج المناخ تتوقع أن بعض ارتفاع درجة حرارة الأرض سيظل يحدث، ما لم تنخفض الانبعاثات حتى بأسرع وأسرع، فإن البدء في ضريبة الكربون عند مستوى أعلى - ربما كان ذلك ٥٠ دولار للطن - قد يكون جدياً بتبادله بنمو اقتصادي أقل نوعاً ما من أجل حماية أكبر بكثير للمناخ من الأخطار[٥١].

وحتى هذا التاريخ، يتمثَّل الاختلال الذي أدى إلى الحدِّ من مجال عمل معظم آليات السوق في أن الناس الذين سيخسرون من نجاح هذه الآليات - وهم بصورة معروفة أصحاب الأعمال التجارية والصناعية المدمِّرة للبيئة - هم عادة أكثر تنظيماً وتمويلاً من أولئك الذين سيربحون من هذا النجاح - وهم في العادة الجمهور بعامة. أما بالنسبة للسياسيين، فإن جمع الضرائب عن التلوث أو استعمال الموارد كان غالباً يعني وضعهم في مركز حرج: فمن ناحية يواجهون معارضة عنيدة من رجال الصناعة، ومن جهة أخرى يواجهون معارضة الجمهور محدود المعرفة. والشيء المريح سياسياً عمله هو إعادة ضريبة الدخل إلى الصناعة بشكل آخر نوعاً ما أو، بصورة مساوية، إصدار التصاريح مجاناً، أي دعم الشركات فعلياً لسلوكها التخريبي (البيئي) السابق[٥٢].

وفي بعض الأحيان كان السياسيون قادرين على تخصيص الأموال لبرامج الحماية البيئية بدلاً من اعادتها للصناعة. ومثل هذا التخصيص يمكن أن يكون هاماً في الدول النامية حيث تفتقر الوكالات البيئية فيها إلى الأموال، وتكون محبَّبةً للناخبين الذين يسيئون الظن بالحكومات إلى حدّ أنهم يودون إنفاق المال بحكمة على طريقتهم الخاصة إلاّ أن هذه الطريقة تميل، على المدى الطويل، إلى الحدِّ من آليات السوق إلى مجرد دور ثانوي في التصدي للعديد من المشاكل البيئية(٥٣).

ولن تكون الحكومات قادرة إلا على استيعاب الدخول من ضرائب الكربون وآليات السوق الكبيرة الأخرى إذا قامت بتطبيقها على أوجه تمويل النشاطات الحكومية العامة، مثل الحدِّ من عجز الميزانية أو الحدِّ من الضرائب الأخرى. عندها ستدخل مقترحات الضريبة البيئية إلى عوالم أوسع في القضايا الاقتصادية والمالية والسياسية. وأظهرت النمذجة الاقتصادية أن الطريقة التي تستخدم فيها هذه التدفقات الكبيرة من الدخل يمكن أن تحدِّد بصورة كبيرة آثار آليات السوق على العمالة والنمو الاقتصادي والتنمية. كما يمكن لها أن تقرر المصير السياسي لهذه الأمور(٥٤).

عندما اقترح الرئيس بيل كلنتون ضريبة على الطاقة في عام ١٩٩٣، كانت تكاليفها واضحة عند أولئك الذين سيقومون بدفعها، ولكن لما كانت ستستخدم للحدِّ من العجز المالي الحكومي، كانت مزاياها مشوَّشة كثيراً، حتى عند أكثر رجال الاقتصاد حدّة. وهكذا كان التأييد السياسي لهذه الضريبة ضعيفاً. وشنَّ رجال الصناعات الرئيسية وشركات إنتاج الطاقة حملة تأثير كلَّفت عدة ملايين من الدولارات ضد هذه الضريبة - وهي أكبر حملة من نوعها يجري القيام بها لايقاف مشروع قانون في تاريخ الولايات المتحدة - وكشفت عن رئيس جمهورية سريع التنازل. كما أن الكثيرين من الناخبين لم يعجبهم مشروع القانون الذي اقترحه كلنتون. ومما له مغزاه، أن الفُتات الوحيد الذي بقي من المشروع على قيد الحياة بعد المعركة التي خاضها في الكونغرس، مع ذلك، هو مجرد ضريبة قدرها ١,١ سنت في كل لتر (٤,٣ سنت في كل غالون) على الغازولين والديزل، وهي جباية جاءت إلى حدٍ كبير من جيوب المستهلكين وليس من شركات الأعمال. وحتى عندما يكون عجز الميزانية كبيراً، فقد يكون عملياً أكثر، لذلك، بأنْ يقلَّ عبء الضرائب بدلاً من زيادتها(٥٥).

ويمثل اقتراحاً بفرض ضريبة طاقة تقدمت به جماعة السلام الأخضر الألمانية عام ١٩٩٤ المزيج القويَّ للأفكار التي أعطت زخماً لنقل الضريبة البيئية التي لا تؤثر على الدخول في

أوروبا الغربية. فهي تتصوَّر ضريبة يمكن أن ترفع أسعار الطاقة إلى أعلى بنسبة ٧ بالمائة تقريباً كل عام على مدى ١٥ عاماً على الأقل. إذ ستقوِّمُ الحكومة قيمة الضرائب التي أخذت مباشرة من المستهلكين ثم ترسل لهم شيكات «منحة بيئية» تساوي مبلغاً واحداً لكل فرد في البلاد. فالأسر الفقيرة، التي تنفق أقل من المتوسط على الطاقة، سوف تربح من هذا النظام، بينما ستخسر الأُسرُ الغنية - رغم أن هذه الخسارة ستكون طفيفة مقارنة بمداخيلها العالية. وبالمثل، فإن الصناعة ستستعيد نقودها على شكل تخفيضات ضريبية عامة على الرواتب . وفي الوقت ذاته فإن إجمالي استعمال الطاقة سينخفض بحلول عام ٢٠١٠ بنسبة ١٤ بالمائة أقل مما سيكون عليه بدون هذا الاصلاح الضريبي، وفقاً لما يراه المعهد الألماني للبحوث الاقتصادية، وهو مؤسسة رئيسية للدراسات الاقتصادية في برلين[٥٦].

وعلى النقيض من ضريبة كلينتون، استغلَّ اقتراح السلام الأخضر الخلافات الموجودة داخل الأوساط الصناعية وجمع التأييد الشعبي. وبموجب هذا الاقتراح، فإن الصناعات التي تستخدم معظم الطاقة والأقل من العمالة، مثل الصناعات الكيماوية وصناعات الفولاذ ومناجم الفحم ستجد أن تكاليفها سترتفع. فهي مسؤولة عن ٤٦ بالمائة من القيمة المضافة في الصناعة الخاصة في عام ١٩٨٨ ولكن ليس أكثر من ٤٢ بالمائة من العمالة. ومثَّلت الصناعات الأكثر نظافة والأكثر كثافة في استخدام العمالة - من التعليم إلى المواصلات السلكية واللاسلكية - ٥٠ بالمائة من المخرجات (الإنتاج) و٥٤ بالمائة من العمالة. أما صناعة السيارات، ذات الـ ٤ بالمائة في كل من المخرجات والعمالة فقد خرجت متعادلة (لا رابحة ولا خاسرة في هذا المجال الضريبي). وهكذا فإن غالبية مريحة من الناخبين في الصناعات الخاصة ستعمل لحساب الشركات التي تخرج متعادلة أو رابحة (انظر جدول ١٠-٣). وزيادة على ذلك، يقدَّر أن هذه الضريبة ستخلق ٦٠٠ ألف فرصة عمل جديدة خلال ١٠ سنوات[٥٧].

ولا غرابة إذا كان هذا الاقتراح قد حاز على التأييد من الكثير من الأعمال التجارية والصناعية وجماعات العمل، مما رجَّح كفة الميزان السياسي لصالح التغيير الضريبي في المانيا. ووقعت شركة إيه إي جي (AEG) صانعة الأدوات المنزلية وشركة تبرويـر (Tupperware) وعشرات الشركات الكبيرة الأخرى على التعاون مع أنصار البيئة للنضال من أجل الإصلاح الضريبي. وحتى رئيس شركة بي إم دبليو صادق على الفكرة، ربما لأنه يعتقد، شأنه شأن أصحاب صناعة السيارات في الولايات المتحدة، أن ضرائب الطاقة ستشجِّع المستهلكين على استثمار مبلغ إضافي قليل في السيارات التي تستخدم الطاقة بكفاءة أكبر. كما عبَّر اتحاد عمال المعادن الألماني (IG-Metall)، وهو أكبر اتحاد للعمال في أوروبا عن تأييده القوي للاقتراح.

جدول (١٠-٣): مجموعة مختارة من الشركات الخاسرة والرابحة وفق مشروع جماعة السلام الأخضر الالمانية لتغيير الضرائب

الصناعة	نصيب القيمة المضافة[١]	نصيب العمالة[١]	تغيُّر الأسعار[٢]
٣١٨	(٪)	(٪)	(٪)
الصناعات الخاسرة	٤٥,٧	٤٢,١	--
الفحم[٣]	٠,٦	٠,٨	+٥٠,٧
الكيماويات	٣,٧	٢,٣	+١٢,٥
الحديد والفولاذ	٠,٨	٠,٧	+٥,٠
صناعة السيارات	٤,١	٤,١	صفر
الصناعات الرابحة	٥٠,١	٥٣,٨	--
الإنشاءات	٣,٩	٤,٨	-٠,٥
المعدات الكهربائية	٤,٥	٤,٨	-١,٤
البريد والاتصالات السلكية واللاسلكية	٢,٦	٢,٢	-٥,٧

(١) النسب المئوية لمخرجات القطاع الخاص والعمالة فقط لعام ١٩٨٨ . الأعمدة قد لا تصل إلى ١٠٠ بسبب التقريب.

(٢) بعد ١٥ سنة من ادخال التغيير الضريبي، على افتراض أن تكاليف الصناعة وتوفيراتها جُيِّرت على المستهلكين.

(٣) دعم انتاج الفحم، ما لم يتم التخلي عنه، سيظل يزيد على الضرائب.

SOURCES: Statistisches Bundesamt, *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen* (Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1990); Michael Kohlhaas, German Institute for Economic Research (DIW), Berlin, private communication and printout, July 6, 1995; Hans Wessels, DIW, Berlin, private communication and printout, August 10, 1995; Worldwatch estimates based on these sources.

ومع هبوط العمالة من قبل باضطراد في صناعة الحديد والفولاذ الألمانية، فمن الواضح أن الأمر الواقع لا يقدم سوى القليل من الضمان لأعضاء الاتحاد. وستكون خصومات ضرائب الرواتب والانتقال المتسارع لصناعة إعادة تدوير الفولاذ التي تستخدم العمال بكثافة أكبر

مُعيناً لهم، إذ ستؤدي إلى خلق المزيد من فرص العمل - وفرص العمل التي ستدوم[٥٨].

وفي الأجزاء الأخرى من العالم، يمكن لتخفيضات الضرائب في اقتراحات التغيير أن تتصدى للأهداف غير البيئية المختلفة. ففي الولايات المتحدة، فإن تغييرات الضرائب بعيداً عن العمل ستساعد على محاربة الأجور الراكدة والمتدنيَّة التي تقلق الآن الكثير من الناخبين. وفي الدول النامية - وبخاصة الهند والصين، التي تقوم بإحراق كميات كبيرة من الفحم - يمكن أن تصبح ضرائب الكربون وغيرها من آليات السوق البيئية مصادر رئيسية للدخل، مما يسمح للحكومات هناك بتخفيض اعتمادها على ضرائب التجارة والمبيعات وأرباح الشركات التي تحدث تفرقة ضد الفقراء وتعيق الاستثمار[٥٩].

وتتمتع الأدوات القائمة على قاعدة السوق بجانب ثنائي فريد: فهي تشكِّل السلوك وتزيد الدخول التي يمكن استخدامها في الأغراض الأخرى في آن واحد. وهذا يسمح لها بخدمة كل من الاستدامة البيئية والأهداف الأقصر مدى. ومع ذلك، فهذه الأدوات لا تفعل خيراً لنفسها؛ إذ يحتاج إقحام التنمية الاقتصادية على الممر السليم بيئياً إلى قيادة على كل مستوى حكومي. ومن الأمور الحاسمة لصناع السياسات على المستوى القومي- وبخاصة في القوى الاقتصادية العظمى مثل الولايات المتحدة والمانيا واليابان - القيام بحشد الدعم المحلي والدولي معاً للقيام بهذا العمل. إذ سيكون من الصعب سياسياً على الدول ذات الاقتصاديات الأصغر أن تذهب بعيداً بمفردها إذا كانت المنافسة الدولية للصناعات المحلية الكبرى معرضة للخطر.

لقد كان أكثر الزعماء السياسيين تأثيراً في التاريخ أُولئك الذين وجدوا السبل للعمل داخل إطار الزمن الذي عاشوا فيه، ووفق رؤية لما كان سيكون آتياً. وتقدم آليات السوق سبيلاً قوياً لعقد الصفقات السياسية وإجراء التغييرات الكبرى على السياسات المطلوبة للتصدي للتحدي الاقتصادي الكبير في أيامنا هذه: التوفيق بين القوة الصناعية وحماية صحة الإنسان وبيئته. ولكي يمكن استخدام هذه الأدوات جيداً، يتوجَّب على زعماء اليوم الجمع بين الجانب العملي (البارغماتي) والرؤية المستقبلية بطرق جديرة ببلايين الناس الذين أصبحت صحتهم ومعيشتهم في الميزان. ومع هذا القدر العالي من الأخطار، لا ينبغي أن نطلب أقل من هذا من زعمائنا.

obeikandl.com

Notes

Chapter 1. The Acceleration of History

1. The concept of the acceleration of history was first introduced with a brief discussion in the overview chapter of Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, and Hal Kane, *Vital Signs 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995).

2. Joel E. Cohen, "How Many People Can Earth Hold?" *Discover*, November 1992.

3. Current and historical world economic information in 1987 dollars from Lester R. Brown, "World Economy Expanding Faster," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1, with data derived from World Bank and International Monetary Fund tables; information on East Asia and China from International Monetary Fund, *World Economic Outlook May 1995* (Washington, D.C.: 1995).

4. U.N. Development Programme, *Human Development Report 1994* (New York: Oxford University Press, 1994).

5. These trends are all documented in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1.

6. Information on fisheries decline based on statistical data in the U.N. Food and Agriculture Organization (FAO) fisheries database, FISHSTAT-PC, FAO Fisheries Statistics Division, Rome, 1994. Estimate of 100 million tons sustainable catch from FAO-sponsored publication, J.A. Gulland, ed., *The Fish Resources of the Ocean* (Surrey, U.K.: Fishing News Ltd., 1971). This estimate is meant to include traditional bony fish ranging from commonly eaten species such as cod and haddock to the small shoaling species such as the Peruvian anchovy. Estimate also based on FAO, *Fishery Statistics: Catches and Landings* (Rome: various years). The 1989 fish harvest of 100 million tons includes both the marine catch and aquaculture production. Annual population increase from Population Reference Bureau (PRB), *1995 World Population Data Sheet* (Washington, D.C.: 1995).

7. Greenpeace quote from William Branigin, "Global Accord Puts Curbs on Fishing," *Washington Post*, August 4, 1995.

8. Sandra Postel, *Last Oasis: Facing Water Scarcity* (New York: W.W. Norton & Company, 1992).

9. Sandra Postel, "Where Have All the Rivers Gone?" *World Watch*, May/June 1995.

10. See Chapter 3 for a discussion of growing conflicts over shared river systems.

11. Kenton Miller and Laura Tangley, *Trees of Life: Saving Tropical Forests and Their Biological Wealth* (Boston, Mass.: Beacon Press, 1991).

12. Figure of 1,000 tons from FAO, *Yield Response to Water* (Rome: 1979).

13. Norman Myers, *Ultimate Security: The Environmental Basis of Political Stability* (New York: W.W. Norton & Company, 1993).

14. U.S. Bureau of the Census projections, published in Francis Urban and Ray Nightingale, *World Population by Country and Region, 1950–90, with Projections to 2050* (Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture (USDA), Economic Research Service (ERS),

1993); seafood prices from FAO, *Fishery Statistics: Trade and Commerce* (Rome: various years), with updates from Adele Crispoldi, Fishery Statistician, Fishery Information, Data and Statistics Service, Fisheries Department, FAO, Rome, unpublished printout, September 12, 1994.

15. Figure 1–1 from USDA, *World Agricultural Production* (Washington, D.C., various issues); USDA, ERS, "Production, Supply, and Demand View" (electronic database), Washington, D.C., August 1995; Foreign Agricultural Service, *Grain: World Markets and Trade*, USDA, Washington, D.C., August 1995; grain price information from International Monetary Fund, *International Financial Statistics*, various years.

16. China's grain exports from USDA, *Grain: World Markets and Trade*, op. cit. note 15; grain prices from "Futures Prices," *Wall Street Journal*, various editions.

17. Figure 1–2 from USDA, "World Agricultural Supply and Demand Estimates," Washington, D.C., September 12, 1995.

18. Grain-to-fish conversion ratio from Ross Garnaut and Guonan Ma, East Asian Analytical Unit, Department of Foreign Affairs and Trade, *Grain in China* (Canberra: Australian Government Publishing Service, 1992); grain-to-poultry ratio derived from Robert V. Bishop et al., *The World Poultry Market—Government Intervention and Multilateral Policy Reform* (Washington, D.C.: USDA, 1990); grain-to-pork ratio from Leland Southard, Livestock and Poultry Situation and Outlook Staff, ERS, USDA, Washington, D.C., private communication, April 27, 1992; population of Belgium from PRB, op. cit. note 6; annual growth in seafood catch from Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1.

19. USDA, "Production, Supply, and Demand View," op. cit. note 15.

20. Irrigated area from FAO, *Production Yearbooks* (Rome: various years); per capita figures derived from United Nations, Department of International Economic and Social Affairs, *World Population Prospects, 1990* (New York: 1991).

21. Postel, op. cit. note 8.

22. Fertilizer trends from FAO, op. cit. note 20, from FAO, *Fertilizer Yearbooks* (Rome: various years), and from International Fertilizer Industry Association (IFA), *Fertilizer Consumption Report* (Paris: 1992); world grain harvest data from Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1.

23. IFA, op. cit. note 22.

24. Figure 1–3 from FAO, op. cit. note 20, from FAO, op. cit. note 22, and from IFA, op. cit. note 22; for declining response to fertilizer, see Duane Chapman and Randy Barker, *Resource Depletion, Agricultural Research, and Development* (Ithaca, N.Y.: Cornell University, 1987).

25. Author's calculations based on USDA, "Production, Supply, and Demand View," op. cit. note 15, and on Bureau of the Census, op. cit. note 14.

26. "Futures Prices," op. cit. note 16; FAO, op. cit. note 14.

27. Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), "Renewal of the CGIAR: Draft Documents on Major Issues," Ministerial-level meeting documents, CGIAR Secretariat, Washington, D.C., February 9–10, 1995; John Madeley, "Rice—The Next Generation," *Financial Times*, February 18, 1994.

28. Grain prices in China from Martin Wolf, "Zooming in on the Threat of Inflation," *Financial Times*, November 7, 1994; "Vietnam to Limit Exports of Rice for Four Months," *Journal of Commerce*, May 19, 1995.

29. World population electronic database from Ray Nightingale, USDA, ERS, Washington, D.C., July 1995.

30. PRB, op. cit. note 6; Bureau of the Census, op. cit. note 14.

31. Figure 1–4 from Bureau of the Census, op. cit. note 14, from USDA, "Production, Supply, and Demand View", op. cit. note 15, and from USDA, "World Grain Database" (unpublished printout), Washington, D.C., April 1989.

32. Carl Haub, "Population Change in the Former Soviet Republics," *Population Bulletin*, December 1994; Michael Specter, "Plunging Life Expectancy Puzzles Russia," *New York Times*, August 2, 1995; Russia's natural rate of decrease from PRB, op. cit. note 6.

33. FAO, *Food Outlook*, August/September 1995.

34. "Iran: Fewer Means Better," *The Economist*, August 5, 1995; "Peru's Chief Pushes Birth Control, Stirring Dispute," *New York Times*, August 12, 1995.

35. Joseph C. Farman et al., "Large Losses of Total Ozone in Antarctica Reveal Seasonal ClO(x)/NO(x) Interaction," *Nature*, May 16, 1985; Montreal Protocol information from William K. Stevens, "Peril to Ozone Hastens a Ban on Chemicals," *New York Times*, November 26, 1992; "Ministers Approve Stepped Up Timetable to Phase Out Ozone Depleting Substances," *International Environment Reporter*, January 13, 1993; chlorofluorocarbon production estimates from DuPont, Wilmington, Del., private communication.

36. Michael Grubb, "Viewpoint: The Berlin Climate Conference; Shifting Alliances Break Political Deadlock," *EC Energy Monthly*, April 21, 1995; Carol Werner and Jennifer Morgan, "Cities Endorse AOSIS Protocol," *ECO* (NGO Newsletter, Berlin), March 30, 1995.

37. Christopher Flavin, "Storm Warnings: Climate Change Hits the Insurance Industry," *World Watch*, November/December 1994.

38. USDA, op. cit. note 17.

39. Christopher Flavin and Nicholas Lenssen, *Power Surge: Guide to the Coming Energy Revolution* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

40. California wind farm potential from Paul Gipe, Gipe and Associates, Tehachapi, Calif., private communication and printout, April 7, 1994; 1994 wind generator installation estimates (Germany and India) from Birger Madsen, BTM Consult, Ringkobing, Denmark, private communication, Febrary 23, 1995, and from Paul Gipe, Paul Gipe and Associates, Tehachapi, Calif., private communication, February 22, 1995.

41. Madsen, op. cit. note 40; Gipe, February 22, 1995, op. cit, note 40; potential in the three U.S. states from D.L. Elliott, L.L. Windell, and G.L. Gower, *An Assessment of the Available Windy Land Area and Wind Energy Potential in the Contiguous United States* (Richland, Wash.: Pacific Northwest Laboratory, 1991); wind potential in Europe from Andrew Garrad, *Wind Energy in Europe: Time for Action* (Rome: European Wind Energy Association, 1991); hydropower estimate from United Nations, *1990 Energy Statistics Yearbook* (New York: 1992).

42. Joseph Kahn, "China's Next Great Leap: The Family Car," *Wall Street Journal*, June 24, 1994; Sun Shangwu, "Building Eats Up Farmland as More Mouths Need Food," *China Daily*, July 18, 1994; John Griffiths, "Car Production Set to Double by Year 2000," *Financial Times*, July 3, 1995.

43. Figure 1–5 from *Interbike Directory 1995* (Newport Beach, Calif.: Primedia, Inc. 1995), from American Automobile Manufacturers Association (AAMA), *World Motor Vehicle Data*, 1994 ed. (Detroit, Mich.: 1994), from AAMA, *AAMA Motor Vehicle Facts & Figures '94* (Detroit, Mich: 1994), and from John Lawson, Director, DRI/McGraw-Hill, London, private communication, November 23, 1994.

44. Donald O. Mitchell and Merlinda D. Ingco, International Economics Department, *The World Food Outlook* (Washington, D.C.: World Bank, 1993).

45. Ibid.

46. USDA, "Production, Supply, and Demand View," op. cit. note 15.

47. Mario Molina and F. Sherwood Rowland, "Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine Atom Catalysed Destruction of Ozone," *Nature*, June 28, 1974; Farman et al., op. cit. note 35.

48. Lyme's disease from Marc Lappé, *Evolutionary Medicine: Rethinking the Origins of Disease* (San Francisco: Sierra Club Book, 1994); "No One Can Say Why Virus Striking Zaire is So Deadly," *New York Times*, May 13, 1995; "Ebola Outbreak Profoundly Changes Life in Zairian City," *Washington Post*, May 22, 1995; Global Programme on AIDS, "Current and Future Dimensions of the HIV/AIDS Pandemic: A Capsule Summary," World Health Organization, Geneva, 1992.

49. Richard Elliot Benedick, *Ozone Diplomacy: New Directions in Safeguarding the Planet* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1991).

50. Fishing fleet subsidy information from FAO, *Marine Fisheries and the Law of the Sea: A Decade of Change*, Fisheries Circular No. 853 (Rome: 1993); coal subsidies in Germany from Organisation for Economic Co-operation and Development, International Energy Agency, *Energy Policies of IEA Countries: 1992 Review* (Paris: 1993)

Chapter 2. Facing Up to the Risks of Climate Change

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *The IPCC Assessment of Knowledge Relevant to the Interpretation of Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change: A Synthesis Report* (draft), Geneva, July 31, 1995; Tom M.L. Wigley, "A Successful Prediction?" *Nature*, August 10, 1995.

2. *United Nations Framework Convention on Climate Change, Text* (Geneva: U.N. Environment Programme/World Meteorlogical Organization Information Unit on Climate Change, 1992); for details on carbon emission trends, see section entitled "Greenhouse Gas Escalator."

3. C.C. Keeling and T.P. Whorf, "Atmospheric CO_2 Records from Sites in the SIO Air Sampling Network," in Thomas A. Boden et al., eds., *Trends '93: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, Tenn.: Oak Ridge National Laboratory, 1994); Timothy Whorf, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Calif., private communication, February 2, 1995; Thomas E. Graedel and Paul J. Crutzen, *Atmosphere, Climate, and Change* (New York: Scientific American Libraries, 1992); V. Ramanathan et al., "Trace Gas Trends and Their Potential Role in Climate Change," *Journal of Geophysical Research*, June 20, 1985.

4. Heat trapping gas estimate is based on radiative forcing figures for various greenhouse gases contained in IPCC, *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment* (New York: Cambridge University Press, 1990); H. Wilson and J. Hansen, "Global and Hemispheric Temperature Anomalies from Instrumental Surface Air Temperature Records," in Boden et al., op. cit. note 3; James Hansen, NASA Goddard Institute for Space Studies, New York, private communication, January 30, 1995; William K. Stevens, "A Global Warming Resumed in 1994, Climate Data Show," *New York Times*, January 27, 1995.

5. Richard A. Kerr, "Greenhouse Skeptic Out in the Cold," *Science*, December 1, 1989; Richard A. Kerr, "Greenhouse Science Survives Skeptics," *Science*, May 22, 1992; Patrick Michaels, *Sound and Fury: Science and Politics of Global Warming* (Washington, D.C.: Cato Institute, 1992); Richard Lindzen, "Absence of Scientific Basis," *Research & Exploration*, Spring 1993.

6. For funding by coal industry, see masthead of *World Climate Report*, edited by Patrick J. Michaels, Ivy, Va.; J.F.B. Mitchell et al., "Climate Response to Increasing Levels of

Greenhouse Gases and Sulphate Aerosols," *Nature*, August 10, 1995.

7. Stephen H. Schneider, "Detecting Climatic Change Signals: Are There Any 'Fingerprints'?" *Science*, January 21, 1994.

8. J.C. King, "Recent Climate Variability in the Vicinity of the Antarctic Peninsula," *International Journal of Climatology*, May 1994; *The Australian*, March 1, 1995; Keith R. Briffa et al., "Unusual Twentieth-Century Summer Warmth in a 1,000-year Temperature Record from Siberia," *Nature*, July 13, 1995; Molly Moore, "New Delhi Cools Off—At 98 Degrees," *Washington Post*, June 14, 1994.

9. Malcolm W. Browne, "Most Precise Gauge Yet Points to Global Warming," *New York Times*, December 12, 1994; David J. Thomson, "The Seasons, Global Temperature, and Precession," *Science*, April 7, 1995.

10. IPCC, op cit. note 1; Karl quoted in "Reading the Patterns," *The Economist*, April 1, 1995; Hasselmann cited in Richard Monastery, "Dusting the Climate for Fingerprints," *Science News*, June 10, 1995.

11. IPCC, op. cit. note 1.

12. Ibid.

13. M. Patrick McCormick, Larry W. Thomason, and Charles R. Trepte, "Atmospheric Effects of the Mt Pinatubo Eruption," *Nature*, February 2, 1995; IPCC, op. cit. note 1; Figure 2–1 from Mitchell et al., op. cit. note 6 and from data supplied by Bob Davis, Hadley Centre for Climate Prediction and Research, Bracknell, U.K., October 5, 1995.

14. IPCC, *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Assessment* (Cambridge University Press: 1992).

15. A. Scott Denning, Inez Y. Fung, and David Randall, "Latitudinal Gradient of Atmospheric CO_2 Exchange with Land Biota," *Nature*, July 20, 1995; P. Ciais et al., "A Large Northern Hemisphere Terrestrial CO_2 Sink Indicated by the 13C/12C Ratio of Atmospheric CO_2," *Science*, August 25, 1995.

16. George M. Woodwell and Fred T. Mackenzie, eds., *Biotic Feedbacks in the Global Climatic System* (New York: Oxford University Press, 1995); Deborah MacKenzie, "Where Has All the Carbon Gone?" *New Scientist*, January 8, 1994.

17. Raja S. Ganeshram et al., "Large Changes in Oceanic Nutrient Inventories from Glacial to Interglacial Periods," *Nature*, August 31, 1995; Louis A. Codispoti, "Is the Ocean Losing Nitrate?" *Nature*, August 31, 1995.

18. IPCC, op. cit. note 1.

19. World Bank, "Earth Faces Water Crisis," press release, Washington, D.C., August 6, 1995.

20. IPCC, op. cit. note 1.

21. Ibid.; Hamburg cited in William K. Stevens, "Scientists Say Earth's Warming Could Set Off Wide Disruptions," *New York Times*, September 18, 1995.

22. Northern Finland and Hopkins Institute information from Charles Petit, "New Hints of Global Warming," *San Francisco Chronicle*, April 17, 1995.

23. James P. Bruce, "Challenges of the Decade: Natural Disasters and Global Change," address at Symposium on the World at Risk: Natural Hazards and Climate Change, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., January 14–16, 1992; G.A. Berz, "Greenhouse Effects on Natural Catastrophes and Insurance," The Geneva Papers on Risk Insurance, July 17, 1992; National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) quote from Thomas R. Karl et al., "Trends in U.S. Climate During the Twentieth Century," *Consequences*, Spring 1995; Paul Simons, "Why Global Warming Could Take Britain by Storm," *New Scientist*, November 7, 1992; Craig R. Whitney, "Rhine Floods Worst in Century; 50,000 Homeless," *New York Times*, December 25, 1994.

24. Emanual estimate and Friedman calculation included in Doug Cogan, "Bracing for Bigger Storms," *Investor's Environmental Report*, Vol. 3, No. 1, 1993; see also Munich Re, *Windstorm*, Munich Re special publication, Munich, Germany, 1990.

25. Robert C. Sheets, "Catastrophic Hurricanes May Become Frequent Events Along the United States East and Gulf Coasts," Testimony before Government Affairs Committee, U.S. Senate, Washington, D.C., April 29, 1993; Greenpeace International, *The Climate Time Bomb: Signs of Climate Change from the Greenpeace Database* (Amsterdam: 1994), supplemented by "Update," March 1995.

26. Greg Steinmetz, "Andrew's Toll: As Insurance Costs Soar, Higher Rates Loom," *Wall Street Journal*, January 6, 1993; E.N. Rappaport and R.B. Sheets, "A Meteorological Analysis of Hurricane Andrew," *Lessons of Hurricane Andrew*, Special Publication of the Annual National Hurricane Conference, April 13–16, 1995.

27. Dork L. Sahagian, Frank W. Schwartz, and David K. Jacobs, "Direct Anthropogenic Contributions to Sea Level Rise in the Twentieth Century," *Nature*, January 6, 1994; Browne, op. cit. note 9; IPCC, op. cit. note 1.

28. Asian Development Bank, *Climate Change in Asia: Thematic Overview* (Manila: 1994).

29. Rene Bowser et al., *Southern Exposure: Global Climate Change and Developing Countries* (Washington, D.C.: Center for Global Change, 1992); Cynthia Rosenzweig and Martin L. Parry, "Potential Impact of Climate Change on World Food Supply," *Nature*, January 13, 1994; David E. Pitt, "Computer Vision of Global Warming: Hardest on Have-Nots," *New York Times*, January 18, 1994; A.J. Michael, *Planetary Overload: Global Environmental Change and the Health of the Human Species* (Cambridge: Cambridge University Press, 1993); C.E. Ewan et al., eds., *Health in the Greenhouse: The Medical and Environmental Health Effects of Global Climate Change* (Canberra: Australian Government Publishing Service, 1993); IPCC, op. cit. note 1.

30. G. Marland, R.J. Andres, and T.A. Boden, "Global, Regional, and National CO_2 Emission Estimates From Fossil Fuel Burning, Cement Production, and Gas Flaring: 1950–1992" (electronic database) (Oak Ridge, Tenn.: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, 1995); Keeling and Whorf, op. cit. note 3; IPCC, *Radiative Forcing of Climate Change: The 1994 Report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC* (Bracknell, U.K.: IPCC Working Group I Technical Support Unit, 1994).

31. Figure 2–2 from Marland, Andres, and Boden, op. cit. note 30, and from Worldwatch estimates based on ibid. and on British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy* (London: Group Media & Publications, 1995).

32. Gross national product data for 1993 adjusted for purchasing power parity from *The World Bank Atlas 1995* (Washington, D.C.: World Bank, 1995).

33. *United Nations Framework Convention on Climate Change*, op. cit. note 2; Worldwatch estimates from Marland, Andres, and Boden, op. cit. note 30, and from BP, op. cit. note 31.

34. Worldwatch estimates from Marland, Andres, and Boden, op. cit. note 30, and from BP, op. cit. note 31.

35. Ibid.; Population Reference Bureau, *1994 World Population Data Sheet* (Washington, D.C.: 1994).

36. Worldwatch estimates from Marland, Andres, and Boden, op. cit. note 30, and from BP, op. cit. note 31.

37. Ibid.; Jessica Hamburger, *China's Energy and Environment in the Roaring Nineties: A Policy Primer* (Washington, D.C.: Pacific Northwest Laboratory, 1995).

38. Chancellor Helmut Kohl, speech to the First Conference of the Parties to the

United Nations Framework Convention on Climate Change, Berlin, April 5, 1995; U.S. Climate Action Network and Climate Network Europe, *Independent NGO Evaluations of National Plans for Climate Change Mitigation: OECD Countries, Third Review, January 1995* (Washington, D.C.: U.S. Climate Action Network, 1995); International Energy Agency (IEA), *Climate Change Policy Initiatives, Volume 1: OECD Countries* (Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 1994); Christopher Flavin, "Wind Power Soars," in Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, and Hal Kane, *Vital Signs 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995); gasoline tax from IEA, *Energy Prices and Taxes, First Quarter, 1995* (Paris: OECD, 1995); carbon equivalent estimate by Worldwatch.

39. Nathaniel Nash, "German High Court Bans Energy Subsidy on Utility Bills," *New York Times*, December 8, 1994; reverse carbon tax estimate by Worldwatch based on ibid. and on BP, op. cit. note 31; "Accord on German Coal Subsidies Highlights Bonn Coalition Rift," *European Energy Report*, March 17, 1995.

40. President William J. Clinton and Vice President Albert Gore, Jr., *The Climate Change Action Plan* (Washington, D.C.: The White House, 1993); William K. Stevens, "U.S. Prepares to Unveil Blueprint for Reducing Heat-Trapping Gases," *New York Times*, October 12, 1993; Gary Lee, "Sorting Out the Sources of Greenhouse Gases," *Washington Post*, October 26, 1993; Joel Darmstadter, "The U.S. Climate Change Action Plan: Challenges and Prospects," *Resources*, Winter 1995.

41. Natural Resources Defense Council from U.S. Climate Action Network and Climate Network Europe, op. cit. note 38.

42. U.S. Climate Action Network and Climate Network Europe, op. cit. note 38; Dwight Van Winkle, "Japan's CO_2 Emissions Rise Post-2000," *Climate Forum* (electronic conference on Econet), June 12, 1995.

43. U.S. Climate Action Network and Climate Network Europe, op. cit. note 38; IEA, *Climate Change Policy Initiatives*, op. cit. note 38; Ministry of the Environment, *Climate Protection in Denmark* (Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency, 1994).

44. Author's observations, based on discussions with delegations in Berlin.

45. Stephen Kinzer, "U.N. Parley Delegates Back Talks on Global Warming," *New York Times*, April 8, 1995; Timothy Noah, "Rio Summit Group Sets Date for Limits on Some Emissions," *Wall Street Journal*, April 10, 1995; Michael Grubb, "Viewpoint: The Berlin Climate Conference; Shifting Alliances Break Political Deadlock," *EC Energy Monthly*, April 21, 1995.

46. "Smoke," *The Economist*, April 8, 1995; Carol Werner and Jennifer Morgan, "Cities Endorse AOSIS Protocol," *ECO* (NGO Newsletter, Berlin), March 30, 1995.

47. Berlin insurance meeting description from author's observations, Berlin, March 26, 1995; H.R. Kaufmann, "Storm Damage Insurance—Quo Vadis?" paper produced by Swiss Re, Zurich, Switzerland, November 1990.

48. Allstate representative quoted in Doug Cogan, "Bracing for Bigger Storms: Hurricane Andrew May Be a Harbinger of Trouble for the Insurance Industry if the Globe Warms," *Investor's Environmental Report*, Vol. 3, No. 1, 1993.

49. Data in Figure 2–3 from Gerhard A. Berz, Munich Reinsurance Company, Munich, Germany, private communication, September 1, 1995; Gerhard A. Berz, "Global Warming and the Insurance Industry," *Interdisciplinary Science Reviews*, Vol. 18, No. 2, 1993; Franklin W. Nutter, Reinsurance Association of America, testimony before Subcommittee on Clean Air and Nuclear Regulation, Committee on Environment and Public Works, U.S. Senate, Washington, D.C., April 14, 1994.

50. Franklin W. Nutter, speech at Conference on Financing Strategies for Renewable Energy & Efficiency, New York, N.Y., May 11, 1994.

51. Lloyds representative quoted in Jeremy Leggett, "A Looming Capital Crisis for Oil? Taking Bearings in the Greenhouse in a Post Brent-Spar World," presented to the Aspen Environmental Roundtable, Aspen, Colo., September 18, 1995.

52. Colin D. Woodroffe, "Preliminary Assessment of the Vulnerability of Kiribati to Accelerated Sea Level Rise," in Joan O'Callahan, ed., *Global Climate Change and The Rising Challenge of the Sea*, Proceedings of the IPCC Workshop Held at Margarita Island, Venezuela, March 9–13, 1992 (Silver Spring, Md.: NOAA, 1994).

53. "South Takes Tentative First Steps at Climate Conference," *Third World Economics*, April 1–15, 1995; Heherson T. Alvarez, "From the Peoples of Asia and the Pacific: A Plea," speech at the First Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Berlin, April 3, 1995.

54. "Proposed Elements of a Mandate for Consultations on Commitments in Articles 4.2(a) and 4.2(b)," draft proposal, Berlin, April 1995; "South Takes Tentative First Steps," op. cit. note 53; "High Priest of the Carbon Club," *Der Spiegel*, April 3, 1995; Liz Barratt-Brown, Alden Meyer, and Annie Petsonk, "U.S.: No Place to Hide," *ECO* (NGO Newsletter, Berlin), April 3, 1995; Kirsty Hamilton, "Aussie NZ Sell Out?" *ECO*, April 7, 1995; Fred Pearce, "Don't Stop Talking About Tomorrow . . .," *New Scientist*, April 15, 1995.

55. "Conclusion of Outstanding Issues and Adoption of Decisions," United Nations Framework Convention on Climate Change, Berlin, April 7, 1995; Karan Capoor and Annie Petsonk, "The Climate Summit: From Rio to Berlin and Beyond," *Hotline*, June

56. Capoor and Petsonk, op. cit. note 55; Grubb, op. cit. note 45.

57. Tim Jackson, "Joint Implementation and Cost-Effectiveness Under the Framework Convention on Climate Change," *Energy Policy*, February 1995; "Conflicts of Interest on the Greenhouse," *Nature*, April 6, 1995; Sierra Club, "Risky Business: Why Joint Implementation is the Wrong Approach to Global Warming Policy," Washington, D.C., April 1995; Jyoti K. Parikh, "Joint Implementation and North-South Cooperation for Climate Change," *International Environmental Affairs*, Winter 1995; U.S. Initiative on Joint Implementation, press release, U.S. Environmental Protection Agency and U.S. Department of Energy, Washington, D.C., April 20, 1995.

58. "Conclusion of Outstanding Issues and Adoption of Decisions," op. cit. note 55.

59. *United Nations Framework Convention on Climate Change*, op. cit. note 2.

60. IEA, *World Energy Outlook* (Paris: OECD, 1995.)

61. William R. Cline, *The Economics of Global Warming* (Washington, D.C.: Institute for International Economics, 1992); J. Sathaye and J. Christensen, "Methods for the Economic Evaluation of Greenhouse Gas Mitigation Options," *Energy Policy*, Special Issue, November 1994; R. Richels and J. Edmonds, "The Economics of Stabilizing Atmospheric CO2 Concentrations," *Energy Policy*, April/May 1995.

62. Christopher Flavin and Nicholas Lenssen, *Power Surge: Guide to the Coming Energy Revolution* (New York: W.W. Norton & Company, 1994); J.H. Ausubel, "Technical Progress and Climatic Change," *Energy Policy*, April/May 1995.

63. Cline, op cit, note 61; Sylvia M. Rothen, "The Greenhouse Effect in Economic Modeling" (draft), Human Ecology Group, Swiss Federal Institute for Environmental

Science and Technology, Dubendorf, Switzerland, October 1994.

64. Flavin and Lenssen, op. cit. note 62.

65. Global Climate Coalition, *What the Experts Say About Global Climate Change* (Washington, D.C.: 1994); John Shlaes, "Statement of Global Climate Coalition," U.S. State Department Global Climate Change Consultation, Washington, D.C., August 3, 1994.

66. Mark Mansley, *Long Term Financial Risks to the Carbon Fuel Industry from Climate Change* (London: The Delphi Group, 1994).

67. Jeremy Leggett, *Climate Change and the Insurance Industry* (London: Greenpeace International, 1994).

68. Richard Elliot Benedick, *Ozone Diplomacy: New Directions in Safeguarding the Planet* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1991).

Chapter 3. Forging a Sustainable Water Strategy

1. Tod Robberson, "Mexico in Mid-Crisis," *Washington Post*, May 29, 1995; Robert Bryce, "Water Wars Erupt Along Rio Grande," *Christian Science Monitor*, May 19, 1995; "US-Mexico: State Dept. Turns Down Water-Loan Request," *Greenwire*, May 22, 1995, based on Enrique Rangel, *Dallas Morning News*, May 19, 1995.

2. Population projection from Population Reference Bureau (PRB), *1995 World Population Data Sheet* (Washington, D.C.: 1995).

3. World water use rounded from I. A. Shiklomanov, "World Fresh Water Resources," in Peter H. Gleick, ed., *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources* (New York: Oxford University Press, 1993); 1,000 ton figure from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *Yield Response to Water* (Rome: 1979).

4. Irrigated area from FAO, *1990 Production Yearbook* (Rome: 1991), adjusted for the United States and Taiwan with irrigated area data from, respectively, U.S. Department of Agriculture (USDA), Economic Research Service (ERS), *Agricultural Resources, Cropland, Water and Conservation*, Washington, D.C., September 1991, and Sophia Hung, USDA, ERS, private communication, June 21, 1991; harvest estimate of 40 percent is approximate, and is based on a 36-percent estimate in W. Robert Rangeley, "Irrigation and Drainage in the World," in Wayne R. Jordan, ed., *Water and Water Policy in World Food Supplies* (College Station, Tex.: Texas A&M University Press, 1987), on a 47-percent estimate (just for grain) in Montague Yudelman, "The Future Role of Irrigation in Meeting the World's Food Supply," in Soil Science Society of America, *Soil and Water Science: Key to Understanding Our Global Environment* (Madison, Wisc.: 1994), and on a general statement that 40 percent of world's food supply comes from irrigated land from Ismail Serageldin, *Toward Sustainable Management of Water Resources* (Washington, D.C.: World Bank, 1995).

5. Worldwatch Institute estimate based on USDA, ERS, "Production, Supply, and Demand View" (electronic database), Washington, D.C., August 1995, and on U.S. Bureau of the Census projections, published in Francis Urban and Ray Nightingale, *World Population by Country and Region, 1950–1990, with Projections to 2050* (Washington, D.C.: USDA, ERS, 1993); annual flow of Colorado from U.S. Bureau of Reclamation, "Managing the Lower Colorado River to Meet Contemporary Needs," Lower Colorado Region, Boulder City, Nev., undated; annual flow of Huang He from Gleick, op. cit. note 3; annual flow of Nile from John Waterbury, *Hydropolitics of the Nile Valley* (Syracuse, N.Y.: Syracuse University Press, 1979); population projections from PRB, op. cit. note 2.

6. Grainland area trend from Lester R. Brown, "Grain Area Unchanged," in Lester R. Brown, Hal Kane, and Ed Ayres, *Vital Signs 1993* (New York: W.W. Norton & Company, 1993).

7. Table 3–1, based on the following sources: High Plains from Edwin D. Gutentag et al., *Geohydrology of the High Plains Aquifer in Parts of Colorado, Kansas, Nebraska, New Mexico, Oklahoma, South Dakota, Texas, and Wyoming* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1984); based on net extraction rates in Dork L. Sahagian, Frank W. Schwartz, and David K. Jacobs, "Direct Anthropogenic Contributions to Sea Level Rise in the Twentieth Century," *Nature*, January 6, 1994, this assumes an annual average depletion rate of 12 billion cubic meters from 1980–90 and adds it to the depletion estimate in Gutentag et al., op. cit. this note; irrigated area decline from Darrell S. Peckham and John B. Ashworth, *The High Plains Aquifer System of Texas, 1980 to 1990: Overview and Projections* (Austin, Tex.: Texas Water Development Board, 1993); California from California Department of Water Resources, *California Water Plan Update*, Vol. 1 (Sacramento: 1994); Southwest U.S. from T.W. Anderson et al., "Central Alluvial Basins," in W. Back, J.S. Rosenshein, and P.R. Seaber, eds., *Hydrogeology* (Boulder, Colo.: Geological Society of America, 1988); Albuquerque projection from "City's Conservation Plan on Target," *The Groundwater Newsletter* (Water Information Center, Inc., Denver, Colo.), February 28, 1995; Mexico from Juan Manuel Martinez Garcia, Director General of Hydraulic Construction and Operation, Mexico City, private communication, October 21, 1991; Arabian Peninsula from Jamil Al Alawi and Mohammed Abdulrazzak, "Water in the Arabian Peninsula: Problems and Perspectives," in Peter Rogers and Peter Lydon, eds., *Water in the Arab World* (Cambridge, Mass.: Harvard University, 1994); Abdulla Ali Al-Ibrahim, "Excessive Use of Groundwater Resources in Saudi Arabia: Impacts and Policy Options," *Ambio*, February 1991; African Sahara from Sahagian, Schwartz, and Jacobs, op. cit. this note; India from "Alarming Ground Water Depletion in Haryana and Punjab," *IARI News* (Indian Agricultural Research Institute, New Delhi), October-December 1993; A. Vaidyanathan, "Second India Series Revisited: Food and Agriculture," prepared for World Resources Institute, Washington, D.C.; Harald Frederiksen, Jeremy Berkoff, and William Barber, *Water Resources Management in Asia* (Washington, D.C.: World Bank, 1993); China from Xu Zhifang, unpublished paper prepared for World Water Council—Interim Founding Committee, March 1995; Southeast Asia from Frederiksen, Berkoff, and Barber, op. cit. this note.

8. Raj Chengappa, "India's Water Crisis," *India Today*, May 31, 1986, excerpted in *World Press Review*, August 1986; Daniel Zaslavsky, Israeli Water Commissioner, Tel Aviv, private communcation, March 5, 1992; "Pollution, Salinity Affecting Domestic Water Sources," *Jerusalem Post*, June 20, 1991, as reprinted in *JPRS Report: Environmental Issues*, July 9, 1991; Israel Ministry of the Environment, "State Comptroller Report: The Water Quantity Crisis," *Israel Environment Bulletin*, Spring 1991.

9. Peter H. Gleick et al., *California Water 2020: A Sustainable Vision* (Oakland, Calif.: Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, 1995).

10. Frederiksen, Berkoff, and Barber, op. cit. note 7.

11. Sandra Postel, "Irrigation Expansion Slowing," in Lester R. Brown, Hal Kane, and David Malin Roodman, *Vital Signs 1994* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

12. Sandra Postel, *Last Oasis: Facing Water Scarcity* (New York: W.W. Norton & Company, 1992); Dina L. Umali, in *Irrigation-Induced Salinity* (Washington, D.C.: World Bank, 1993), cites sources suggesting that 2–3 million hectares a year may be coming out of production due to salinization, which, if accurate, would counteract the 2 million hectares of average annual irrigation expansion in recent years.

13. Figures for 1957 from Gleick et al., op. cit. note 9; California Department of Water Resources, op. cit. note 7.

14. Urbanization in 2025 from Gershon Feder and Andrew Keck, "Increasing Competition for Land and Water Resources: A Global Perspective," World Bank, Washington, D.C., March 1995; Frederiksen, Berkoff, and Barber, op. cit. note 7; 300 cities from Xu, op. cit. note 7; Patrick E. Tyler, "China Lacks Water to Meet Its Mighty Thirst," *New York Times*, November 7, 1993.

15. International Boundary and Water Commission, El Paso, Tex., private communication, October 4, 1995.

16. Klaus Lampe, "' . . . Our Daily Bread,'" *Swiss Review of World Affairs*, September 1994.

17. Sandra Postel, "Where Have All the Rivers Gone?" *World Watch*, May/June 1995; in Figure 3–1, 1905–49 is flow at Yuma, Arizona, from U.S. Geological Survey, and 1950–92 is flow at southerly international boundary from International Boundary and Water Commission.

18. Global demand from Postel, op. cit. note 12; Jan A. Veltrop, "Importance of Dams for Water Supply and Hydropower," in Asit K. Biswas, Mohammed Jellali, and Glenn Stout, *Water for Sustainable Development in the 21st Century* (Oxford: Oxford University Press, 1993); current number of dams from Patrick McCully, International Rivers Network, Berkeley, Calif., private communication, February 1995.

19. Gleick et al., op. cit. note 9.

20. Alejandro Robles, executive director, Mexico program, Conservation International, Washington, D.C., private communication, February 1995; Jim Carrier, "The Colorado: A River Drained Dry," *National Geographic*, June 1991.

21. Frederiksen, Berkoff, and Barber, op. cit. note 7; threatening of Bengal tiger from M. Roushanuzzaman, "Water Straining Relations Between India-Bangladesh," *Depthnews Asia* (Manila), June 1995.

22. Khalil H. Mancy, "The Environmental and Ecological Impacts of the Aswan High Dam," in H. Shuval, ed., *Developments in Arid Zone Ecology and Environmental Quality* (Philadelphia, Pa.: Balaban ISS, 1981); Gilbert White, "The Environmental Effects of the High Dam at Aswan," *Environment*, September 1988.

23. Fred Pearce, "High and Dry in Aswan," *New Scientist*, May 7, 1994; John D. Milliman, James M. Broadus, and Frank Gable, "Environmental and Economic Implications of Rising Sea Level," *Ambio*, Vol. 18, No. 6, 1989.

24. Philip Micklin, "The Aral Crisis: Introduction to the Special Issue," *Post-Soviet Geography*, May 1992; Figure 3–2 from Philip Micklin, as published in Gleick, op. cit. note 3.

25. Micklin, "The Aral Crisis," op. cit. note 24.

26. Loss of fish species from Judith Perera, "A Sea Turns to Dust," *New Scientist*, October 23, 1993; Philip Micklin, "Touring the Aral: Visit to an Ecological Disaster Zone," *Soviet Geography*, February 1991.

27. Thomas F. Homer-Dixon, "Environmental Scarcities and Violent Conflict," *International Security*, Summer 1994.

28. Ibid.; Miriam R. Lowi, "West Bank Water Resources and the Resolution of Conflict in the Middle East," Occasional Paper Series, Project on Environmental Change and Acute Conflict, University of Toronto and American Academy of Arts and Sciences, September 1992; swimming pools from David A. Schwarzbach, "Promised Land. (But What About the Water?)," *The Amicus Journal*, Summer 1995; Information Division, "Israeli-Palestinian Interim Agreement, Annex III—Protocol Concerning Civil Affairs," Israeli Foreign Ministry, Jerusalem, September 1995.

29. Homer-Dixon, op. cit. note 27.

30. Michael Goldman, "Tragedy of the Commons or the Commoners' Tragedy: The

State and Ecological Crisis in India," *CNS*, December 1993.

31. Homer-Dixon, op. cit. note 27.

32. Thomas Naff, "Conflict and Water Use in the Middle East," in Rogers and Lydon, op. cit. note 7; perspective on Six Day War from Daniel Hillel, *Rivers of Eden: The Struggle for Water and the Quest for Peace in the Middle East* (New York: Oxford University Press, 1994).

33. Naff, op. cit. note 32; Egypt irrigated area from FAO, op. cit. note 4.

34. Z. Abate, "The Integrated Development of Nile Basin Waters," in P.P. Howell and J.A. Allan, eds., *The Nile: Sharing a Scarce Resource* (Cambridge: Cambridge University Press, 1994).

35. Author's visit to the region; examples of local-regional conflict from David R. Smith, "Climate Change, Water Supply, and Conflict in the Aral Sea Basin," presented at the PriAral Workshop 1994, San Diego State University, San Diego, Calif., March 1–4, 1994; "Central Asia: The Silk Road Catches Fire," *The Economist*, December 26, 1992–January 8, 1993.

36. Postel, op. cit. note 12.

37. Sandra Postel, "The Politics of Water," *World Watch*, July/August 1993.

38. Quote reported in John Murray Brown, "Turkey, Syria Set Talks on Euphrates," *Washington Post*, January 22, 1993; Manuel Schiffler, report on the Interdisciplinary Academic Conference on Water in the Middle East, German Development Institute, Berlin, June 17–18, 1995.

39. Shared rivers from Asit K. Biswas, "Management of International Water Resources: Some Recent Developments," in Asit K. Biswas, ed., *International Waters of the Middle East* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1994), who points out that the actual number of international rivers must be higher than the 214 estimated by a now-defunct United Nations agency.

40. For discussion of the work of the ILA and ILC, see Stephen C. McCaffrey, "Water, Politics, and International Law," in Gleick, op. cit. note 3.

41. John Battersby, "Dispute Over Precious Water on West Bank Slows Talks," *Christian Science Monitor*, August 3, 1995; Schwarzbach, op. cit. note 28.

42. American Society of Civil Engineers from "Study Seeks Standards for Global Water-Sharing," *U.S. Water News*, December 1994.

43. McCaffrey, op. cit. note 40.

44. "Extracts from the Minutes of the 3rd Meeting of the Ministers of Water Affairs in the Nile Basin on Tecconile," and Annex 2, "Project on the Nile Basin Cooperative Framework, Draft Terms of Reference for a Panel of Experts Constituted by the Tecconile Council of Ministers," Arusha, Tanzania, February 9–11, 1995.

45. Peter Rogers, "The Value of Cooperation in Resolving International River Basin Disputes," *Natural Resources Forum*, May 1993; refugee movement from Sheila Jones, "When the Ganges Runs Dry," *Financial Times*, May 9, 1994.

46. Janusz Kindler, "Regional Integrated Perspective on Future Water Needs and Demands with an Example from the Aral Sea Basin" (draft), prepared for Comprehensive Freshwater Assessment Programme Workshop on Scenarios and Water Futures, Stockholm Environment Institute, Boston, September 1995.

47. D.J. Blackmore, "Integrated Catchment Management—The Murray-Darling Basin Experience," presented at Water Down Under '94, Adelaide, Australia, November 21–25, 1994.

48. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century, "The Dublin Statement and Report of the Conference," Dublin, Ireland, January 26–31, 1992; United Nations, *Agenda 21: The United Nations Program of Action From Rio* (New York: U.N. publications, 1992); World Bank, *Water Resources Management: A World Bank Policy Paper* (Washington, D.C.: 1993).

49. Brian Gray, "The Modern Era in California Water Law," *Hastings Law Journal*, January 1994.

50. John H. Cushman, Jr., "U.S. and California Sign Water Accord," *New York Times*, December 16, 1994.

51. Aral Sea Program Unit, "Aral Sea Program—Phase 1," World Bank, Washington, D.C., May 1994; N.F. Glazovskiy, "Ideas on an Escape from the 'Aral Crisis,'" *Soviet Geography*, February 1991.

52. Bureau of Reclamation study by Richard W. Wahl, *Markets for Federal Water: Subsidies, Property Rights, and the Bureau of Reclamation* (Washington, D.C.: Resources for the Future, 1989); municipal costs from Harald D. Frederiksen, "The Water Crisis in the Developing World: Misconceptions about Solutions," *Journal of Water Resources Planning and Management*, January/February 1996.

53. Vaidyanathan, op. cit. note 7; B. Vadhanaphuti et al., "Water Resource Planning and Management of the Chao Phraya River Basin, Thailand," prepared for World Bank Workshop on Water Resources Management Policies, June 25–28, 1991.

54. Postel, op. cit. note 12.

55. Willem Van Tuijl, *Improving Water Use in Agriculture: Experiences in the Middle East and North Africa* (Washington, D.C.: World Bank, 1993); Paul Polak, "Progress Report on IDE Low Cost Drip Irrigation System," International Development Enterprises, Lakewood, Colo., April 9, 1995; Paul Polak, President, International Development Enterprises, Lakewood, Colo., private communication, June 12, 1995. The low cost is attributable to simple materials and a movable dripper line (one for every seven rows of crops).

56. Worldwide irrigation efficiency from Postel, op. cit. note 12; Andrew A. Keller and Jack Keller, "Effective Efficiency: A Water Use Efficiency Concept for Allocating Freshwater Resources," Center for Economic Policy Studies, Winrock International, Arlington, Va., 1995.

57. Aral Sea basin situation from Jeremy Berkoff, World Bank, "The Relevance of Water Market Concepts in Central Asia," date unknown.

58. Renato Gazmuri Schleyer and Mark W. Rosegrant, "Chilean Water Policy: The Role of Water Rights, Institutions, and Markets," in Mark W. Rosegrant and Renato Gazmuri Schleyer, *Tradable Water Rights: Experiences in Reforming Water Allocation Policy* (Arlington, Va.: Irrigation Support Project for Asia and the Near East, 1994).

59. Mateen Thobani, "Tradable Property Rights to Water," FPD Note No. 34, World Bank, Washington, D.C., February 1995; Tushaar Shah, *Groundwater Markets and Irrigation Development* (Bombay: Oxford University Press, 1993).

60. Kuppannan Palanisami, "Evolution of Agricultural and Urban Water Markets in Tamil Nadu, India," in Rosegrant and Schleyer, op. cit. note 58.

61. Robert Wigington, "Market Strategies for the Protection of Western Instream Flows and Wetlands," Natural Resources Law Center, University of Colorado School of Law, Boulder, Colo., August 1990; Peter Steinhart, "The Water Profiteers," *Audubon*, March 1990.

62. High Plains Underground Water Conservation District No. 1, "Water District Receives Additional Ag Loan Funding from

TWDB," *The Cross Section*, November 1994; program savings from Ken Carver, High Plains Underground Water Conservation District, Lubbock, Tex., private communication, October 3, 1995.

63. Amy Vickers, "The Energy Policy Act: Assessing Its Impact on Utilities," *Journal AWWA* (Journal of the American Water Works Association), August 1993.

64. Ibid.; see also Janice A. Beecher, "Integrated Resource Planning," *Journal AWWA* (Journal of the American Water Works Association), June 1995.

65. Serageldin, op. cit. note 4.

Chapter 4. Sustaining Freshwater Ecosystems

1. Historic data from U.S. Fish and Wildlife Service, *Pacific Salmon Management*, Briefing Document in Region 1 Fisheries (Portland, Oreg.: 1991), as cited in James B. Petit, "Solid Faith in Small Acts," *ilahee*, Winter 1994; additional data on historic populations and harvest from Carolyn Alkire, *The Living Landscape, Vol. 1: Wild Salmon as Natural Capital* (Washington, D.C.: The Wilderness Society, 1993); 1992 returns from John C. Ryan, *State of the Northwest*, Northwest Environment Watch Report No. 1 (Seattle, Wash.: Northwest Environment Watch, 1994); hatchery-born fish from Jack K. Sterne, Jr., "Supplementation of Wild Salmon Stocks: A Cure for the Hatchery Problem or More Problem Hatcheries," *Coastal Management*, Vol. 23, 1995, pp. 123–52; 1994 returns to Redfish lake from Tom Kenworthy, "Agency Outlines Salmon Protection Plan," *Washington Post*, March 21, 1995.

2. Water resource estimates from Alan P. Covich, "Water and Ecosystems," in Peter H. Gleick, ed., *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources* (New York: Oxford University Press, 1993); extinction estimates from Peter B. Moyle and Robert A. Leidy, "Loss of Biodiversity in Aquatic Ecosystems: Evidence from Fish Faunas," in P.L. Fiedler and S.K. Jain, eds., *Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation, and Management* (New York: Chapman and Hall, 1992).

3. Figure 4–1 from The Nature Conservancy and the Network of Natural Heritage Programs and Conservation Data Centres, Arlington, Va., unpublished data, 1995; historic fish estimates from Robert R. Miller, James D. Williams, and Jack E. Williams, "Extinctions of North American Fishes During the Past Century," *Fisheries*, November/December 1989, and from Jack E. Williams et al., "Fishes of North America Endangered, Threatened or of Special Concern: 1989," *Fisheries*, November/December 1989.

4. Stuart L. Pimm et al., "The Future of Biodiversity," *Science*, July 21, 1995; Jonathan Coddington, speech at The Living Planet in Crisis: Biodiversity Science and Policy Conference, American Museum of Natural History, New York, March 9–10, 1995.

5. Table 4–1 is based on the following: global, Europe, and South Africa from Moyle and Leidy, op. cit. note 2; Amazon River from Michael Goulding, "Flooded Forests of the Amazon," *Scientific American*, March 1993; Asia from Brian Groombridge, ed., *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources* (New York: Chapman and Hall, 1992); North America from Moyle and Leidy, op. cit. note 2, and from The Nature Conservancy and the Network of Natural Heritage Programs and Conservation Data Centres, op. cit. note 3; Mexico from Salvador Contreras-B. and M. Lourdes Lozano-V., "Water, Endangered Fishes, and Development Perspectives in Arid Lands of Mexico," *Conservation Biology*, June 1994; Lake Victoria from Les Kaufman, "Catastrophic Change in Species-Rich Freshwater Ecosystems: The Lessons of Lake Victoria," *BioScience*, December 1992, and from Rosemary Lowe-McConnell, "Fish Faunas of the African Great Lakes: Origins, Diversity and Vulnerability," *Conservation Biology*, September 1993.

6. American Fisheries Society (AFS) study from Miller, Williams, and Williams, op. cit note 3; percent of U.S. rivers free-flowing from A.C. Benke, "A Perspective on America's Vanishing Streams," *Journal of the North American Benthological Society*, 1990, as cited in David S. Wilcove and Michael J. Bean, eds., *The Big Kill: Declining Biodiversity in America's Lakes and Rivers* (Washington, D.C.: Environmental Defense Fund, 1994); percent of inland waters artificially controlled from U.S. Bureau of the Census, *Statistical Abstract of the United States, 1990: The National Data Book* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1990), as cited in National Research Council, *Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1992); U.S. wetlands lost from T.E. Dahl, *Wetland Losses in the United States 1780's to 1980's* (Washington, D.C.: Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior, 1990).

7. AFS study in Miller, Williams, and Williams, op. cit. note 3; number of exotics in North America from Charles Boydstun, Pam Fuller, and James D. Williams, "Nonindigenous Fish," in E. T. LaRoe et al., eds., *Our Living Resources: A Report to the Nation on the Distribution, Abundance, and Health of U.S. Plants, Animals, and Ecosystems* (Washington, D.C.: National Biological Service, U.S. Department of the Interior, 1995); exotic species as a percent of states' fisheries from Billy Goodman, "Keeping Anglers Happy Has a Price," *BioScience*, May 1991.

8. Amazon River length and discharge from Igor A. Shiklomanov, "World Fresh Water Resources," in Gleick, op. cit. note 2.

9. Species numbers and forest ecology from Goulding, op. cit. note 5; fish catch and consumption from Peter B. Bayley and Miguel Petrere, Jr., "Amazon Fisheries: Assessment Methods, Current Status, and Management Options," in Douglas P. Dodge, ed., *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*, Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106 (Ottawa, Ont., Canada: Department of Fisheries and Oceans, 1989).

10. Flooded forest remaining in lower Amazon and quote from Goulding, op. cit. note 5; Tambaqui decline from Eliot Marshall, "Homely Fish Draws Attention," *Science*, February 10, 1995.

11. Number of dams from International Commission on Large Dams (ICOLD), as cited in World Resources Institute, *World Resources 1992–93* (New York: Oxford University Press, 1992); dam starts from ICOLD, "Status of Dam Construction in 1993," as cited in Gary Gardner and Jim Perry, "Dam Starts Up," in Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, and Hal Kane, *Vital Signs 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995).

12. Mary F. Wilson and Karl C. Halupka, "Anadromous Fish as Keystone Species in Vertebrate Communities," *Conservation Biology*, June 1995.

13. Extent of original habitat from Joseph Cone, "Solo Coho," *The New Pacific*, Winter 1993/1994; watershed size from Adam Diamant and Zach Wiley, *Water for Salmon: An Economic Analysis of Salmon Recovery Alternatives in the Lower Snake and Columbia Rivers*, prepared for the Northwest Power Planning Council (New York: Environmental Defense Fund, April 1995).

14. Dams in basin from Diamant and Wiley, op. cit. note 13; salmon migration time and mortality from Ryan, op. cit. note 1; extent of river impoundments from Wilcove and Bean, op. cit. note 6.

15. Forest lost from Douglas E. Booth, "Estimating Prelogging Old-Growth in the Pacific Northwest," *Journal of Forestry*, October 1991; impact of logging from Christopher A. Frissell, *A New Strategy for Watershed Restoration and Recovery of Pacific Salmon in the Pacific Northwest*, (Corvallis, Oreg.: Pacific Rivers Council, no date); coho listing from "Coho Salmon Proposed as 'Threatened Species'," *New York Times*, July 21, 1995; Ca-

nadian salmon data from T.G. Northcote and D.Y. Atagi, "Pacific Salmon Abundance Trends in the Fraser River Watershed Compared with Other British Columbia Systems," in Deanna J. Stouder, Peter A. Bisson, and Robert J. Naiman, eds., *Pacific Salmon and Their Ecosystems: Status and Future Options* (New York: Chapman & Hall, Inc., in press).

16. Resident species status from M.G. Henjum et al., *Interim Protection for Late-successional Forests, Fisheries, and Watersheds: National Forests East of the Cascade Crest, Oregon and Washington* (Bethesda, Md.: The Wildlife Society, 1994).

17. AFS study reported in Willa Nehlsen, Jack E. Williams, and James A. Lichatowich, "Pacific Salmon at the Crossroads: Stocks at Risk from California, Oregon, Idaho and Washington," *Fisheries*, March/April 1991; range extinction data from The Wilderness Society, *The Living Landscape, Vol. 2: Pacific Salmon and Federal Lands* (Washington, D.C.: 1993); healthy stocks from Charles W. Huntington, Clearwater BioStudies, Inc., Canby, Oreg., and from Charles W. Huntington, Willa Nehlsen, and Jon Bowers, "Healthy Native Stocks of Anadromous Salmonids in the Pacific Northwest and California," prepared for Oregon Trout, Portland, Oreg., December 31, 1994.

18. Hatchery impacts from Jessica Maxwell, "Swimming with Salmon," *Natural History*, September 1995, from National Fish and Wildlife Foundation/The Conservation Fund, "Report of the National Fish Hatchery Review Panel," Washington, D.C., December 30, 1994, from Pacific Rivers Council, *Coastal Salmon and Communities at Risk: The Principles of Coastal Salmon Recovery* (Eugene, Oreg.: 1995), from Ray Ring, "The West's Fisheries Spin out of Control," *High Country News*, September 18, 1995, and from Sterne, op. cit. note 1; interbreeding from Nehlsen, Williams, and Lichatowich, op. cit. note 17; National Marine Fisheries Service listing decision from Wilcove and Bean, op. cit. note 6.

19. Natural variations from James A. Lichatowich and Lars E. Mobrand, "Analysis of Chinook Salmon in the Columbia River from an Ecosystem Perspective," Prepared for U.S. Department of Energy, Mobrand Biometrics, Vashon Island, Wash., January 1995; conflicts from Pacific Rivers Council, op. cit. note 18, from Alkire, op. cit. note 1, from Paul Koberstein, "The Decline and Fall of Salmon," *High Country News*, November 15, 1993, from Mark Clayton, "Latest Fish Fight: 'Captain Canada' Takes on Alaska," *Christian Science Monitor*, July 12, 1995, from Bernard Simon, "Canada Closes Sockeye Salmon Fishery," *Financial Times*, August 12, 1995, from William DiBenedetto, "US, Canada Seek Salmon Mediator as Talks go Belly Up," *Journal of Commerce*, August 3, 1995, from Bob Holmes, "Fishermen and Loggers Square Up Over Salmon," *New Scientist*, April 29, 1995, from Bob Holmes, "Saving Snake River's Wild Salmon," *New Scientist*, April 22, 1995, and from Charles McCoy, "Regulators Slash Salmon Talk in West, Highlighting Threat to Fish's Survival," *Wall Street Journal*, April 13, 1992; tribal issues from Sterne, op. cit. note 1, from Timothy Egan, "Indians of Puget Sound Get Rights to Shellfish," *New York Times*, January 27, 1995, and from Alkire, op. cit note 1.

20. Economic analyses from Diamant and Wiley, op. cit. note 13, and from Karen Garrison and David Marcus, *Changing the Current: Affordable Strategies for Salmon Restoration in the Columbia River Basin* (San Francisco: Natural Resources Defense Council, 1994); strategies from Frissell, op. cit. note 15, from Alkire, op. cit. note 1, from The Wilderness Society, op. cit. note 17, from Lichatowich and Mobrand, op. cit. note 19, from Huntington, Nehlsen, and Bowers, op. cit. note 17, from Henjum et al., op. cit. note 16, from Pacific Rivers Council, op. cit. note 18, and from Sterne, op. cit. note 1.

21. Post-dam wild salmon information from U.S. Fish and Wildlife Service, op. cit. note 1; engineer's quote from M.C. James,

"Report of the Division of Commerical Fishing," *Transactions of the American Fisheries Society* (Washington, D.C.: AFS, 1938), quoted in Nehlsen, Williams, and Lichatowich, op. cit. note 17; Beard quoted in N. Tangwisutijit, "Reclaiming Respect for Rivers: A Conversation with Dan Beard," *World Rivers Review*, Fourth Quarter 1994.

22. William Barnes, "Dash to Dam the Mekong Raises Ecology Fears," *Financial Times*, December 14, 1994.

23. Monsoon season volume from Yuan Shu, "Nations Find Unity in Taming the Mekong," *The World Paper*, November 1994; spawning fish estimate from Barnes, op. cit. note 22; population data from "New Mekong River Basin Development Will Spur Hydro Development, Groups Charge," *International Environmental Reporter*, April 19, 1995.

24. "New Mekong River Basin Development," op. cit. note 23.

25. Barnes, op. cit. note 22.

26. Indonesian battlefield quote from Richard J. Grant, "Go With the Flow," *Worldlink*, July/August 1995; electricity demands from Shu, op. cit. note 23; see, for example, the Statement on Cooperation for the Sustainable Development of the Mekong River Basin by Thai nongovernmental groups dated April 4, 1995, posted on the ECONET.

27. "Mekong Politics: 'New Era', Same Old Plans," *Watershed: People's Forum on Ecology*, June 1995; Grainne Ryder, "Overview of Regional Plans," *World Rivers Review*, Fourth Quarter 1994.

28. Fish species lost from Dave Hubbel, "Thailand's Pak Mun Dam: A Case Study," *World Rivers Review*, Fourth Quarter 1994; compensation information from "Community Voices: Speaking Out on the Pak Mun Dam," *Watershed: People's Forum on Ecology*, June 1995.

29. Barry L. Johnson, William B. Richardson, and Teresa J. Naimo, "Past, Present and Future Concepts in Large River Ecology," *BioScience*, March 1995; J.V. Ward and J.A. Stanford, "Riverine Ecosystems: The Influence of Man on Catchment Dynamics and Fish Ecology," in Dodge, op. cit. note 9.

30. Peter B. Bayley, "Understanding Large River-Floodplain Ecosystems," *BioScience*, March 1995; Ward and Stanford, op. cit. note 29.

31. James A. Gore and F. Douglas Shields, Jr., "Can Large Rivers Be Restored?" *BioScience*, March 1995; Ward and Stanford, op. cit. note 29.

32. Antonin Lelek, "The Rhine River and Some of its Tributaries Under Human Impact in the Last Two Centuries," in Dodge, op. cit. note 9; drinking water information from Marlise Simons, "Salmon Does Not Mean the Rhine's Water is Safe to Drink," *New York Times*, May 25, 1995.

33. Flood data for 1995 from Haig Simonian, "Flood of Tears on the Rhine," *Financial Times*, February 8, 1995; historic flood data from "Dyke Disaster," *Down to Earth*, March 15, 1995.

34. Rhine ecology data from Lelek, op. cit. note 32; dams from Simonian, op. cit. note 33.

35. Floodplain loss from Fred Pearce, "Greenprint for Rescuing the Rhine," *New Scientist*, June 26, 1995; effects of flood control devices from E. Goldsmith and N. Hildyard, *The Social and Environmental Effects of Large Dams, Vol. One: Overview* (Cornwall, U.K.: Wadebridge Ecological Centre, 1984).

36. Lelek, op. cit. note 32; salmon catch from Pearce, op. cit. note 35.

37. Simonian, op. cit. note 33; Pearce, op. cit. note 35.

38. Information on levees from Mary Fran Myers and Gilbert F. White, "The Challenge of the Mississippi Flood," *Environment*, December 1993; wetland loss from U.S. Fish

and Wildlife Service, *Figures on Wetlands Lost in Mississippi Basin Prepared for Post Flood Recovery and the Restoration of Mississippi Basin Floodplains Including Riparian Habitat and Wetlands* (St. Louis, Mo.: Association of State Wetland Managers, 1993), as cited in Wilcove and Bean, op. cit. note 6.

39. Flood records for 1993 from J.D. Wilson, "Midwest's Great Flood of '93 Spawns New Floodplain Management Actions," *Earth Observation Magazine*, April 1995; levee damage from Myers and White, op. cit. note 38.

40. Evolution of Mississippi River management and early estimates of 1993 flood costs from Myers and White, op. cit. note 38; flow through artificial channels from Jeff Hecht, "The Incredible Shrinking Mississippi Delta," *New Scientist*, April 14, 1990; post-modification flood increases from L.B. Leopold, "Flood Hydrology and the Floodplain," in G.F. White and M.F. Myers, eds., *Water Resources Update—Coping with the Flood: The Next Phase* (Carbondale, Ill.: The University Council on Water Resources, 1994), as cited in Richard E. Sparks, "Need for Ecosystem Management of Large Rivers and Their Floodplains," *BioScience*, March 1995; flood loss estimates from William Stevens, "The High Costs of Denying Rivers Their Floodplains," *New York Times*, July 20, 1993, as cited in Deborah Moore, "What Can We Learn From The Experience of The Mississippi?" Environmental Defense Fund, San Francisco, September 7, 1994; estimates for historic floods and $12 billion for 1993 from ibid.; estimate of $16 billion for 1993 from Wilson, op. cit. note 39.

41. Moore, op. cit. note 40.

42. Myers and White, op. cit. note 38; General Accounting Office estimate reported in Robert S. Devine, "The Trouble with Dams," *Atlantic Monthly*, August 1995.

43. Task Force recommendations from Myers and White, op. cit. note 38; National Research Council, op. cit. note 6.

44. J.R. Whitley and R.S. Campbell, "Some Aspects of Water Quality and Biology of the Missouri River," *Trans. Missouri Acad. Sci.*, 1974, as cited in Ward and Stanford, op. cit. note 29; Ted Williams, "The River Always Wins," *Audubon*, July/August 1994.

45. R.L. Welcomme, *River Fisheries*, Fisheries Technical Paper 262 (Rome: Food and Agriculture Organization, 1985), as cited in Sparks, op. cit. note 40; Louisiana fish and wetlands from J.M. Hefner et al., *Southeast Wetlands: Status and Trends, Mid-1970's to Mid-1980's* (Atlanta, Ga.: Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior, 1994).

46. North American mussel fauna from Frank Kuznik, "America's Aching Mussels," *National Wildlife*, October/November 1993; extinctions since 1900 from Larry Master, "Aquatic Animals: Endangerment Alert," *Nature Conservancy*, March/April 1991; current mussel status from James D. Williams et al., "Conservation Status of Freshwater Mussels of the United Sates and Canada," *Fisheries*, September 1993; current mussel listings under Endangered Species Act from John H. Cushman, Jr., "Freshwater Mussels Facing Mass Extinction," *New York Times*, October 3, 1995.

47. Mussels functions from Kuznik, op. cit. note 46; herring example from S.L.H. Fuller, "Historical and Current Distributions of Freshwater Mussels (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in the Upper Mississippi River," in J. Rasmussen, ed., *Proceedings of the UMRCC Symposium on Upper Mississippi River Bivalve Mollusks* (Rock Island, Ill.: Upper Mississippi River Conservation Committee, 1980), as cited in Sparks, op. cit. note 40.

48. Mississippi River Basin declines from James Wiener et al., "Biota of the Upper Mississippi River Ecosystem," in LaRoe et al., op. cit. note 7; Mississippi river fauna and ecology from Sparks, op. cit. note 40; Yangtze River from Audrey Topping, "Ecological Roulette: Damming the Yangtze," *Foreign Affairs*, September/October 1995.

49. Basin size data and ecological communities from The Nature Conservancy, Great Lakes Program, *The Conservation of Biological Diversity in the Great Lakes Ecosystem: Issues and Opportunities* (Chicago: 1994); population data from James L. Tyson, "Delicate Ecosystem, Great Lakes Weighs the Economic Demands of Heavy Industry Manufacturing with the Environment's Needs," *Christian Science Monitor*, March 14, 1994; industrial and agricultural activity from Steve Thorp and David R. Allardice, "A Changing Great Lakes Economy: Economic and Environmental Linkages," State of the Lakes Ecosystem Conference, Working Paper, Great Lakes Commission, Ann Arbor, Mich., October 1994; wetlands loss from Ronald E. Erickson, "The National Wetlands Inventory in the Great Lakes Basin of the United States," in *Wetlands of the Great Lakes: Protection and Restoration Policies; Status of the Science*, Proceedings of an International Symposium (New York: The Association of State Wetland Managers, Inc., 1994); water quality from U.S. Environmental Protection Agency (EPA), *The Quality of Our Nation's Water: 1992* (Washington, D.C.: 1994).

50. Historical overview of pollution from George R. Francis and Henry A. Reiger, "Barriers and Bridges to the Restoration of the Great Lakes Basin Ecosystem," in Lance H. Gunderson et al., eds., *Barriers & Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions* (New York: Columbia University Press, 1995); basin outflow estimate from U.S. General Accounting Office, *Pesticides: Issues Concerning Pesticides Used in the Great Lakes Watershed* (Washington, D.C.: 1993); airborne pollutant load from Michigan Department of Natural Resources, *State of the Great Lakes: 1993 Annual Report* (Lansing, Mich.: Office of the Great Lakes, 1993); distant origins of some airborne pollutants from Barry Commoner, as reported in "Inventory of Emission Sources, Deposition to Great Lakes Basin Released by Researcher," *International Environmental Reporter*, May 31, 1995.

51. Fish consumption advisories from EPA, op. cit. note 49; for complete database, see EPA, Office of Water, "National Listing of Fish Consumption Advisories Database," Washington, D.C., July 1995; estimates of chemicals entering system from Tyson, op. cit. note 49; chemicals monitored from Francis and Reiger, op. cit. note 50.

52. Bioaccumulation from Theo Colborn, "Global Implications of Great Lakes Wildlife Research," *International Environmental Affairs*, Winter 1991, from Theo Colborn and Coralie Clement, eds., *Chemically-Induced Alterations in Sexual and Functional Development: The Wildlife/Human Connection* (Princeton, N.J.: Princeton Scientific Publishing Co., Inc, 1992), and from Sheila Myers, Jack Manno, and Kimberly McDade, "Human Health Effects Research: Priorities and Issues," *Great Lakes Research Review*, February 1995; water/fish consumption estimates from International Joint Commission 1993 report, as cited in Tyson, op. cit. note 49.

53. Endocrine disruptor action from Colborn, op. cit. note 52, from Colborn and Clement, op. cit. note 52, and from Robert J. Hesselberg and John E. Gannon, "Contaminant Trends in Great Lakes Fish," in LaRoe et al., op. cit. note 7; sperm counts from E. Carlsen et al., "Evidence for Decreasing Quality of Semen During Past 50 Years," *British Medical Journal*, Vol. 305, 1992, as cited in Sue Dibb, "Swimming in a Sea of Oestrogens: Chemical Hormone Disrupters," *The Ecologist*, January/February 1995.

54. Historic fish catches from Robert M. Hughes and Reed F. Noss, "Biological Diversity and Biological Integrity: Current Concerns for Lakes and Streams," *Fisheries*, May/June 1992; surviving natives from Theodora E. Colborn et al., *Great Lakes Great Legacy?* (Washington, D.C.: The Conservation Foundation, 1990).

55. Sport and commercial fishery economics from Colborn et al., op. cit. note 54; number of exotics from EPA, *A Phase I Inventory of Current EPA Efforts to Protect Ecosystems* (Wash-

ington, D.C.: 1995); post-seaway estimates from Great Lakes Commission, "Great Lakes Panel on Aquatic Nuisance Species: Annual Report," Ann Arbor, Mich., March 1995; lamprey impact on lake trout catch data and initiation of Great Lakes Fishery Commission from Colborn et al., op. cit. note 54; lamprey control information from Michigan Department of Natural Resources, op. cit. note 50

56. Tom Kenworthy, "Zebra Mussels May Threaten California Irrigation System," *Washington Post*, August 22, 1995; reproduction and ecology from Great Lakes Commission, op. cit. note 55; Detroit example from O'Neill and MacNeill, 1991, as cited in Michael L. Ludyanskiy, Derek McDonald, and David MacNeill, "Impact of the Zebra Mussel, A Bivalve Invader," *BioScience*, September 1993; economic cost estimate and expected spread from ibid.

57. Progress under Great Lakes Water Quality Agreement from Francis and Reiger, op. cit. note 50; pollution reductions from Robert J. Hesselberg and John E. Gannon, "Contaminant Trends in Great Lakes Fish," in LaRoe et al., op. cit. note 7.

58. EPA, op. cit. note 55.

59. Rift Valley lake ecology from Lowe-McConnell, op. cit. note 5, and from E. Barton Worthington and Rosemary Lowe-McConnell, "African Lakes Reviewed: Creation and Destruction of Biodiversity," *Environmental Conservation*, Autumn 1994; lake size from Shiklomanov, op. cit. note 8.

60. Endemic fish loss estimates from Lowe-McConnell, op. cit. note 5; Kaufman, op. cit. note 5.

61. Journalists Environmental Association of Tanzania and Panos Institute, *Current State of the Lake Report* (London: Panos Institute, 1994).

62. Perch adaptability from Lowe-McConnell, op. cit. note 5; eutrophication and perch population explosion from Kaufman, op. cit. note 5; commercial catch data from "Fishing Industry Devouring Itself," *Panoscope*, July 1994; Figure 4–2 from Kenyan Marine and Fisheries Research Institute, as cited in Kaufman, op. cit. note 5.

63. Kaufman, op. cit. note 5.

64. Pollution and land use pressure from "Lake Victoria's Sea of Troubles," *Panoscope*, July 1994, and from Journalists Environmental Association of Tanzania and Panos Institute, op. cit. note 61; war casualties from "Tide of Horror from Rwandan War," *Panoscope*, July 1994; water hyacinth from "Battling the Killer Weed," *Panoscope*, July 1994.

65. Les Kaufman, Boston University, Boston, Mass., private communication, October 11, 1995.

66. John B. Loomis, "Measuring the Economic Benefits of Removing Dams and Restoring the Elwha River: Results of a Contingent Valuation Survey," *Water Resources Research* (in press); National Research Council, op. cit. note 6.

67. Paul L. Angermeier and James R. Karr, "Biological Integrity versus Biological Diversity as Policy Directives," *BioScience*, November 1994.

Chapter 5. Preserving Agricultural Resources

1. Hunger figures from Margaret Biswas, "Agriculture and Environment: A Review, 1972–1992," *Ambio*, May 1994.

2. Lester R. Brown, "Grain Production Rebounds," in Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, and Hal Kane, *Vital Signs 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995); Figure 5–1 from U.S. Department of Agriculture (USDA), Economic Research Service (ERS), "Production, Supply, and Demand View" (electronic database), Washington, D.C., November 1994, with updates from Foreign Agricultural Service, *Grain: World Markets and Trade*, USDA, Washington, D.C., July 1995; population data from U.S. Bureau of the

Census, as published in Francis Urban and Ray Nightingale, *World Population by Country and Region, 1950–90, with Projections to 2050* (Washington, D.C.: USDA, ERS, 1993); food demand increases from Jonathan Harris, *World Agriculture: Regional Sustainability and Ecological Limits* (Medford, Mass.: Center for Agriculture, Food and Environment, School of Nutrition, Tufts University, 1995).

3. Food demand increases from Harris, op. cit. note 2.

4. Harvested grain area calculated from data in Foreign Agricultural Service, op. cit. note 2; Lester R. Brown, "Grain Area Unchanged," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 2; rice production in nineties from U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *FAO Production Yearbook 1992* (Rome: 1994).

5. Figure 5–2 and world grain stocks from USDA, ERS, "Production, Supply, and Demand View" (electronic database), Washington, D.C., August 1995.

6. Gershon Feder and Andrew Keck, "Increasing Competition for Land and Water Resources: A Global Perspective," World Bank, Washington, D.C., 1995; Gerhard K. Heilig, "Lifestyles and Global Land-use Change: Data and Theses," International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, September 1995.

7. Pierre Crosson and Jock Anderson, "Resources and Global Food Prospects: Supply and Demand for Cereals to 2030," World Bank Technical Paper Number 184, World Bank, Washington, D.C., 1992; harvested grain area from USDA, op. cit. note 5.

8. Patrick E. Tyler, "On the Farms, China Could be Sowing Disaster," *New York Times*, April 10, 1995; late eighties' land loss from Heilig, op. cit. note 6; Chinese fed from lost land is a Worldwatch calculation based on Chinese rice yields in FAO, op. cit. note 4; Zhao Liang, "Crops vs Concrete Crisis Raises Voices of Concern," *China Daily Business Weekly*, March 20, 1995; "Farmland Decreases Drastically," *China Daily*, February 10, 1995.

9. Jakarta, Dhaka, and Bangkok data and 1990 World Bank study from Dipasis Bhadra and Antonio Salazar P. Brandao, "Urbanization, Agricultural Development, and Land Allocation," World Bank Discussion Paper 201, Washington, D.C., 1993; Java data from Scott Thompson, "The Evolving Grain Markets in Southeast Asia," in *Grain: World Markets and Trade*, USDA, Foreign Agricultural Service, Washington, D.C., June 1995; rice loss is a Worldwatch calculation based on FAO, op. cit. note 4.

10. Bhadra and Brandao, op. cit. note 9; Robert L. Kellogg et al., "Highlights from the 1992 National Resources Inventory," *Journal of Soil and Water Conservation*, November/December 1994.

11. USDA, op. cit note 5; USDA, Soil Conservation Service, *Summary Report: 1992 National Resources Inventory* (Washington, D.C.: 1994).

12. Sea level rise from Intergovernmental Panel on Climate Change, *The IPCC Assessment of Knowledge Relevant to the Interpretation of Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change: A Synthesis Report* (draft), Geneva, July 31, 1995; World Bank, "Issues and Options in Greenhouse Gas Emissions Control: Summary Report," Washington, D.C., December 1994; Kurt Kleiner, "Climate Change Threatens Southern Asia," *New Scientist*, August 27, 1994.

13. L.R. Oldeman et al., *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation: An Explanatory Note*, 2nd ed. (Wageningen, Netherlands, and Nairobi: International Soil Reference and Information Centre and U.N. Environment Programme, 1991); Worldwatch calculation assumes a modest grain yield of 3 tons per hectare, and that a ton of grain feeds 6 people for a year; current losses to degradation from David Pimentel et al., "Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits," *Science*

February 24, 1995, and from Sara J. Scherr et al., "Land Degradation in the Developing World: Implications for Food, Agriculture, and Environment to the Year 2020," International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, D.C., June 1995; African and Asian degradation from World Resources Institute, *World Resources 1992–93* (New York: Oxford University Press, 1992).

14. General Accounting Office (GAO), *Conservation Reserve Program: Alternatives Are Available for Managing Environmentally Sensitive Cropland* (Washington, D.C.: 1995).

15. FAO quoted in Pierre Crosson, "Future Supplies of Land and Water for World Agriculture," revised version of a paper presented to February 1994 conference at IFPRI, August 1995; Virginia H. Dale et al. "Emissions of Greenhouse Gases from Tropical Deforestation and Subsequent Uses of the Land," in National Research Council, *Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics* (Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1993).

16. Amount of degradation calculated using land degraded by agricultural mismanagement, overgrazing, and half of the extent of deforested land; Oldeman et al., op. cit. note 13.

17. Oldeman et al., op. cit. note 13; erosion rates from S.A. El-Swaify, "State of the Art for Assessing Soil and Water Conservation Needs and Technologies," in Ted L. Napier et al., eds., *Adopting Conservation on the Farm: An International Perspective on the Socioeconomics of Soil and Water Conservation* (Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society, 1994).

18. Soil and Water Conservation Society, *Farming for a Better Environment* (Ankeny, Iowa: 1995); Paul Harrison, *The Third Revolution: Population, Environment, and a Sustainable World* (London: Penguin Books, 1992).

19. Definitions from Oldeman et al., op. cit. note 13; agricultural land degradation data from L.R. Oldeman, International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, Netherlands, private communication, September 21, 1995.

20. Productivity loss calculation suggested by Pierre Crosson, "Soil Erosion Estimates and Costs," *Science*, July 28, 1995; food demand increase from Harris, op. cit. note 2.

21. USDA, op. cit. note 5.

22. Lester R. Brown, "Fertilizer Use Continues Dropping," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 2; importance of nonnutrient soil elements, and the effects of erosion on them, from Soil and Water Conservation Society, op. cit. note 18.

23. Ann P. Kinzig and Robert H. Socolow, "Human Impacts on the Nitrogen Cycle," *Physics Today*, November 1994; Ann P. Kinzig, Princeton University, Princeton, N.J., private communication, October 31, 1995.

24. Scientific Committee on Problems of the Environment, "Phosphorus Cycles and Transfers in the Global Environment," SCOPE Newsletter 47, Paris, December 1994–January 1995; phosphorus fertilizer consumption data from FAO, "Fertilizer," Statistics Series No. 106, Rome, 1991; phosphorus supply from Larry D. King, "Soil Nutrient Management in the United States," in Clive A. Edwards et al., *Sustainable Agricultural Systems* (Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society, 1990).

25. Jonathan Tolman, "Poisonous Runoff From Farm Subsidies," *Wall Street Journal*, September 8, 1995.

26. Conservation Technology Information Center, "1994 National Crop Residue Management Survey: Executive Summary," West Lafayette, Ind., 1994; Soil Conservation Service, "1992 National Resources Inventory: Highlights," USDA, Washington, D.C., 1992.

27. Center for Semiarid Agroforestry, Rocky Mountain Research Station, U.S. Forest Service, "Agroforestry: Working Trees for Agriculture," Lincoln, Nebr., USDA, un-

dated; Peter R. Schaefer, "Trees and Sustainable Agriculture," *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol. 4, Nos. 3 and 4, 1989.

28. Water use by agriculture from World Resources Institute, *World Resources 1994–95* (New York: Oxford University Press, 1994); irrigated area from FAO, *1990 Production Yearbook* (Rome: 1991), adjusted for the United States and Taiwan with irrigated area data from, respectively, USDA, ERS, *Agricultural Resources, Cropland, Water and Conservation*, Washington, D.C., September 1991, and Sophia Hung, USDA, ERS, private communication, June 21, 1991; harvest estimate of 40 percent is approximate, and is based on a 36-percent estimate in W. Robert Rangeley, "Irrigation and Drainage in the World," in Wayne R. Jordan, ed., *Water and Water Policy in World Food Supplies* (College Station, Tex.: Texas A&M University Press, 1987), on a 47-percent estimate (just for grain) in Montague Yudelman, "The Future Role of Irrigation in Meeting the World's Food Supply," in Soil Science Society of America, *Soil and Water Science: Key to Understanding Our Global Environment* (Madison, Wisc.: 1994), and on a general statement that 40 percent of world's food supply comes from irrigated land from Ismail Serageldin, *Toward Sustainable Management of Water Resources* (Washington, D.C.: World Bank, 1995).

29. Sandra Postel, *Last Oasis: Facing Water Scarcity* (New York: W.W. Norton & Company, 1992). These 26 countries have renewable water resources of less than 1,000 cubic meters per person per year; IFPRI, "A 2020 Vision for Food, Agriculture, and the Environment," Washington, D.C., June 13, 1995.

30. China from You Wen-Rui, "Environmental Issues in Water Development in China," *Environmental Issues in Land and Water Development* (Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 1992); Iran from Anthony Young et al., *Land Degradation in South Asia: Its Severity, Causes, and Effects upon the People* (Rome: FAO, 1994); Arabian Peninsula figure is a Worldwatch calculation based on data in Jamil al Alawi and Mohammed Abdulrazzak, "Water in the Arabian Peninsula: Problems and Perspectives," in Peter Rogers and Peter Lydon, eds., *Water in the Arab World: Perspectives and Prognoses* (Cambridge, Mass.: Division of Applied Sciences, Harvard University, 1994); Maharashtra from Raj Chengappa, "India's Water Crisis," *World Press Review*, August 1986; Gujarat from A. Vaidyanathan, "Second India Series Revisited: Food and Agriculture," Madras Institute of Development Studies, Madras, India, 1994; Haryana from Marcus Moench, "Approaches to Groundwater Management: To Control or Enable," *Economic and Political Weekly*, September 24, 1994; Southern Great Plains from Wendell Holmes and Mindy Petrulis, "Declining Water Levels in the Texas High Plains Translate to Declining Economic Performance," USDA, ERS, Washington, D.C., 1988; Jacob W. Kijne and Marcel Kuper, "Salinity and Sodicity in Pakistan's Punjab: A Threat to Sustainability of Irrigated Agriculture?" *Water Resources Development*, Vol. 11, No. 1, 1995.

31. Dork L. Sahagian, Frank W. Schwartz, and David K. Jacobs, "Direct Anthropogenic Contributions to Sea Level Rise in the Twentieth Century," *Nature*, January 6, 1994.

32. FAO, *State of Food and Agriculture 1993* (Rome: 1993); Mark Rosegrant and Mark Svendsen, "Asian Food Production in the 1990s: Irrigation Investment and Management Policy," IFPRI, Washington, D.C., 1993; FAO, "Water Development for Food Security," Rome, March 1995.

33. Projection for 2025 and data for India, Indonesia, and Malaysia from Ramesh Bhatia, Upali Amerasinghe, and K.A.U.S. Imbulana, "Productivity and Profitability of Paddy Production in the Muda Scheme, Malaysia," *Water Resources Development*, Vol. 11, No. 1, 1995; "Water Shortage Could Derail China's Development," *Depthnews*, June 12–17, 1995.

34. Thomas S. Maddock and Walter G. Hines, "Meeting Future Public Water Supply

Needs: A Southwest Perspective," *Water Resources Bulletin*, April 1995.

35. Ian Anderson, "Australia's Growing Disaster," *New Scientist*, July 29, 1995; California data from World Bank, "Earth Faces Water Crisis," press release, Washington, D.C., August 6, 1995.

36. Cynthia Rozensweig et al., *Climate Change and World Food Supply*, Research Report No. 3 (Oxford: Environmental Change Unit, 1993).

37. Willem Van Tuijl, *Improving Water Use in Agriculture: Experiences in the Middle East and North Africa*, Technical Paper Number 201 (Washington, D.C.: World Bank, 1993); Government of Israel, *The Environment in Israel* (Jerusalem: Ministry of the Environment, 1992).

38. Vaclav Smil, "How Many People Can the Earth Feed?" *Population and Development Review*, June 1994; Prabhu Pingali and Mark W. Rosegrant, "Confronting the Environmental Consequences of the Green Revolution in Asia," IFPRI, Washington, D.C., August 1994; Peter H. Gleick et al., *California Water 2020: A Sustainable Vision* (Oakland, Calif.: Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, 1995); Stefan Klotzli, "The Water and Soil Crisis in Central Asia: A Source for Future Conflicts?" Center for Security Studies and Conflict Research, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, May 1994.

39. Kristin Helmore and Annu Ratta, "The Surprising Yields of Urban Agriculture," *Choices*, April 1995; Asit K. Biswas, "Environmental Sustainability of Egyptian Agriculture: Problems and Perspective," *Ambio*, February 1995.

40. Sales data from Pesticide Action Network North America Updates Service, "Growth in 1994 World Agrochemical Market," Pesticide Action Network, San Francisco, April 28, 1995; Barbara Dinham, ed., *The Pesticide Trail: The Impact of Trade Controls on Reducing Pesticide Hazards in Developing Countries* (London: The Pesticides Trust, 1995).

41. Figure for 1965 from Biswas, op. cit. note 1; current data from David Pimentel, "Pest Management, Food Security and the Environment," Cornell University, Ithaca, N.Y., unpublished, March 1995; Figure 5–3 from Peter Weber, "Resistance to Pesticides Growing," in Lester R. Brown, Hal Kane, and David Malin Roodman, *Vital Signs 1994* (New York: W.W. Norton & Company, 1994); U.S. increase 1945–89 from David Pimentel et al., "Environmental and Economic Costs of Pesticide Use," *BioScience*, November 1992; resistance's role in crop losses from Michael Hansen, *Escape from the Pesticide Treadmill: Alternatives to Pesticides in Developing Countries* (Mount Vernon, N.Y.: Institute for Consumer Policy Research, 1987); Asian pesticide usage from Jumanah Farah, *Pesticide Policies in Developing Countries: Do They Encourage Excessive Use?* Discussion Paper No. 238 (Washington, D.C.: World Bank, 1994).

42. Farah, op. cit. note 41; malaria in India from Pimentel et al., op. cit. note 41; development time from Barbara Dinham, *The Pesticide Hazard* (London: Zed Books, 1993); development costs from Farah, op. cit. note 41.

43. Farah, op. cit. note 41.

44. Dirk Johnson, "Weed Killers in Tap Water in Corn Belt," *New York Times*, August 18, 1995; "Herbicides in Drinking Water Cause EPA Concern in Midwest," *Washington Post*, August 18, 1995; World Health Organization estimate from Pimentel et al., op. cit. note 41; other estimates from Dinham, op. cit. note 42; Farah, op. cit. note 41; 1993 report on Indonesia from Dinham, op. cit. note 40; "10,000 Pesticide Deaths in China," *Pesticide News*, March 1994.

45. Pimentel, op. cit. note 41.

46. Ibid.; timing of application from Jules N. Pretty, *Regenerating Agriculture* (London: Earthscan, 1995).

47. V. Bernson and G. Ekstrom, "Swedish Policy to Reduce Pesticide Use," *Pesticide Outlook*, Vol. 2, No. 3, 1991; "Dutch Pesticide Use Continues to Decline," and "WWF Canada Considers Pesticide Reduction Proposals," *Pesticide News*, December 1994; Texas from Pimentel, op. cit. note 41.

48. Michael Hansen, "Alternatives to Pesticides in Developing Countries, Preliminary Report," Institute for Consumer Policy Research, Mount Vernon, N.Y., May 1986.

49. Role of agroecosystem diversity from Pretty, op. cit. note 46; role of crop rotations from Pimentel, op. cit. note 41.

50. FAO, "Intercountry Programme for the Development and Application of Integrated Pest Control in Rice in South and Southeast Asia, Phase I and II," Rome, 1994; "Global IPM Facility Announced," *Global Pesticide Campaigner* (Pesticide Action Network, San Francisco), June 1995.

51. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), "Agricultural Policies, Markets, and Trade in OECD Countries: Monitoring and Outlook, 1995," Paris, 1995.

52. FAO, op. cit. note 50.

53. Ibid.; GAO, op. cit. note 14.

54. American Farmland Trust, "A Guide to Agricultural Conservation Easements" (pamphlet), Washington, D.C., August 1995.

55. Robert L. Paarlberg, *Countrysides at Risk* (Washington, D.C.: Overseas Development Council, 1994); number of research institutes from Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), "Renewal of the CGIAR: Draft Documents on Major Issues," Ministerial-level meeting documents, CGIAR Secretariat, Washington, D.C., February 9–10, 1995.

56. Worldwatch estimate based on United Nations, *World Energy Supplies, 1950–1974* (New York: 1976), on OECD, International Energy Agency, *Energy Balances of OECD Countries* (Paris: various years), on U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, *Annual Energy Review 1992* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1993), on British Petroleum, *BP Statistical Review of World Energy* (London: Group Media & Publications, 1993), on Robert Summers and Alan Heston, "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950–88," *Quarterly Journal of Economics*, May 1991, and electronic database, and on International Monetary Fund, *World Economic Outlook*, October 1993.

57. Waste rate from Biswas, op. cit. note 1; grain bag from Joseph Axelrod, GrainPro, Boston, Mass., private communication, July 31, 1995.

58. Lester R. Brown, "World Feedgrain Use Up Slightly," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 2; grain for beef, pork, and poultry from Lester R. Brown and Hal Kane, *Full House: Reassessing the Earth's Population Carrying Capacity* (New York: W.W. Norton & Company, 1994); grain savings are Worldwatch calculation.

59. Poultry consumption from USDA, op. cit. note 5; Smil, op. cit. note 38.

60. Mario Giampietro, "Sustainability and Technological Development in Agriculture," *BioScience*, November 1994.

Chapter 6. Understanding the Threat of Bioinvasions

1. Jonathan Weiner, *The Beak of the Finch: A Story of Evolution in Our Time* (New York: Alfred A. Knopf, 1994).

2. Ibid.; Bruce E. Coblentz, "Exotic Organisms: A Dilemma for Conservation Biology," *Conservation Biology*, September 1990.

3. Ian A.W. Macdonald et al., "Wildlife Conservation and the Invasion of Nature Re-

serves by Introduced Species: A Global Perspective" in J.A. Drake et al., eds., *Biological Invasions: A Global Perspective* (Chichester, U.K.: John Wiley and Sons, 1989); Paul A. Stone, Howard L. Snell, and Heidi M. Snell, "Behavioral Diversity as Biological Diversity: Introduced Cats and Lava Lizard Wariness," *Conservation Biology*, June 1994; Coblentz, op. cit. note 2.

4. These cases are documented throughout this chapter.

5. Edward O. Wilson, *The Diversity of Life* (New York: W.W. Norton & Company, 1992); Vernon H. Heywood, "Patterns, Extents and Modes of Invasions by Terrestrial Plants," in Drake et al., op. cit. note 3; Coblentz, op. cit. note 2.

6. Unsuccessful and apparently harmless invasions from Daniel S. Simberloff, "Community Effects of Introduced Species," in Matthew H. Nitecki, ed., *Biotic Crises in Ecological and Evolutionary Time* (New York: Academic Press, 1981); Dennis J. Russell and George H. Balazs, "Colonization by the Alien Marine Alga *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. Ag. (Rhodophyta: Gigartinales) in the Hawaiian Islands and Its Utilization by the Green Turtle, *Chelonia mydas* L.," *Aquatic Botany*, Vol. 47, 1994. Table 6–1 is drawn from the following: rats from C.W. Previté-Orton, *The Shorter Cambridge Medieval History* (Cambridge: Cambridge University Press, 1952, rpt. 1978), from Christopher Lever, *Naturalized Mammals of the World* (London: Longman, 1985), and from Macdonald et al., op. cit. note 3; smallpox from Gordon G. Whitney, *From Coastal Wilderness to Fruited Plain: A History of Environmental Change in Temperate North America From 1500 to the Present* (Cambridge: Cambridge University Press, 1994), from Roger G. Kennedy, *Hidden Cities: The Discovery and Loss of Ancient North American Civilization* (New York: Free Press, 1994), and from Laurie Garrett, *The Coming Plague: Newly Emerging Diseases in a World Out of Balance* (New York: Farrar, Straus, Giroux, 1994); rinderpest from Andy Dobson, "The Ecology and Epidemiology of Rinderpest Virus in Serengeti and Ngorongoro Conservation Area," in A.R.E. Sinclair and P. Arcese, eds., *Serengeti II: Research, Management and Conservation of an Ecosystem* (Chicago: University of Chicago Press, 1995); English sparrow from Christopher Lever, *Naturalized Birds of the World* (New York: John Wiley, 1987); wild oats from H.A. Mooney and J.A. Drake, "The Ecology of Biological Invasions," *Environment*, June 1987. Table 6–2 is drawn from the following: zebra mussel from Amy J. Benson and Charles P. Boydstun, "Invasion of the Zebra Mussel in the United States," in Edward T. LaRoe et al., eds., *Our Living Resources: A Report to the Nation on the Distribution, Abundance, and Health of U.S. Plants, Animals, and Ecosystems* (Washington, D.C.: National Biological Service, U.S. Department of the Interior, 1995), from Robin M. Taylor, ed., *Sea Grant Zebra Mussel Report: An Update of Research and Outreach* (Columbus, Ohio: Ohio Sea Grant College Program, 1995), and from Michael L. Ludyanskiy, Derek McDonald, and David MacNeill, "Impact of the Zebra Mussel, a Bivalve Invader," *BioScience*, September 1993; Asian tiger mosquito from George B. Craig, Jr., "The Diaspora of the Asian Tiger Mosquito," in Bill N. McKnight, ed., *Biological Pollution: The Control and Impact of Invasive Exotic Species* (Indianapolis: Indiana Academy of Science, 1993); grasses from Quentin C.B. Cronk and Janice L. Fuller, *Plant Invaders: The Threat to Natural Ecosystems*, WWF and UNESCO "People and Plants" Conservation Manual 2 (London: Chapman and Hall, 1995), from Clifford W. Smith, "The Alien Plant Problem in Hawaii," in Ted D. Center et al., eds., *Proceedings of the Symposium on Exotic Pest Plants* (Washington, D.C.: National Park Service, 1991), and from Robert Devine, "The Cheatgrass Problem," *Atlantic*, May 1993; tilapia from Geoffrey Fryer, "Biological Invasions in the Tropics: Hypothesis Versus Reality," in P.S. Ramakrishnan, ed., *Ecology of Biological Invasions in the Tropics*, Proceedings of an International

Workshop Held at Nainital, India (New Delhi: International Scientific Publications, 1989), and from Walter R. Courtenay, Jr., "Biological Pollution Through Fish Introductions," in McKnight, op. cit. this note; sweet pittosporum from Cronk and Fuller, op. cit. this note. Estimate of 10 percent from Elizabeth Culotta, "Biological Immigrants Under Fire," *Science*, December 6, 1991.

7. Islands' vulnerability to invasion from Peter M. Vitousek, "Diversity and Biological Invasions of Oceanic Islands," in E.O. Wilson and Frances M. Peter, eds., *Biodiversity* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1988), and from Coblentz, op. cit. note 2; house cats from Lever, *Naturalized Mammals*, op. cit. note 6; rats from ibid., and from Macdonald et al., op. cit. note 3; brown tree snake from T.H. Fritts and G.H. Rodda, "Invasions of the Brown Tree Snake," in LaRoe et al., op. cit. note 6, and from Julie A. Savidge, "Extinction of an Island Forest Avifauna by an Introduced Snake," *Ecology*, June 1987.

8. Goats from Lever, *Naturalized Mammals*, op. cit. note 6, and from Bruce E. Coblentz, "Effects of Feral Goats (*Capra hircus*) on Island Ecosystems," *Biological Conservation*, Vol. 13, 1978; Gough Island tree example from Macdonald et al., op. cit. note 3; Dai Hayward, "Poisonous Jam Prescribed for Possum Power," *Financial Times*, July 31, 1991; Helen Goss, "The Mysterious Case of the Wobbly Possum," *New Scientist*, August 5, 1995.

9. George Laycock, *The Alien Animals* (Garden City, N.Y.: Natural History Press, 1966); Michael B. Usher, Terence J. Crawford, and Jean L. Banwell, "An American Invasion of Great Britain: The Case of the Native and Alien Squirrel (*Sciurus*) Species," *Conservation Biology*, March 1992.

10. L. James Lester, "Marine Species Introductions and Native Species Vitality: Genetic Consequences of Marine Introductions" in M. Richard DeVoe, ed., *Introductions and Transfers of Marine Species: Achieving a Balance Between Economic Development and Resource Protection*, proceedings of a conference and workshop, October 30–November 2, 1991, Hilton Head, S.C. (n.p.: South Carolina Sea Grant Consortium, 1992).

11. Grasses from Cronk and Fuller, op. cit. note 6, from Smith, op. cit. note 6, and from Devine, op. cit. note 6; *Chromolaena odorata* from Macdonald et al., op. cit. note 3, and from Cronk and Fuller, op. cit. note 6.

12. Iceplant example from Macdonald et al., op. cit. note 3, and from Cronk and Fuller, op. cit. note 6; Hawaiian example from Smith, op. cit. note 6.

13. Salmon example from U.S. Congress, Office of Technology Assessment (OTA), *Harmful Non-Indigenous Species in the United States* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1993); cats from Macdonald et al., op. cit. note 3.

14. *Spartina anglica* example from John D. Thompson, "The Biology of an Invasive Plant," *BioScience*, June 1991; Bolivian weed potato from OTA, op. cit. note 13.

15. Dobson, op. cit. note 6; Hamish McCallum and Andy Dobson, "Detecting Disease and Parasite Threats to Endangered Species and Ecosystems," *TREE* (Trends in Ecology and Evolution), May 1995.

16. Garrett, op. cit. note 6.

17. Craig, op. cit. note 6; G. Smith and A.P. Dobson, "Sexually Transmitted Diseases in Animals," *Parasitology Today*, Vol. 8, No. 5, 1992.

18. John M. Randall, "Exotic Weeds in North American and Hawaiian Natural Areas: The Nature Conservancy's Plan of Attack," in McKnight, op. cit. note 6; Macdonald et al., op. cit. note 3.

19. Ludyanskiy, McDonald, and MacNeill, op. cit. note 6.

20. Tammy Keniry and J. Ellen Marsden, "Zebra Mussels in Southwestern Lake Michigan," in LaRoe et al., op. cit. note 6; Benson

and Boydstun, op. cit. note 6; Taylor, op. cit. note 6; Ludyanskiy, McDonald, and MacNeill, op. cit. note 6; Courtenay, op. cit. note 6.

21. Opposum shrimp example from Jeff Fox and Ed Bruggemann, *Native Fish, Introduced Fish: Genetic Implications*, Report of a Workshop for Aquaculture and Park Managers, Policymakers, Environmentalists, and University Scientists, Convened in 1992 by the National Audubon Society (Washington, D.C.: National Audubon Society, 1992); Madagascar grebes from Macdonald et al., op. cit. note 3.

22. There is an extensive literature on the relationship between disturbance and invasion (which is not an absolute correlation). See, for instance, A.E. Newsome and I.R. Noble, "Ecological and Physiological Characters of Invading Species," in R.H. Groves and J.J. Burdon, eds., *Ecology of Biological Invasions* (Cambridge: Cambridge University Press, 1986); Michael J. Crawley, "What Makes a Community Invasible?" in A.J. Gray, M.J. Crawley, and P.J. Edwards, eds., *Colonization, Succession and Stability* (Oxford: Blackwell, 1987); and Francesco di Castri, "On Invading Species and Invaded Ecosystems: The Interplay of Historical Chance and Biological Necessity," in F. di Castri, A.J. Hansen, and M. Debussche, eds., *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin* (Boston: Kluwer Academic Publishers, 1990).

23. Walter R. Tschinkel, "The Fire Ant (*Solenopsis invicta*): Still Unvanquished," in McKnight, op. cit. note 6; Julie Grisham, "Attack of the Fire Ant," *BioScience*, October 1994; Craig R. Allen, R. Scott Lutz, and Stephen Demarais, "Red Imported Fire Ant Impacts on Northern Bobwhite Populations," *Ecological Applications*, Vol. 5, No. 3, 1995.

24. Spread of Mediterranean weeds from Marilyn D. Fox, "Mediterranean Weeds: Exchanges of Invasive Plants Between the Five Mediterranean Regions of the World," in di Castri, Hansen, and Debussche, op. cit. note d from R.H. Groves, "The Biogeography of Mediterranean Plant Invasions," in R.H. Groves and F. di Castri, eds., *Biogeography of Mediterranean Invasions* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991); exotic percentages of floras from Heywood, op. cit. note 5; rates of invasion into Hawaii from Randall, op. cit. note 18, and from OTA, op. cit. note 13.

25. OTA, op. cit. note 13.

26. Comb jelly from John Travis, "Invader Threatens Black, Azov Seas," *Science*, November 26, 1993; *Mimosa pigra* from Cronk and Fuller, op. cit. note 6; reports of post-invasion stability are available in, for instance, Fox, op. cit. note 24, and in C.H. Fernando and Juraj Holcik, "Some Impacts of Fish Introductions into Tropical Freshwaters," in Ramakrishnan, op. cit. note 6; for arguments that invasion tends to create instability, see, for instance, Warren Herb Wagner, Jr., "Problems with Biotic Invasives: A Biologist's Viewpoint," in McKnight, op. cit. note 6, Coblentz, op. cit. note 2, and Macdonald et al., op. cit. note 3.

27. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), *Review of Maritime Transport 1993* (New York: United Nations, 1994); Craig, op. cit. note 6; OTA, op. cit. note 13.

28. Organisms found in containers from OTA, op. cit. note 13; Asian tiger mosquito from Craig, op. cit. note 6; New Zealand inspections from Faith Thompson Campbell and Scott E. Schlarbaum, *Fading Forests: North American Trees and the Threat of Exotic Pests* (New York: Natural Resources Defense Council, 1994).

29. Merchant ships (the total for the 35 most important maritime countries) from UNCTAD, op. cit. note 27; ballast water as a pathway from James T. Carlton, "Marine Species Introductions by Ships' Ballast Water: An Overview," in DeVoe, op. cit. note 10; Courtenay, op. cit. note 6.

30. Results of the Oregon study are in James T. Carlton and Jonathan B. Geller,

"Ecological Roulette: The Global Transport of Nonindigenous Marine Organisms," *Science*, July 2, 1993; red tide from Gustaaf M. Hallegraeff and Christopher J. Bolch, "Transport of Toxic Dinoflagellate Cysts via Ships' Ballast Water," *Marine Pollution Bulletin*, January 1991, and from James T. Carlton, "Dispersal of Living Organisms Into Aquatic Ecosystems as Mediated by Aquaculture and Fisheries Activities," in Aaron Rosenfield and Roger Mann, eds., *Dispersal of Living Organisms Into Aquatic Ecosystems* (College Park, Md.: Maryland Sea Grant, 1992).

31. Air traffic statistics from Garrett, op. cit. note 6, and from the *1991* and *1995 Information Please Almanac* (Boston: Houghton Mifflin); Duane J. Gubler, "Emergent and Resurgent Arboviral Diseases as Public Health Problems," in B.W.J. Mahy and D.K. Lvov, eds., *Concepts in Virology, From Ivanovsky to the Present* (Chur, Switzerland: Harwood Academic Publishers, 1993); African mosquitoes reported in Britain in Susan Litherland, "Health–Britain: Tropical Diseases Creep Towards Cold Countries," IGC Networks Headlines Digest, Interpress News Service, September 22, 1994; brown tree snake at Hawaiian airports in Alan Burdick, "It's Not the Only Alien Invader," *New York Times Magazine*, November 13, 1994; Fritts and Rodda, op. cit. note 7.

32. Olive from L.D. Pryor, "Forest Plantations and Invasions in the Mediterranean Zones of Australia and South Africa," in Groves and di Castri, op. cit. note 24; avocado from Bruce Coblentz, Oregon State University, Corvallis, Oreg., personal communication, September 11, 1995; cardamom from Heywood, op. cit. note 5; black pepper from T.C. Whitmore, "Invasive Woody Plants in Perhumid Tropical Climates," in Ramakrishnan, op. cit. note 6; *Chromolaena odorata* from Joan Baxter, "*Chromolaena odorata*: Weed for the Killing or Shrub for the Tilling?" *Agroforestry Today*, April–June 1995, and from Michael B. Usher, "Biological Invasions Into Tropical Nature Reserves," in Ramakrishnan, op. cit. note 6.

33. Thomas L. Fleischner, "Ecological Costs of Livestock Grazing in Western North America," *Conservation Biology*, September 1994; Dennis Morgan, "Cows and Forest Health," *Wild Forest Review*, July/August 1995; Alan B. Durning and Holly B. Brough, *Taking Stock: Animal Farming and the Environment*, Worldwatch Paper 103 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, July 1991); prairie dogs from Dean Biggins and Jerry Godbey, "Black-Footed Ferrets," in LaRoe et al., op. cit. note 6; Reed F. Noss, "Cows and Conservation Biology," *Conservation Biology*, September 1994.

34. Monterey pine from Cronk and Fuller, op. cit. note 6; invasiveness of eucalyptus from Pryor, op. cit. note 32; eucalyptus in Brazil from "Judge Rules Steel Firms in Minas Gerais Must Use Their Own Eucalyptus Trees for Fuel," *International Environment Reporter*, July 26, 1995; "Eucalyptus Threatens Biodiversity," Preservation of Natural Diversity, Topic 321, January 24, 1994 (online extract and translation of an article in *O Estado de Sao Paulo*, January 2, 1994); eucalyptus planting in Africa from C. Dustin Becker, Abwoli Y. Banana, and William Gombya-Ssembajjwe, "Early Detection of Tropical Forest Degradation: An IFRI Pilot Study in Uganda," *Environmental Conservation*, Spring 1995.

35. North American wood imports, U.S. Forest Service inventory, and woodwasp invasion from Campbell and Schlarbaum, op. cit. note 28; nematode and yellow jacket invasion from OTA, op. cit. note 13.

36. Aquaculture statistics from U.N. Food and Agriculture Organization, Fisheries Information, Data and Statistics Service, *FAO Fisheries Circular 815*, Revision 6 (Rome: 1994), and from Nick C. Parker, "Economic Pressures Driving Genetic Changes in Fish," in Rosenfield and Mann, op. cit. note 30; for promotion of aquaculture in developing countries, see, for instance, Rodolfo Fernandez, "Better Fish Species Developed to Meet Growing Demand," Depthnews, Ma-

nila, November 1994, and Fernando and Holcik, op. cit. note 26; lack of containment facilities in developing countries from Walter R. Courtenay, Jr., and James D. Williams, "Dispersal of Exotic Species From Aquaculture Sources, With Emphasis on Freshwater Fishes," in Rosenfield and Mann, op. cit. note 30; Mozambique tilapia from Fryer, op. cit. note 6; exotic domination of Central and South American fisheries from Fernando and Holcik, op. cit. note 26.

37. Inadequate containment in industrial countries and blue tilapia from Courtenay and Williams, op. cit. note 36; seaweed planting from Michael Neushul et al., "Introduction of Marine Plants for Aquaculture Purposes," in Rosenfield and Mann, op. cit. note 30; contaminated aquaculture shipments from Carlton, op. cit. note 30.

38. Lori Ann Thrupp, Gilles Bergeron, and William F. Waters, *Bittersweet Harvests for Global Supermarkets: Challenges in Latin America's Agricultural Export Boom* (Washington, D.C.: World Resources Institute, 1995); Gary Cohen, "Aquaculture Floods Indian Villages," *Multinational Monitor*, July/August 1995; Beena Pandey and Sachin Chaturvedi, "Prospects for Aquaculture in India," *Biotechnology and Development Monitor*, December 1994; Sam Howe Verhovek, "Virus Imperils Texas Shrimp Farms," *New York Times*, June 14, 1995; Donald V. Lightner et al., "Geographic Dispersion of the Viruses IHHN, MBV and HPV as a Consequence of Transfers and Introductions of Penaeid Shrimp to New Regions for Aquaculture Purposes," in Rosenfield and Mann, op. cit. note 30.

39. Jane Rissler and Margaret Mellon, *Perils Amidst the Promise: Ecological Risks of Transgenic Crops in a Global Market* (Cambridge, Mass.: Union of Concerned Scientists, 1993); transgenic crop statistics from "Traits Most Commonly Tested in Transgenic Crop Field Trials," *Gene Exchange*, July 1995.

40. Thomas T. Chen et al., "Fish Genetic Engineering: A Novel Approach in Aquaculture," in Rosenfield and Mann, op. cit. note 30; Parker, op. cit. note 36; "Fast-Growing Transgenic Fish," *Gene Exchange*, July 1995; "Genetic Planners Hope for Ideal Tree," *Financial Times*, June 14, 1995.

41. "Experimental Releases of Genetically Engineered Organisms," *Gene Exchange*, July 1995; "China Conducts the World's Largest Tests of Transgenic Organisms," *Gene Exchange*, December 1994.

42. David Pimentel, "Pest Management, Food Security, and the Environment," Cornell University, Ithaca, N.Y., unpublished, March 1995; Mooney and Drake, op. cit. note 6; rats and sparrows from "No Respite from Rodents," *Far Eastern Agriculture*, July/August 1994, from Lever, *Naturalized Mammals*, op. cit. note 6, and from Lever, *Naturalized Birds*, op. cit. note 6.

43. Pimentel, op. cit. note 42; wild oats from Mooney and Drake, op. cit. note 6.

44. Black sigatoka from Matthew H. Royer, "Global Pest Information Systems—Can We Make Them Work?" in Robert P. Kahn, ed., *Plant Protection and Quarantine, Vol. 3: Special Topics* (Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1989); Russian wheat aphid from Fred Powledge, "The Food Supply's Safety Net," *BioScience*, April 1995; fruit fly and U.S. statistics from OTA, op. cit. note 13.

45. Thrupp, Bergeron, and Waters, op cit. note 38.

46. Robert Steiner, "Insect Swarms Threaten Asia Cotton Crop," *Wall Street Journal*, July 18, 1994; Farhan Bokhari, "Pakistan Reeling After Third Cotton Failure," *Financial Times*, January 27, 1995; James Dao, "Worst Blight Since Ireland's Is Chilling Potato Farmers," *New York Times*, July 30, 1995; pesticide resistance statistics from David Pimentel et al., "Environmental and Economic Costs of Pesticide Use," *BioScience*, November 1992.

47. Campbell and Schlarbaum, op. cit. note 28; OTA, op. cit. note 13.

48. Sven Wunder, "Conservation Status of Native Forests in Chile," Topic 118, *Forest Programme Newsletter* 19 (IUCN Regional Office for South America), August 9, 1994; Eduardo Silva, "Environmental Policy in Chile: The Politics of the Comprehensive Law," in Frank Fischer and Michael Black, eds., *Greening Environmental Policy: The Politics of a Sustainable Future* (New York: St. Martin's, 1995).

49. Verhovek, op. cit. note 38; Travis, op. cit. note 26; Keniry and Marsden, op. cit. note 20.

50. H.A. Mooney and J.A. Drake, "Biological Invasions: A SCOPE Program Overview," in Drake et al., op. cit. note 3; Fryer, op. cit. note 6; Les Kaufman, "Catastrophic Change in Species-Rich Freshwater Ecosystems: The Lessons of Lake Victoria," *BioScience*, December 1992; Yvonne Baskin, "Losing a Lake," *Discover*, March 1994; "Fishing Industry Devouring Itself," *Panoscope*, July 1994.

51. Kaufman, op. cit. note 50; Baskin, op. cit. note 50; Fryer, op. cit. note 6.

52. Craig, op. cit. note 6; Gubler, op. cit. note 31; D.J. Gubler and E.W. Trent, "Emergence of Epidemic Dengue/Dengue Hemorrhagic Fever as a Public Health Problem in the Americas," *Infectious Agents and Diseases*, Vol. 2, No. 6, 1993.

53. Don C. Schmitz et al., "The Ecological Impact and Management History of Three Invasive Alien Aquatic Plant Species in Florida," in McKnight, op. cit. note 6; Cronk and Fuller, op. cit. note 6; "Southern African Environmental Issues No. 11: Water Hyacinth," CEP Factsheet, Communicating the Environment Programme, Harare, Zimbabwe, 1995; "Ants Get a Transforming Charge," *Science News*, December 1989; Michael D. Lemonick, "Ants in Our Pants," *Time*, June 5, 1995.

54. OTA, op. cit. note 13; Keniry and Marsden, op. cit. note 20; Ludyanskiy, McDonald, and MacNeill, op. cit. note 6.

55. Stanley A. Temple, "The Nasty Necessity: Eradicating Exotics," *Conservation Biology*, June 1990; for lack of attention to exotics, see, for instance, Coblentz, op. cit. note 2, and Faith Thompson Campbell, "Legal Avenues for Controlling Exotics," in McKnight, op. cit. note 6.

56. See, for instance, OTA, op. cit. note 13, and Richard J. Hobbs and Stella E. Humphries, "An Integrated Approach to the Ecology and Management of Plant Invasions," *Conservation Biology*, August 1995.

57. OTA, op. cit. note 13; Campbell and Schlarbaum, op. cit. note 28; Jane E. Brody, "Invader From Asia Increases Gypsy Moth Threat," *New York Times*, May 30, 1995.

58. Figure 6–1 from Victoria Nuzzo, "Distribution and Spread of the Invasive Biennial *Alliaria petiolata* (Garlic Mustard) in North America," in McKnight, op. cit. note 6.

59. For the unpopularity of control programs, see Temple, op. cit. note 55; use of Bt against the Asian gypsy moth from Campbell and Schlarbaum, op. cit. note 28.

60. Manfred Mackauer, Lester E. Ehler, and Jens Roland, eds., *Critical Issues in Biological Control* (Andover, U.K.: Intercept Press, 1990); John J. Drea, "Classical Biological Control—An Endangered Discipline?" in McKnight, op. cit. note 6; OTA, op. cit. note 13; M. Miller and G. Aplet, "Biological Control: A Little Knowledge Is a Dangerous Thing," *Rutgers Law Review*, Winter 1993; Courtenay, op. cit. note 6; invasion of the prickly pear moth from H. Kass, "Once a Savior, Moth Is Now a Scourge," *Plant Conservation*, Vol. 5, No. 2, 1990.

61. Temple, op. cit. note 55; Lisa Jones, "Sexy Weapon Thwarts Bugs," *High Country News*, November 14, 1994; Malcolm W. Browne, "New Animal Vaccines Spread Like Diseases," *New York Times*, November 26, 1991.

62. Randy G. Westbrooks, "Exclusion and Eradication of Foreign Weeds from the

United States by USDA APHIS," in McKnight, op. cit. note 6; David O. Kelch and Maran Brainard Hilgendorf, "Slow the Spread of Zebra Mussels and Protect Your Boat and Motor, Too," fact sheet, Ohio Sea Grant College Program, Columbus, Ohio, 1994.

63. Cargo ship lighting from Brody, op. cit. note 57; ballast water systems from Carlton, op. cit. note 29.

64. OTA, op. cit. note 13; Campbell, op. cit. note 55; Cronk and Fuller, op. cit. note 6.

65. Francis M. Harty, "How Illinois Kicked the Exotic Habit," in McKnight, op cit. note 6; S. Puri, S. Singh, and B. Bhushan, "Evaluation of Fuelwood Quality of Indigenous and Exotic Tree Species of India's Semi-Arid Region," *Agroforestry Systems*, Vol. 26, 1994; Régine Debrabandere and Jeanette Clarke, "Participatory Extension Tools for Planning Village-Based Tree Nurseries: A Case Study From Mutoko District, Zimbabwe," *Forests, Trees and People*, April 1995.

Chapter 7. Confronting Infectious Diseases

1. Director-General, "WHO Report on the Tuberculosis Epidemic, 1995: Stop TB at the Source," World Health Organization (WHO), Geneva, March 1995; Special issue, *World Health*, July/August 1993; 30 million figure from Paul John Dolin, Mario C. Raviglione, and Arata Kochi, *A Review of Current Epidemiological Data and Estimation of Future Tuberculosis Incidence and Mortality* (Geneva: WHO, 1993); TB Program, *Tuberculosis Notification Update*, WHO, Geneva, December 1993; Dr. Richard Bumgarner, TB Program, WHO, Geneva, private communication, February 15, 1994.

2. Figure of $13 from Director-General, op. cit. note 1; Christopher Murray, Karel Styblo, and Annik Rouillon, "Tuberculosis," in Dean T. Jamison et al., eds., *Disease Control Priorities in Developing Countries*, (Washington, D.C.: World Bank, 1993); Director-General, op. cit. note 1; World Bank, *World Development Report 1993: Investing in Health* (New York: Oxford University Press, 1993).

3. The Harvard Working Group on New and Resurgent Diseases, "New and Resurgent Diseases: The Failure of Attempted Eradication," *The Ecologist*, January/February 1995.

4. Report of the Director-General, *The World Health Report 1995: Bridging the Gaps* (Geneva: WHO, 1995).

5. Mortality data from ibid.; antibiotic-resistant strains from Dr. Stuart B. Levy, Director, Center for Adaptation Genetics and Drug Resistance, Tufts University School of Medicine, Boston, Mass., private communication, June 8, 1995.

6. Report of the Director-General, op. cit. note 4; Susan Okie, "500 Million Infected With Tropical Ills," *Washington Post*, March 28, 1990; more than 100 infectious diseases from Andrew A. Arata, Vector Biology and Control Project (now the Environmental Health Project), U.S. Agency for International Development, "Impact of Environmental Changes on Endemic Vector-borne Diseases," presented at Achieving Health for All: Economic and Social Policy, Seattle, Wash., September 10–13, 1989; Duane J. Gubler, "Vector-Borne Diseases," in Ruth A. Eblen and William R. Eblen, eds., *The Encyclopedia of the Environment* (Boston, Mass.: Houghton Mifflin Company, 1994); Council for Agricultural Science and Technology, "Foodborne Pathogens: Risks and Consequences," Task Force Report No. 122, Ames, Iowa, September 1994.

7. Nigeria from J.M. Meegan, "Yellow Fever Vaccine," *WHO/EPI/General*, Vol. 91, No. 6, 1991, and from T.P. Monath, "Yellow Fever: Victor, Victoria? Conqueror, Conquest? Epidemics and Research in the Last Forty Years and Prospects for the Future,"

American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, Vol. 45, 1991, as cited in Duane J. Gubler, "Emergent and Resurgent Arboviral Diseases As Public Health Problems," in B.W.J. Mahy and D.K. Lvov, eds., *Concepts in Virology: From Ivanovsky to the Present* (Chur, Switzerland: Harwood Academic Publishers, 1993); Vietnam from "World Malaria Situation in 1992: Middle South Asia, Eastern Asia and Oceania," *Weekly Epidemiological Record*, November 4, 1994.

8. Drug-resistant pneumonia from Levy, op. cit. note 5; malaria from David Brown, "When Disease Resists," *Washington Post*, February 14, 1994; HIV data from Report of the Director-General, op. cit. note 4; HIV in Asia from John Ward Anderson, "India Seen as Ground Zero in Spread of AIDS to Asia," *Washington Post*, August 17, 1995.

9. Smallpox from Laurie Garrett, *The Coming Plague: Newly Emerging Diseases in a World Out of Balance* (New York: Farrar, Straus, and Giroux, 1994); measles from Stanley O. Foster, Deborah A. McFarland, and A. Meredith John, "Measles," in Jamison et al., op. cit. note 2; "Number of Cases of Measles Reported Globally, 1974–1989," *World Health Statistics Quarterly*, Vol. 45, 1992; polio from Dean T. Jamison et al., "Poliomyelitis," in Jamison et al., op. cit. note 2; "Special Issue: Towards a World Without Polio," *World Health*, January/February 1995; Frances Williams, "End to Polio by 2000," *Financial Times*, April 7, 1995; "China Plans Anti-Polio Sweep," *Wall Street Journal*, December 2, 1993; World Bank, op. cit. note 2.

10. Hal Kane, "Immunization Rates Soar," in Lester R. Brown, Hal Kane, and David Malin Roodman, *Vital Signs 1994* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

11. Ruth L. Berkelman et al., "Infectious Disease Surveillance: A Crumbling Foundation," *Science*, April 15, 1994; National Center for Infectious Diseases, *Addressing Emerging Infectious Disease Threats: A Prevention Strategy for the United States* (Atlanta, Ga.: Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 1994); most significant health achievement from Sir MacFarlane Burnet and David O. White, *Natural History of Infectious Disease*, 4th ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 1972), as cited in Christopher H. Foreman, Jr., *Plagues, Products and Politics: Emergent Public Health Hazards and National Policymaking* (Washington, D.C.: Brookings Institution, 1994).

12. Harvard Working Group on New and Resurgent Diseases, op. cit. note 3; Richard M. Krause, "Foreword," in Stephen S. Morse, ed., *Emerging Viruses* (New York: Oxford University Press, 1993). Dr. Krause originally made this comment at the 1982 House Appropriations hearings for the National Institute of Allergy and Infectious Diseases.

13. Beverly E. Griffin, "Live and Let Live," *Nature*, March 3, 1994; John Maynard Smith, "Bacteria Break the Antibiotic Bank," *Natural History*, June 1994.

14. Robin Marantz Henig, *A Dancing Matrix: Voyages Along the Viral Frontier* (New York: Alfred A. Knopf, 1993); 1,000 copies from Dr. Stephen Morse, Rockefeller University, New York, private communication, October 17, 1995.

15. Common biological pattern from Edward O. Wilson, *The Diversity of Life* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1992), from Garrett, op. cit. note 9; from Marc Lappé, *Evolutionary Medicine: Rethinking the Origins of Disease* (San Francisco: Sierra Club Books, 1994), and from Dr. Paul Epstein, Harvard School of Public Health, Cambridge, Mass., private communication, March 2, 1995; ecological disruptions from Paul Epstein and Ross Gelbspan, "Climate and Health: Should We Fear a Global Plague? Yes—Disease is the Deadliest Threat of Rising Temperatures," *Washington Post*, March 19, 1995; influence of social behavior from Bennett Lorber, "Rattlesnake Powder, Lawn Darts, Hot Tubs, Sushi, and Sex, or Changing Patterns of Infectious Diseases Revis-

ited," *American Journal of Pharmacology*, Vol. 163, 1991.

16. Disruptions from Garrett, op. cit. note 9; Lappé, op. cit. note 15; tuberculosis from Director-General, op. cit. note 1.

17. Japanese encephalitis and general discussion of disruptions from Stephen S. Morse, "Factors in the Emergence of Infectious Diseases," *Emerging Infectious Diseases* (CDC), January/March 1995.

18. Karl Johnson, "Emerging Viruses in Context: An Overview of Viral Hemorrhagic Fevers," in Morse, op. cit. note 12; 20,000 Argentineans from WHO, "Viral Hemorrhagic Fevers: Report of a WHO Expert Committee," *Technical Report Series*, No. 712, 1985, as cited in Garrett, op. cit. note 9.

19. *Cryptosporidium* from Joan B. Rose, Charles N. Haas, and Charles P. Gerba, "Waterborne Pathogens: Assessing Health Risks," *Health and Environment Digest*, June 1993; influenza from Christoph Scholtissek, "Cultivating a Killer Virus," *Natural History*, January 1992; Robert G. Webster, "Influenza," in Morse, op. cit. note 12.

20. Lyme disease from Lappé, op. cit. note 15; Richard S. Ostfeld et al., "Ecology of Lyme Disease: Habitat Associations of Ticks (*Ixodes scapularis*) in a Rural Landscape," *Ecological Applications* (Ecological Society of America), May 1995; spread of Lyme disease throughout the United States from Lawrence K. Altman, "U.S. Agency Reports Lyme Disease Cases Up by 58% in '94," *New York Times*, June 23, 1995; James E. Herrington, "An Update on Lyme Disease," *Health and Environment Digest*, August 1995; 13,000 cases from Daniel B. Fishbein and David T. Dennis, "Tick-borne Diseases: A Growing Risk," *New England Journal of Medicine*, August 17, 1995.

21. "Manmade malaria" from N. L. Karla, *Status Report on Malaria and Other Health-Related Aspects of the Sardar Sarovar Projects, and Recommendations Regarding Short-Term and Long-Term Remedial Measures*, January 1992, as cited in Bradford F. Morse and Thomas R. Berger, *Sardar Sarovar: The Report of the Independent Review* (Ottawa: Resource Futures International Inc., 1992).

22. Rimjhim Jain, "Mosquitoes Storm the Desert," *Down to Earth*, November 30, 1994; Max Martin and Ambika Sharma, "The Microbes Strike Back" *Down to Earth*, January 15, 1995; quote from Karla, op. cit. note 21.

23. M.J. Bouma, H.E. Sondorp, and H.J. van der Kaay, "Climate Change and Periodic Malaria," *The Lancet*, June 4, 1994; Colombian outbreak from Dr. Paul Epstein, Harvard School of Public Health, Cambridge, Mass., private communication, September 29, 1995.

24. Lack of built-in immunity from Fred Pearce, "Global Alert Over Malaria," *New Scientist*, May 13, 1995; Michael E. Loevinsohn, "Climatic Warming and Increased Malaria Incidence in Rwanda," *The Lancet*, March 19, 1994.

25. Encephalitis from Andrew Dobson and Robin Carper, "Biodiversity: Health and Climate Change," *The Lancet*, October 30, 1993; "The Heat Is On," *Down to Earth*, April 30, 1994.

26. Willem J.M. Martens, Jan Rotmans, and Louis W. Niessen, "Climate Change and Malaria Risk: An Integrated Modelling Approach," Global Dynamics and Sustainable Development Program, Research for Man and the Environment (RIVM), National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Netherlands, March 1994; Willem J.M. Martens et al., "Potential Risk of Global Climate Change on Malaria Risk," *Environmental Health Perspectives*, May 1995.

27. Dr. Paul Ewald, Biologist, Amherst College, Amherst, Mass., private communication, April 22, 1995; see also Paul W. Ewald, *Evolution of Infectious Disease* (New York: Oxford University Press, 1994).

28. Human migration from George A. Gellert, "International Migration and Con-

trol of Communicable Diseases," *Social Science Medicine*, Vol. 37, No. 2, 1993; "viral traffic" coinage from Stephen S. Morse, "Regulating Viral Traffic," *Issues in Science and Technology*, Fall 1990.

29. Morse, op. cit note 17.

30. Mexico from William H. McNeill, *Plagues and People* (Garden City, N.Y.: Anchor Press/Doubleday, 1976).

31. Air travel from International Air Transport Association (IATA), "Review of Air Transport Development in 1994," in IATA, *World Air Transport Statistics* (Montreal, Que., Canada: 1995); Robert E. Shope and Alfred S. Evans, "Assessing Geographic and Transport Factors, and Recognition of New Viruses," in Morse, op. cit. note 12.

32. Kinshasa highway from Richard Preston, *The Hot Zone* (New York: Anchor Books Doubleday, 1994); AIDS data for Kinshasa, Zaire, from W. Henry Mosley and Peter Cowley, "The Challenge of World Health," *Population Bulletin*, December 1991; global AIDS data from Aaron Sachs, "HIV/AIDS Cases Rise at Record Rates," in Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, and Hal Kane, *Vital Signs 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995).

33. D.J. Gubler and D.W. Trent, "Emergence of Epidemic Dengue/Dengue Hemorrhagic Fever as a Public Health Problem in the Americas," *Infectious Agents and Disease*, Vol. 2, No. 6, 1993.

34. Ibid.; D.J. Gubler, "Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever in the Americas," in Southeast Asia Regional Office of WHO, *Dengue/Dengue Hemorrhagic Fever*, Monograph No. 22, New Delhi, 1993; Puerto Rico from Jane Stevens, "Dengue Cases on the Rise," *Washington Post* (Health Section), June 6, 1995.

35. Discussion of different mosquito vectors for dengue from Gubler, op. cit. note 34; tire shipment from Joshua Lederberg, Robert E. Shope, and Stanley C. Oaks, Jr., eds., *Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States* (Washington, D.C.: Institute of Medicine, National Academy Press, 1992); U.S. cities from Robin Marantz Henig, "The New Mosquito Menace," *New York Times*, September 13, 1995; Rajiv Chandrasekaran, "Bold and Bloodthirsty," *Washington Post*, August 17, 1995.

36. Gubler and Trent, op. cit. note 33.

37. Rahul Shrivastava, "A Plague on This Country," *Down to Earth*, October 31, 1994; Meghan Kinney, "Plague and Aid," in "Special Edition: Fighting World Health Crises," *Emergency Preparedness News* (Business Publishers, Inc.), October 1994; Paul Epstein, "Climate Change Played a Role in India's Plague," *New York Times*, November 13, 1994.

38. Mahish McDonald, "Surat's Revenge: India Counts the Mounting Costs of Poverty," *Far Eastern Economic Review*, October 13, 1994; Stefan Wagstyl, "A Shock to the System," *Financial Times*, October 5, 1994; John F. Burns, "India's City of Plague: Cesspool of Urban Ills," *New York Times*, October 3, 1994.

39. Disease surveillance and medical community from Shrivastava, op. cit. note 37; Declan Butler, "India Ponders the Flaws Exposed by Plague," and K. S. Jayaraman and Declan Butler, " . . . As Doubts Over Outbreak Rumble On," both in *Nature*, November 10, 1994; Lawrence K. Altman, "Lesson of Plague: Beware of 'Vanquished' Diseases," *New York Times*, September 27, 1994; "Plague: India," *Weekly Epidemiological Record*, February 3, 1995.

40. McNeill, op. cit. note 30; annual costs of influenza from Working Group on Emerging and Re-emerging Infectious Diseases, Committee on International Science, Engineering, and Technology, *Global Microbial Threats in the 1990s* (Washington, D.C.: National Science and Technology Council, 1995); "Flu Shots for Working-Age People Cut Winter Sick Days, Report Says," *Washington Post*, October 5, 1995.

41. Murray Feshbach, *Ecological Disaster: Cleaning Up the Hidden Legacy of the Soviet Regime* (New York: Twentieth Century Fund Press, 1995); diphtheria data from "Expanded Program on Immunization: Diphtheria Epidemic in the Newly Independent States of the Former USSR, 1990–1994," *Weekly Epidemiological Record*, May 19, 1995; Black Sea from Michael Specter, "Russia Moves on Cholera Epidemic in South," *New York Times*, August 20, 1994; Andrei Ivanov and Judith Perera, "Another Cholera Outbreak in Ukraine; Russia on Alert," Inter-Press Service, July 4, 1995; plankton detection from Epstein, op. cit. note 15.

42. Donatus de Silva, "Vaccinating Against War," *Our Planet*, Vol. 7, No. 3, 1995.

43. Relative illness figure from Stig Regli, "Risk vs. Risk: Proposed Decision Tree for Drinking Water Management," *Health and Environment Digest*, June 1993; 25 million figure from Water Solidarity Network, *Water and Health in Underprivileged Urban Areas* (Paris: 1994); diarrhea from José Martines, Margaret Phillips, and Richard G. A. Feachem, "Diarrheal Diseases," in Jamison et al., op. cit. note 2; Report of the Director-General, op. cit. note 4.

44. Waldman from "WHO Steps up Fight Against Cholera and Dysentery in Southern Africa," press release, WHO, Geneva, December 2, 1993; ORT data from UNICEF, *The State of the World's Children 1995* (New York: Oxford University Press, 1995); Report of the Director-General, op. cit. note 4.

45. "Human Parasites Related to an Aquatic Environment," in James A. Lee, "Health Considerations for Economic Development," *The Environment, Public Health and Human Ecology: Considerations for Economic Development* (Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press, 1985).

46. U.N. Development Programme, *Human Development Report 1994* (New York: Oxford University Press, 1994); UNICEF, op. cit. note 44; urban developing areas from The Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply of the National Research Council and Academia Nacional de la Investigacion Científica, A.C., Academia Nacional de Ingeniería, A.C., *Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1995).

47. Environmental Protection Agency estimate from "The Health Costs of Drinking Water Contamination: Waterborne Infectious Disease," *Environmental and Energy Study Institute Weekly Bulletin*, Washington, D.C., August 15, 1994; North American cases from Pierre Payment et al., "A Randomized Trial to Evaluate the Risk of Gastrointestinal Disease due to Consumption of Drinking Water Meeting Current Microbiological Standards," *American Journal of Public Health*, June 1991, as cited in Rose, Haas, and Gerba, op. cit. note 19.

48. U.S. data and cryptosporidiosis at low dose from Gunther F. Craun, "Waterborne Disease Outbreaks in the United States of America: Causes and Prevention," *World Health Statistics Quarterly*, Vol. 45, 1992; Erik D. Olson, "You Are What You Drink . . . Cryptosporidium and Other Contaminants Found in the Water Served to Millions of Americans," Natural Resources Defense Council Briefing Paper, Washington, D.C. June 1995; Morris data from "Health Costs of Drinking Water Contamination," op. cit. note 47.

49. Feshbach, op. cit. note 41; Movchanok from Michael Specter, "Russia Fights a Rising Tide of Infection: Epidemics Straining Health Care System," *New York Times*, October 2, 1994.

50. "Cholera in 1993, Part I," *Weekly Epidemiological Record*, July 15, 1994; James Brooke, "Cholera Kills 1,100 in Peru and Marches On, Reaching the Brazilian Border," *New York Times*, April 19, 1991; Luis Loyola and Patricio Hevia, "Keeping Cholera

at Bay," *World Health*, May/June 1993; $750 million from Epstein, op. cit. note 23; $200 billion from "The Centers for Disease Control and Prevention Strategy of Emerging Infectious Disease Threats," *Population and Development Review*, September 1994.

51. Joint Academies Committee, op. cit. note 46; Craun, op. cit. note 48.

52. Water Solidarity Network, op. cit. note 43.

53. Paul R. Epstein, Timothy E. Ford, and Rita R. Colwell, "Marine Ecosystems," *The Lancet*, November 13, 1993; Paul R. Epstein, "Algal Blooms in the Spread and Persistence of Cholera," *BioSystems*, Vol. 31, 1993.

54. Fred Pearce, "Dead in the Water," *New Scientist*, February 4, 1995; Marlise Simons, "Dead Mediterranean Dolphins Give Nations Pause," *New York Times*, February 2, 1992.

55. Stuart B. Levy, *The Antibiotic Paradox: How Miracle Drugs Are Destroying the Miracle* (New York: Plenum Press, 1992).

56. Smith, op. cit. note 13.

57. Levy, op. cit. note 55.

58. Naso quote from Gene Bylinsky, "The New Fight Against Killer Microbes," *Fortune*, September 5, 1994; Levy, op. cit. note 5; $4 billion from American Society for Microbiology (ASM), *Report of the ASM Task Force on Antibiotic Resistance* (Washington, D.C.: 1995).

59. Brown, op. cit. note 8.

60. Malawi and Zaire from "World Malaria Situation in 1992, Part I: Africa and the Americas," *Weekly Epidemiological Record*, October 21, 1994; $1.8 billion from Report of the Director-General, op. cit. note 4; Vietnam from "World Malaria Situation in 1992, Part III: Middle South Asia, Eastern Asia and Oceania," *Weekly Epidemiological Record*, November 4, 1994.

61. New Guinea from ASM, op. cit. note 58; Sharon Kingman, "Resistance a European Problem, Too," *Science*, April 15, 1994; Atlanta from Jo Hofmann et al., "The Prevalence of Drug-Resistant *Streptococcus pneumoniae* in Atlanta," *New England Journal of Medicine*, August 24, 1995.

62. Levy, op. cit. note 55; Levy, op. cit. note 5.

63. ASM, op. cit. note 58.

64. Lederberg, Shope, and Oaks, op. cit. note 35; "Disease Fights Back," *The Economist*, May 20, 1994; costs of drug-resistant TB from "Directly Observed Therapy Effective Against TB," *Washington Post*, April 28, 1994; Melinda Henneberger, "Study Sees a New Threat in Tuberculosis Infections," *New York Times*, June 16, 1994; Working Group on Emerging and Re-emerging Infectious Diseases, op. cit. note 40; Director-General, op. cit. note 1.

65. Hungary from Rachel Nowak, "Hungary Sees an Improvement in Penicillin Resistance," *Science*, April 15, 1994; David Brown, " 'Wonder Drugs' Losing Healing Aura," *Washington Post*, June 26, 1995; "CDC Backs More Sparing Use of Antibiotics," *Washington Post*, September 29, 1995.

66. Melinda S. Meade, John W. Florin, and Wilbert M. Gesler, *Medical Geography* (New York: Guilford Press, 1988); McNeill, op. cit. note 30.

67. Emmanuel Mwero, "Tsetse Control: Something Old, Something New," *Ceres*, March/April 1995; David Baron, "The Pros and Cons of the Tsetse Fly's Existence Opined," *All Things Considered*, National Public Radio, August 29, 1995; Paul R. Epstein, David J. Rogers, and Rudi Slooff, "Satellite Imaging and Vector-borne Disease," *The Lancet*, May 29, 1993.

68. Tim Beardsley, "Better Than a Cure," *Scientific American*, January 1995.

69. Working Group on Emerging and Re-emerging Infectious Diseases, op. cit. note 40, citing WHO data; World Bank, op. cit. note 2; Beardsley, op. cit. note 68; Helen Saxenian, "Optimizing Health Care in Developing Countries," *Issues in Science and Technology*, Winter 1994–95; Peter Cowley and Dean T. Jamison, "The Cost-Effectiveness of Immunization," *World Health*, March/April 1993.

70. John Mugabe, "Africa Must Raise its Budgets for Human Health Research," *Biotechnology and Development Monitor*, December 1993; D.A. Henderson, "Strategies for the Twenty-First Century: Control or Eradication?" *Archives of Virology* (Special Issue of the Journal of the Virology Division of the International Union of Microbiological Societies), 1992.

71. Dr. Oyewale Tomori, College of Medicine, Ibadan, Nigeria, private communication to Dr. Stephen S. Morse, Rockefeller University, October 30, 1993.

72. Cited in Ann Gibbons, "Where Are 'New' Diseases Born?" *Science*, August 6, 1993.

73. Forty-Eighth World Health Assembly, "Communicable Diseases Prevention and Control: New, Emerging, and Re-emerging Infectious Diseases," WHO, Geneva, May 12, 1995.

74. Dorothy Preslar, Washington ProMED Officer, Federation of American Scientists, private communication, July 14, 1995; Ebola from John Schwartz, "Computers Used to Fight A Much Deadlier Virus," *Washington Post*, May 20, 1995; tracking Ebola in Kikwit from John Woodall, ProMED List Moderator, "Moderator's Account: The Ebola Outbreak," New York State Department of Health, Albany, N.Y., May 8, 1995.

75. T. Demetri Vacalis, Christopher L.R. Bartlett, and Cheryl G. Shapiro, "Electronic Communication and the Future of International Public Health Surveillance," *Emerging Infectious Diseases* (CDC), January/March 1995.

Chapter 8. Upholding Human Rights and Environmental Justice

1. Marlise Simons, "Brazilian Who Fought to Protect Amazon is Killed," *New York Times*, December 24, 1988; Andrew Revkin, *The Burning Season: The Murder of Chico Mendes and the Fight for the Amazon Rain Forest* (New York: Plume, 1990); Susanna Hecht and Alexander Cockburn, *The Fate of the Forest: Developers, Destroyers, and Defenders of the Amazon* (New York: HarperCollins, 1990).

2. Hecht and Cockburn, op. cit. note 1; I. Foster Brown et al., "Empowering Local Communities in Land-Use Management: The Chico Mendes Extractive Reserve, Acre, Brazil," *Cultural Survival Quarterly*, Winter 1995; Stephan Schwartzman, "Extractive Reserves: The Rubber Tappers' Strategy for Sustainable Use of the Amazon Rainforest," in John O. Browder, ed., *Fragile Lands of Latin America: Strategies for Sustainable Development* (Boulder, Colo.: Westview Press, 1989); Philip M. Fearnside, "Extractive Reserves in Brazilian Amazonia: An Opportunity to Maintain Tropical Rain Forest under Sustainable Use," *BioScience*, June 1989; John O. Browder, "The Limits of Extractivism: Tropical Forest Strategies Beyond Extractive Reserves," *BioScience*, March 1992.

3. Revkin, op. cit. note 1.

4. James K. Boyce, "Inequality as a Cause of Environmental Degradation," *Ecological Economics*, Vol. 11, 1994, pp. 169–78; Robert D. Bullard, ed., *Unequal Protection: Environmental Justice and Communities of Color* (San Francisco: Sierra Club Books, 1994); Barbara Rose Johnston, ed., *Who Pays the Price? The Sociocultural Context of Environmental Crisis* (Washington, D.C.: Island Press, 1994).

5. Acre land distribution from Revkin, op. cit. note 1, and from Stephan Schwartzman, "Land Distribution and the Social Costs of

Frontier Development in Brazil: Social and Historical Context of Extractive Reserves," in Daniel C. Nepstad and Stephan Schwartzman, eds., *Non-Timber Products from Tropical Forests: Evaluation of a Conservation and Development Strategy—Advances in Economic Botany, Vol. 9* (New York: The New York Botanical Garden, 1992). Similar trends are documented in Hecht and Cockburn, op. cit. note 1, in Marianne Schmink and Charles H. Wood, *Contested Frontiers in Amazonia* (New York: Columbia University Press, 1992), and in Erick G. Highum and Karen Parker, "Development, Rights, and the Rainforests," *Peace Review*, Fall 1994.

6. Bunyan Bryant, ed., *Environmental Justice: Issues, Policies, Solutions* (Washington, D.C.: Island Press, 1995); Richard Hofrichter, ed., *Toxic Struggles: The Theory and Practice of Environmental Justice* (Philadelphia: New Society Publishers, 1993); James K. Boyce, "Equity and the Environment: Social Justice Today as a Prerequisite for Sustainability in the Future," *Alternatives*, Vol. 21, No. 1, 1995; North Carolina from Robert D. Bullard, *Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality* (Boulder, Colo.: Westview Press, 1990); Narmada from Human Rights Watch/Asia, "Before the Deluge: Human Rights Abuses at India's Narmada Dam," *News from Asia Watch*, June 17, 1992, and from "Sardar Sarovar Project: Review of Resettlement and Rehabilitation in Maharashtra," *Economic and Political Weekly*, August 21, 1993; South Africa from Alan B. Durning, *Apartheid's Environmental Toll*, Worldwatch Paper 95 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, May 1990).

7. Michael J. Kane, "Promoting Political Rights to Protect the Environment," *The Yale Journal of International Law*, Winter 1993; Amartya Sen, "Freedoms and Needs: An Argument for the Primacy of Political Rights," *The New Republic*, January 10 and 17, 1994; Human Rights Watch, *Indivisible Human Rights: The Relationship of Political and Civil Rights to Survival, Subsistence and Poverty* (New York: 1992).

8. Nigeria letter from Stephen Mills, Associate Representative, International Program, Sierra Club, Washington, D.C., private communication, October 13, 1995; Kothari quote from Ashish Kothari, Lecturer in Environmental Studies, Indian Institute of Public Administration, New Delhi, private communication, July 25, 1995.

9. Audrey R. Chapman, "Earth Rights and Responsibilities: Human Rights and Environmental Protection—Symposium Overview," *The Yale Journal of International Law*, Winter 1993.

10. Ibid.

11. Missing human component in wilderness preservation from Arturo Gomez-Pompa and Andrea Kaus, "Taming the Wilderness Myth," *BioScience*, April 1992, from Margaret E. Keck, "Parks, People and Power: The Shifting Terrain of Environmentalism," *NACLA Report on the Americas*, March/April 1995, from "When Conservation is Not Enough: Bringing the Community Back into View," *Surviving Together*, Spring 1995, and from Michael Wells and Katrina Brandon with Lee Hannah, *People and Parks: Linking Protected Area Management with Local Communities* (Washington, D.C.: World Bank, 1992); India's protected areas from Ashish Kothari, Saloni Suri, and Neena Singh, "Protected Areas in India: A New Beginning," *Economic and Political Weekly*, forthcoming, from Sarbani Sarkar et al., *Joint Management of Protected Areas in India: Report of a Workshop* (New Delhi: Indian Institute of Public Administration, 1995), and from Neena Singh and Ashish Kothari, "Balancing Act: The Interim Report on Rajaji National Park," *Frontline*, June 30, 1995; Madhya Pradesh example from Jules N. Pretty and Michael P. Pimbert, "Beyond Conservation Ideology and the Wilderness Myth," *Natural Resources Forum*, Vol. 19, No. 1, 1995.

12. Kerry Kennedy Cuomo, "Human Rights and the Environment: Common Ground," *The Yale Journal of International Law*, Winter 1993; Sangita Wilk-Sanatani, "Les-

sons Learned at the World Conference on Human Rights," *Environmental Conservation*, Autumn 1993.

13. Holmes Rolston, III, "Rights and Responsibilities on the Home Planet," *The Yale Journal of International Law*, Winter 1993.

14. Bruce Stutz, "The Sea Cucumber War," *Audubon*, May/June 1995; Macarena Green, "Crisis in the Galápagos Islands," *Wild Lands Advocate*, April 1995.

15. Richard Stone, "Fishermen Threaten Galápagos," *Science*, February 3, 1995; James Brooke, "Ban on Harvesting Sea Cucumber Pits Scientists Against Fishermen," *New York Times*, November 2, 1993; Valle quote from Stutz, op. cit. note 14.

16. Robert K. Hitchcock, "International Human Rights, the Environment, and Indigenous Peoples," *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy*, Winter 1994; Alan Thein Durning, *Guardians of the Land: Indigenous Peoples and the Health of the Earth*, Worldwatch Paper 112 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, December 1992); Brown et al., op. cit. note 2.

17. Michael Posner, "Rally Round Human Rights," *Foreign Policy*, Winter 1994–95; Fali S. Nariman, "The Universality of Human Rights," *International Commission of Jurists—The Review*, No. 50, 1993; Jack Donnelly, "Human Rights in the New World Order," *World Policy Journal*, Spring 1992; Center for the Study of Human Rights, *Twenty-Five Human Rights Documents* (New York: Columbia University, 1994).

18. Margaret Keck and Kathryn Sikkink, "International Issue Networks in the Environment and Human Rights," prepared for the XVII International Congress of the Latin American Studies Association, Los Angeles, September 24–27, 1992; Human Rights Watch (HRW) and Natural Resources Defense Council (NRDC), *Defending the Earth: Abuses of Human Rights and the Environment* (Washington, D.C.: 1992); Cuomo, op. cit. note 12; Wilk-Sanatani, op. cit. note 12; Kane, op. cit. note 7.

19. Paul G. Harris, "Global Equity and Sustainable Development," *Peace Review*, Fall 1994; Adriana Fabra Aguilar and Neil A. F. Popovic, "Lawmaking in the United Nations: The UN Study on Human Rights and the Environment," *Reciel*, Vol. 3, No. 4, 1994.

20. HRW and NRDC, op. cit. note 18.

21. Fernandez and Dara from "Activists at Risk in US and Abroad," *Earth Island Journal*, Summer 1995; additional information on Dara from Amnesty International, "Kingdom of Cambodia: Human Rights and the New Government," New York, March 14, 1995. Table 8–1 is drawn from the following: Kozhevnikov from HRW and NRDC, op. cit. note 18; D'Achille from Kane, op. cit. note 7; Domoldol from Rainforest Action Network, "Philippine Rainforest Leader Murdered," Action Alert #64, San Francisco, September 1991; Maathai from Cuomo, op. cit. note 12, and from Mary Ann French, "The Woman and Mother Earth," *Washington Post*, June 2, 1992; Pence from Jim Robbins, "Target Green: Federal Land Managers under Attack," *Audubon*, July/August 1995, and from "Forest Ranger Becomes Target of 2 Bombings," *New York Times*, August 6, 1995.

22. David Helvarg, *The War Against the Greens: The "Wise Use" Movement, the New Right, and Anti-Environmental Violence* (San Francisco: Sierra Club Books, 1994); David Helvarg, "Property Rights and Militias: The Anti-Enviro Connection," *The Nation*, May 22, 1995.

23. "The Goldman Environmental Prize Winners for 1995," *Earth Island Journal*, Summer 1995; Charles McCoy, "Goldman Environmental Prizes Likely to Go to California Woman, Nigerian," *Wall Street Journal*, April 17, 1995; Raymond Bonner, "Trying to Document Rights Abuses," *New York Times*, July 26, 1995.

24. Johnston, op. cit. note 4.

25. Robert D. Bullard, *Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality* (Boulder, Colo.: Westview Press, 1990); Robert M. Frye, "Environmental Injustice: The Failure of American Civil Rights and Environmental Law to Provide Equal Protection from Pollution," *Dickinson Journal of Environmental Law and Policy*, Fall 1993; Benjamin A. Goldman, *Not Just Prosperity: Achieving Sustainability with Environmental Justice* (Washington, D.C.: National Wildlife Federation, 1993)

26. Johnston, op. cit. note 4.

27. Ken Saro-Wiwa, "Stand by Me and the Ogoni People," *Earth Island Journal*, Summer 1995; Human Rights Watch/Africa, "Nigeria: The Dawn of a New Dark Age," New York, October 1994; "Government in Nigeria Accused of Repression," *Financial Times*, November 11, 1994; "Nigerian Oil Activist on Trial," *The Ecologist*, January/February 1995; "Persecution of Ken Saro-Wiwa," *New African*, May 1995; Environmental Defense Fund, "Environment, Human Rights Groups Demand Niger Delta Cleanup," Washington, D.C., May 26, 1995; Stephen Buckley, "Nigeria Hangs Playwright, Eight Activists," *Washington Post*, November 11, 1995.

28. Steve Kretzmann, "Nigeria's 'Drilling Fields'," *Multinational Monitor*, January/February 1995; Geraldine Brooks, "Slick Alliance: Shell's Nigerian Fields Produce Few Benefits for Region's Villagers," *Wall Street Journal*, May 6, 1994.

29. Kretzmann, op. cit. note 28; Brooks, op. cit. note 28.

30. Three Gorges from Audrey R. Topping, "Ecological Roulette: Damming the Yangtze," *Foreign Affairs*, September/October 1995; Lena H. Sun, "Dam Could Alter Face of China," *Washington Post*, December 31, 1991. Table 8–2 is drawn from the following: Udege from Anjali Acharya, "The Fate of the Boreal Forests," *World Watch*, May/June 1995, and from Kevin Schafer and Martha Hill, "The Logger and the Tiger," *Wildlife Conservation*, May/June 1993; Wales from "Opencast Miners Plunder Wales," *The Ecologist*, January/February 1995; Yami from Global Response, "GRAction #6/95, Nuclear Waste Dumping—Environmental Racism/Taiwan," Boulder, Colo., September 8, 1995, and from "The Stink on Orchid Island," *The Economist*, August 26, 1995; Ecuador from Thomas S. O'Connor, "'We Are Part of Nature': Indigenous Peoples' Rights as a Basis for Environmental Protection in the Amazon Basin," *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy*, Winter 1994, and from David Holmstrom, "Texaco Has Left Ecuador, But Its Impact Remains," *Christian Science Monitor*, March 25, 1994; Malawi from Bill Derman and Anne Ferguson, "Human Rights, Environment, and Development: Dispossession of Fishing Communities on Lake Malawi," in Johnston, op. cit. note 4.

31. Fred Pearce, "The Biggest Dam in the World," *New Scientist*, January 25, 1995; Human Rights Watch/Asia, "The Three Gorges Dam in China: Forced Resettlement, Suppression of Dissent, and Labor Rights Concerns," New York, February 1995; Dai Qing, *Yangtze! Yangtze!* (London: Earthscan, 1994).

32. Sandra Burton, "Taming the River Wild," *Time*, December 19, 1994; Population Reference Bureau (PRB), *1995 World Population Data Sheet* (Washington, D.C.: 1995); study by Chinese Academy of Sciences from Pearce, op. cit. note 31.

33. Environment Department, *Resettlement and Development: The Bankwide Review of Projects Involving Involuntary Resettlement, 1986–1993* (Washington, D.C.: World Bank, 1994).

34. David Western and R. Michael Wright, eds., *Natural Connections: Perspectives in Community-based Conservation* (Washington, D.C.: Island Press, 1994); John Friedmann and Haripriya Rangan, eds., *In Defense of Livelihood: Comparative Studies on Environmental Action* (West Hartford, Conn.: Kumarian Press, 1993); Charlie Pye-Smith and Grazia Borrini Feyerabend with Richard Sandbrook, *The*

Wealth of Communities: Stories of Success in Local Environmental Management (West Hartford, Conn.: Kumarian Press, 1994); Christine Meyer and Faith Moosang, eds., *Living with the Land: Communities Restoring the Earth* (Philadelphia: New Society Publishers, 1992). Table 8–3 is drawn from the following: India from Vithal Rajan, "Power of the Poor," *Resurgence*, September/October 1994; Yanesha from Manuel Lázaro, Mario Pariona, and Robert Simeone, "A Natural Harvest," *Cultural Survival Quarterly*, Spring 1993; Egypt from Laila Kamel, "Learning from the Poor," *Earth Island Journal*, Summer 1994; California from Michael Corbett, "California Tribe Wins Control of Native Lands and Plans Nature Park," *Christian Science Monitor*, April 5, 1995; Nepal from Vijayalakshmi Balakrishnan, "Trekking to Balanced Development," *Down to Earth*, August 15, 1992, and from Michael P. Wells, "A Profile and Interim Assessment of the Annapurna Conservation Area Project, Nepal," in Western and Wright, op. cit. in this note; Kakadu from M.A. Hill and A.J. Press, "Kakadu National Park: An Australian Experience in Comanagement," in Western and Wright, op. cit. in this note.

35. Pye-Smith and Feyerabend with Sandbrook, op. cit. note 34.

36. Ibid.

37. Muhammad Yunus, "New Development Options Towards the 21st Century," Grameen Bank, Dhaka, Bangladesh, undated; Manfred A. Max-Neef, *Human Scale Development: Conception, Application, and Further Reflections* (New York: The Apex Press, 1991); Bruce Rich, *Mortgaging the Earth: The World Bank, Environmental Impoverishment, and the Crisis of Development* (Boston: Beacon Press, 1994); Mahbub ul Haq, *Reflections on Human Development* (New York: Oxford University Press, 1995).

38. The Ecologist, *Whose Common Future: Reclaiming the Commons* (Philadelphia: New Society Publishers, 1993); Wolfgang Sachs, *Global Ecology: A New Arena of Political Conflict* (London: Zed Books, 1993).

39. Hilary F. French, *Partnership for the Planet: An Environmental Agenda for the United Nations*, Worldwatch Paper 126 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, July 1995).

40. World Resources Institute (WRI), *World Resources 1994–95* (New York: Oxford University Press, 1994); Jyoti Parikh et al., "Consumption Patterns: The Driving Force of Environmental Stress," Indira Gandhi Institute of Development Research Discussion Paper No. 59, Bombay, 1991.

41. PRB, op. cit. note 32; Alan Durning, *How Much Is Enough? The Consumer Society and the Future of the Earth* (New York: W.W. Norton & Company, 1992).

42. WRI, op. cit. note 40; John E. Young, *Mining the Earth*, Worldwatch Paper 109 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, July 1992).

43. Jennifer R. Kitt, "Waste Exports to the Developing World: A Global Response," *The Georgetown International Environmental Law Review*, Vol. 7, 1995; Jennifer Clapp, *Dumping on the Poor: The Toxic Waste Trade with Developing Countries*, Occasional Paper No. 5 (Cambridge, U.K.: University of Cambridge, Global Security Programme, 1994); Greenpeace, "Database of Known Hazardous Waste Exports from OECD to non-OECD Countries, 1989–March 1994," Washington, D.C., March 1994, prepared for the Second Conference of Parties to the Basel Convention, March 21–25, 1994, Geneva.

44. Clapp, op. cit. note 43; Third World Network, *Toxic Terror: Dumping of Hazardous Wastes in the Third World* (Penang, Malaysia: 1989).

45. Gary Lee, "Proposal to Log Suriname's Rain Forest Splits the Needy Nation," *Washington Post*, May 13, 1995; Anthony DePalma, "In Suriname's Rain Forests, A

Fight Over Trees vs. Jobs," *New York Times*, September 4, 1995.

46. Lee, op. cit. note 45; Russell A. Mittermeier, "Economic Crisis in Suriname Threatens Ecological Eden," *Christian Science Monitor*, April 19, 1995.

47. The Human Rights Council of Australia Inc., *The Rights Way to Development: A Human Rights Approach to Development Assistance* (Sydney: 1995); Iglesias's letter from Lee, op. cit. note 45, and from Nigel Sizer, "Suriname's Fire Sale," *New York Times*, May 14, 1995.

48. Mittermeier, op. cit. note 46; Russell A. Mittermeier, "What Costa Rica Can Teach Suriname," *Wall Street Journal*, September 1, 1995.

49. For per capita carbon emissions, see Table 2–2 in Chapter 2; Atiq Rahman, Nick Robins, and Annie Roncerel, eds., *Exploding the Population Myth: Consumption versus Population—Which is the Climate Bomb?* (Brussels: Climate Action Network, 1993).

50. Hilary F. French, *After the Earth Summit: The Future of Environmental Governance*, Worldwatch Paper 107 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, March 1992); Richard Elliot Benedick, *Ozone Diplomacy: New Directions in Safeguarding the Planet* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1991).

51. Aguilar and Popovic, op. cit. note 19.

52. Human Rights Council of Australia, op. cit. note 47.

53. Aguilar and Popovic, op. cit. note 19; "The 1994 Draft Declaration of Principles on Human Rights and the Environment," Geneva, 1994; Commission on Human Rights, Sub-Commission on Prevention of Discrimination and Protection of Minorities, *Human Rights and the Environment: Final Report*, prepared by Fatma Zohra Ksentini, Special Rapporteur, Forty-sixth session, Item 4 of the provisional agenda, July 6, 1994; "Resolution on Human Rights and the Environment," *Environmental Law Network International Newsletter*, February 1995; Allan McChesney, "Linking Human Rights, Environment, and Sustainability," *ECODECISION*, Winter 1995.

54. Center for the Study of Human Rights, op. cit. note 17; Aguilar and Popovic, op. cit. note 19; French, op. cit. note 50; Commission on Human Rights, op. cit. note 53; Gunter Hoog and Angela Steinmetz, eds., *International Conventions on Protection of Humanity and Environment* (New York: Walter de Gruyter Publishers, 1993); Ferdinando Albanese, "Towards a New Human Right?" *Naturopa*, No. 70, 1992; Kristi N. Rea, "Linking Human Rights and Environmental Quality," in Lawrence E. Susskind, William R. Moomaw, and Adil Najam, eds., *Papers on International Environmental Negotiation, Vol. IV* (Cambridge, Mass.: The Program on Negotiation at Harvard Law School, 1994).

55. Aguilar and Popovic, op. cit. note 19; Rea, op. cit. note 54; Amnesty International, *Summary of Selected International Procedures and Bodies Dealing with Human Rights Matters* (New York: 1989); Hurst Hannum, ed., *Guide to International Human Rights Practice* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1984); Susan E. Brice, "Convention on the Rights of the Child: Using a Human Rights Instrument to Protect Against Environmental Threats," *The Georgetown International Environmental Law Review*, Vol. 7, 1995.

56. Aguilar and Popovic, op. cit. note 19; Commission on Human Rights, Sub-Commission on Prevention of Discrimination and Protection of Minorities, *Human Rights and the Environment: Progress Report*, prepared by Fatma Zohra Ksentini, Special Rapporteur, Forty-fourth session, Item 4 of the provisional agenda, July 2, 1992; Neil Popovic, Attorney, International Program, Sierra Club Legal Defense Fund, San Francisco, private communication, October 12, 1995.

57. Center for the Study of Human Rights, op. cit. note 17; Nici Nelson and Susan

Wright, *Power and Participatory Development: Theory and Practice* (London: Intermediate Technology Publications, 1995); Judith Plant and Christopher Plant, *Putting Power in its Place: Create Community Control!* (Philadelphia: New Society Publishers, 1992); Camilla Toulmin, "Empowering the People," *Our Planet*, Vol. 6, No. 5, 1994; Anisur Rahman, *People's Self-Development: Perspectives on Participatory Action Research—A Journey Through Experience* (London: Zed Books, 1994); Burkina Faso from Fiona Hinchcliffe et al., *New Horizons: The Economic, Social, and Environmental Impacts of Participatory Watershed Development*, Gatekeeper Series No. 50 (London: International Institute for Environment and Development, 1995).

58. The Environmental Law Reporter, *Community Right-to-Know Deskbook* (Washington, D.C.: Environmental Law Institute, 1988); Mexico from Mark J. Spalding, "Resolving International Environmental Disputes: Public Participation and the Right-to-Know," *Journal of Environment and Development*, Winter 1995.

59. David Sarokin, "A Proposal to Create a Corporate Social Environmental Impact Statement," *New Solutions*, Spring 1995; World Bank from Nancy C. Alexander, Bread for the World Institute, Testimony on the World Bank, Poverty, and Popular Participation to the Banking Subcommittee on Domestic and International Monetary Affairs, U.S. House of Representatives, Washington, D.C., March 27, 1995.

60. Environmental Law Reporter, op. cit. note 58; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pollution Prevention and Toxics, *1993 Toxics Release Inventory: Public Data Release* (Washington, D.C.: 1995).

61. Sanford Lewis, "Moving Forward Toward Environmental Excellence: Corporate Environmental Audits, Disclosure, and Stakeholder Empowerment," *New Solutions*, Spring 1995.

62. Chico Mendes Extractive Reserve from Brown et al., op. cit. note 2; Nunavik Inuit Indians from William B. Kemp and Lorraine F. Brooke, "Towards Information Self-Sufficiency: The Nunavik Inuit Gather Information on Ecology and Land Use," *Cultural Survival Quarterly*, Winter 1995; Geographic Information Systems from Michael E. Marchand and Richard Winchell, "Tribal Implementation of GIS: A Case Study of Planning Applications with the Colville Confederated Tribes," *Cultural Survival Quarterly*, Winter 1994, and from Theodore S. Glickman, "Measuring Environmental Equity with Geographical Information Systems," *Renewable Resources Journal*, Autumn 1994.

63. International Development Research Centre, "Northern Manitoba Band Teaches Water-Testing Skills to Chileans," *Leads*, April 1995.

64. Operations Policy Department, *The World Bank and Participation* (Washington, D.C.: World Bank, 1994); Alexander, op. cit. note 59; The Honorable J. Brian Atwood, Administrator, U.S. Agency for International Development, "Statement of Principles on Participatory Development," Washington, D.C., November 16, 1993.

65. Figure of 25 million from Water Solidarity Network, *Water and Health in Underprivileged Urban Areas* (Paris: 1994).

Chapter 9. Shifting to Sustainable Industries

1. For details of these developments, see various chapters in Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, and Hal Kane, *Vital Signs 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995).

2. For details of Aral Sea shrinkage, see Chapter 3; John Pomfret, "Black Sea, Strangled by Pollution, Is Near Ecological Death," *Washington Post*, June 20, 1994; Tom Horton and William M. Eichbaum, *Turning the Tide:*

Saving the Chesapeake Bay (Washington, D.C.: Island Press, 1991); John Jacobs, Maryland Department of Natural Resources, "Eastern Oyster, Fishery Statistics of the United States" (unpublished printout), April 1994, and Virginia Marine Resource Committee, "Oyster Ground Production" (unpublished printout), Newport News, Va., April 1994.

3. Timothy Egan, "Oregon Thrives As It Protects Owls," *In Business*, November/December 1994, reprinted from the *New York Times*; Daniel Glick, "Having Owls and Jobs Too," *National Wildlife*, August/September 1995.

4. Megan Ryan, "CFC Production Plummeting," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1; Paul Gipe, Paul Gipe & Associates, Tehachapi, Calif., private communication, September 8, 1995; Nicholas Lenssen, "Nuclear Power Flat," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1.

5. *Interbike Directory 1995* (Newport Beach, Calif.: Primedia, Inc. 1995).; American Automobile Manufacturers Association (AAMA), *World Motor Vehicle Data*, 1994 ed. (Detroit, Mich.: 1994).

6. Hardin B. C. Tibbs, "Industrial Ecology: An Environmental Agenda for Industry," *Annals of Earth*, Vol. 11, No. 1, 1993.

7. Paul D. Maycock, "1995 World PV Module Survey," *PV News*, February 1995; Neelam Matthews, "Dynamic Market Rapidly Unfolds," *Windpower Monthly*, September 1994.

8. Figure 9–1 from Maycock, op. cit. note 7; Figure 9–2 from Christopher Flavin, "Wind Power Soars," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1.

9. British Petroleum, *BP Statistical Review of World Energy* (London: Group Media & Publications, 1995); United Nations, *World Energy Supplies* (New York: various years).

10. Christopher Flavin and Nicholas Lenssen, *Power Surge: Guide to the Coming Energy Revolution* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

11. Ibid.

12. Ibid.

13. Paul Lewis, "World Bank Cancels Nepal Project Loan," *New York Times*, August 16, 1995.

14. Nicholas Lenssen, "Solar Cell Shipments Expand Repidly," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1; Christopher Flavin, "Wind Power Soars," in ibid.

15. South African homes figure from "Solar Power: Night and Day," *The Economist*, September 9, 1995; Lynne Duke, "U.S. to Help S. Africa Boost Energy, Create Jobs," *Washington Post*, August 26, 1995.

16. The Editors, "The Simple Act of Breathing: A Worldwide Problem," *International Wildlife*, September/October 1995; Curtis A. Moore, "Poisons In The Air," *International Wildlife*, September/October 1995.

17. Frank Muller, Skip Laitner, and Lyuba Zarsky, "Jobs Benefits of Expanding Investment in Solar Energy," *Solar Industry Journal*, Fourth Quarter 1992; Skip Laitner, consultant, Arlington, Va., private communication, October 2, 1995.

18. Laitner, op. cit. note 17.

19. William Hoagland, "Solar Energy," *Scientific American*, September 1995.

20. Steel Recycling Institute, "A Few Facts About Steel," Factsheet, Pittsburgh, Pa., 1994.

21. Ibid.; Nicholas Lenssen and David Malin Roodman, "Making Better Buildings," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995); Gary Gardner, "Steel Recycling Rising," in Brown, Lenssen, and Kane, op. cit. note 1.

22. Donald F. Barnett and Robert W. Crandall, *Up From the Ashes: The Rise of the Steel Minimill in the United States* (Washington,

D.C.: The Brookings Institution, 1986); current figure from Greg Crawford, Steel Recycling Institute, Pittsburgh, Pa., private communication, October 12, 1995; Martin Brown and Bruce McKern, *Aluminum, Copper And Steel in Developing Countries* (Paris: Development Centre, Organisation for Economic Co-operation and Development, 1987).

23. John Holusha, "Steel Mini-Mills Could Bring Boon or Blood Bath," *New York Times*, May 30, 1995.

24. Ibid.

25. Figure 9–3 is Worldwatch calculations, based on Institute of Scrap and Recycling Industries, Washington, D.C., private communication, January 25, 1995; Anthony Robinson, "Europe's Other Steel Industry Reels: Output Has Halved as Markets Collapse to East and West," *Financial Times*, February 19, 1993; Gao Anming, "Steel Giant to Cut 80,000 from Force," *China Daily*, March 22, 1993.

26. Steve Apotheker, "Looking for Steel Cans," *Resource Recycling*, February 1992.

27. Andrew Baxter, "Future Seen for Steel Mini-mills in Developing Countries," *Financial Times*, October 28, 1993; Andrea N. Ketoff, "Facts and Prospects of the Italian End-Use Energy Structure," presented at the Global Workshop on End-Use Energy Strategies, São Paulo, Brazil, June 4–15, 1984; Spain's efficiency from World Bank, *Energy Efficiency in the Steel Industry with Emphasis on the Developing Countries* (Washington, D.C.: 1984).

28. William U. Chandler, *Energy Productivity: Key to Environmental Protection and Economic Progress*, Worldwatch Paper 63 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, January 1985). During the last decade, factories in these regions have not been modernized very much.

29. Marc Ross, University of Michigan, Ann Arbor, Mich., private communication, March 24, 1992.

30. Gene Bylinsky, "Manufacturing for Reuse," *Fortune*, February 6, 1995.

31. Richard L. Klimisch, "Designing the Modern Automobile for Recycling," in Branden R. Allenby and Deanna J. Richards, eds., *The Greening of Industrial Ecosystems* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1994).

32. Ibid.

33. Holusha, op. cit. note 23.

34. John E. Young, "The Sudden New Strength of Recycling," *World Watch*, July/August 1995.

35. Ibid.

36. Ed Ayres, "Whitewash: Pursuing the Truth About Paper," *World Watch*, September/October 1992.

37. Young, op. cit. note 34.

38. Bureau of National Affairs, "Executive Order on Federal Procurement, Recycling, Waste Prevention Signed By President Clinton October 20, 1993," Washington, D.C.

39. Young, op. cit. note 34.

40. "Belgian Greens Exact Promise for Measure to Impose Eco-Tax on Wide Range of Products," *International Environment Reporter*, February 10, 1993; *Pulp and Paper* (Pulp and Paper International, Miller Freeman, Inc., Brussels), October 1993.

41. Bernard Simon, "Sky May be the Limit for Prices in Paper Business," *Financial Times*, February 2, 1995.

42. Gunter Pauli and Eng-Leong Foo, "The Application of the ZERI-Methodology to the Recycling of Paper," Proposal for Funding, Zero Emissions Research Initiative, United Nations University, Tokyo, July 1995.

43. "More Mixing, Better Paper Diversion," *BioCycle*, August 1993; Robert Steuteville, "Capital Intensive Pulping," *Biocycle*, November 1993.

44. "More Mixing, Better Paper Diversion," op. cit. note 43; Steuteville, op. cit. note 43.

45. Peter Wright and Gini Stanley, "Creating Jobs, Saving Forests," *Habitat Australia*, August 1995.

46. Nancy Chege, "Roundwood Production Unabated," in Lester R. Brown, Hal Kane, and David Malin Roodman, *Vital Signs 1994* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

47. Population Reference Bureau (PRB), *World Population Data Sheet 1995* (Washington, D.C.: 1995); World Resources Institute, *World Resources Report 1994–95* (New York: Oxford University Press, 1994); Lester R. Brown and Hal Kane, *Full House: Reassessing the Earth's Population Carrying Capacity* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

48. Jeff Kenworthy, "Automobile Dependence in Bangkok: An International Comparison with Implications for Planning Policies," *World Transport Policy & Practice*, Vol. 1, No. 3, 1995.

49. *Interbike Directory 1995*, op. cit. note 5; AAMA, op. cit. note 5.

50. "Cycling: More Puff, Less Smoke," *The Economist*, September 2, 1995.

51. Toni R. Eastham, "High-Speed Rail: Another Golden Age?" *Scientific American*, September 1995.

52. Ibid.

53. *Interbike Directory*, op. cit. note 5.

54. Susan Lawrence, "Driving on China's Road to Riches," *U.S. News & World Report*, November 29, 1994; Wu Weinong, "Will Cars Push Bikes Off Chinese Roads?" *China Daily*, December 5, 1994.

55. Lawrence, op. cit. note 54; PRB, op. cit. note 47.

56. Lester R. Brown, *Who Will Feed China? Wake-up Call for a Small Planet* (New York: W.W. Norton & Company, 1995).

57. McDonnough quoted in Robert Frenay, "Bioregionalism: Reading Nature's Blueprints," *Audubon*, September/October 1995.

58. Klimisch, op. cit. note 31.

59. United Nations University, "Zero Emissions Research Initiative: Status Report," United Nations University, Tokyo, June 1995.

60. Frenay, op. cit. note 57.

61. Jenny Luesby, "Palette of New Pigments," *Financial Times*, August 29, 1995; Vanessa Houlder, "The Elusive Colour Green," *Financial Times*, August 29, 1995.

62. David T. Allen and Nasrin Behmanesh, "Wastes as Raw Materials," in Allenby and Richards, op. cit. note 31.

63. Gunter Pauli, President, Zero-Emissions Research Initiative, United Nations University, Tokyo, private communication, September 19, 1995; Gunter Pauli and Eng-Leong Foo, "The Application of the ZERI-Methodology to Wastes from Beer Breweries," Proposal for Funding, Zero Emissions Research Initiative, United Nations University, Tokyo, July 1995.

64. Joseph J. Romm, *Lean and Clean: How To Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution* (New York: Kodansha International, 1994).

65. Ibid.

66. Robert U. Ayres, "Industrial Metabolism: Theory and Policy," in Allenby and Richards, op. cit. note 31.

67. Ibid.

Chapter 10. Harnessing the Market for the Environment

1. Curtis A. Moore, "Poisons in the Air," *International Wildlife*, September/October 1995; Sandra Postel, *Last Oasis: Facing Water Scarcity* (New York: W.W. Norton & Company, 1992); Anjali Acharya, "Small Islands: Awash in a Sea of Troubles," *World Watch*, November/December 1995.

2. Moore, op. cit. note 1; William Pepper et al., "Emission Scenarios for the IPCC: An Update," prepared for the IPCC Working Group I, May 1992; R.T. Watson et al., "Greenhouse Gases and Aerosols," in Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment* (Cambridge: Cambridge University Press, 1990).

3. Carolyn Webber and Aaron Wildavsky, *A History of Taxation and Expenditure in the Western World* (New York: Simon and Schuster, 1986).

4. Worldwatch estimate, based on International Monetary Fund (IMF), *Government Finance Statistics Yearbook 1994* (Washington, D.C.: 1994), on IMF, *World Economic Outlook October 1994* (Washington, D.C.: 1994), on Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Revenue Statistics of OECD Member Countries 1960–1994* (Paris: 1995), on World Bank, *World Data 1994: World Bank Indicators on CD-ROM* (electronic database) (Washington, D.C.: 1994), and on Thomas Sterner, "Environmental Tax Reform: Theory, Industrialized Country Experience, and Relevance in LDCs," Unit for Environmental Economics, Department of Economics, Göteborg University, Göteborg, Sweden, 1994.

5. Webber and Wildavsky, op. cit. note 3.

6. Worldwatch estimates of tax burdens are converted to U.S. dollars on the basis of purchasing power parities, and are based on OECD, op. cit. note 4, on World Bank, op. cit. note 4, and on IMF, *World Economic Outlook May 1995* (Washington, D.C.: 1995).

7. Edgar K. Browning, "On the Marginal Welfare Cost of Taxation," *The American Economic Review*, March 1987; figures are Worldwatch estimates, based on IMF, *Government Finance Statistics Yearbook*, op. cit. note 4, on IMF, *World Economic Outlook*, op. cit. note 4, on OECD, op. cit. note 4, on World Bank, op. cit. note 4, and on Sterner, op. cit. note 4. Estimates exclude local and regional government revenue in developing countries, but include non-tax revenue there. "Constructive activities" excludes land taxes, which are estimated at roughly half of total property taxes worldwide, and environmental taxes, which have been tabulated for OECD countries and are estimated at half of excise taxes in non-OECD countries.

8. Worldwatch estimates, based on average deadweight burden rates from Dale W. Jorgenson and Yun Kun-Young, "The Excess Burden of Taxation in the U.S.," HIER Discussion Paper No. 1528, Harvard University, Cambridge, Mass., 1990, as cited in Roger C. Dower and Mary Beth Zimmerman, "The Right Climate for Carbon Taxes: Creating Economic Incentives to Protect the Atmosphere," World Resources Institute (WRI), Washington, D.C., 1992, and on OECD, op. cit. note 4; *The Riverside Shakespeare* (Boston: Houghton Mifflin Company, 1974).

9. Commission of the European Communities (CEC), *European Economy* (Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (OOP), 1994); CEC, *Growth, Competitiveness, Employment: The Challenges and Ways Forward Into the 21st Century*, White Paper (Luxembourg: OOP, 1993); Figure 10–1 is based on CEC, *European Economy*, op. cit. this note, on Isaac Shapiro and Sharon Parrott, "An Unraveling Consensus: An Analysis of the Effect of the New Congressional Agenda on the Working Poor," Center on Budget and Policy Priorities (CBPP), Washington, D.C., 1995, and on David Booth, CBPP, Washington, D.C., private communication, October 12, 1995; G. de Wit, "The Effects in Employment of a Shift in Taxation from Labour to the Environment," Centre for Energy Conservation and Environmental Technology (CEST), Delft, Netherlands, April 1994; Giorgio Brunello, "Is the Double Dividend Hypothesis a Cure for European Unemployment?" *Feem Newsletter* (Fondazione Eni Enrico Mattei, Milan), No. 1, 1995.

10. "The Unemployment Crisis: Diagnosis and Remedies," *World of Work*, December 1994; parallels between U.S. and West European situations from Paul Krugman, "Europe Jobless, America Penniless?" *Foreign Policy*, Summer 1994.

11. A.C. Pigou, *The Economics of Welfare* (New York: AMS Press, 1978); Peter Brimblecombe, *The Big Smoke: A History of Pollution in London Since Medieval Times* (London: Methuen & Co., 1987).

12. Pigou, op. cit. note 11; Ernst Ulrich von Weizsäcker, "Let Prices Tell the Ecological Truth," *Our Planet*, Vol. 7, No. 1, 1995.

13. Charles Komanoff, "Pollution Taxes for Roadway Transportation," *Pace Environmental Law Review*, Fall 1994; James J. MacKenzie, Roger C. Dower, and Donald D.T. Chen, "The Going Rate: What it Really Costs to Drive," WRI, Washington, D.C., 1992 (the Komanoff and MacKenzie estimates are not directly comparable because each includes some costs that the other ignores, such as the hidden cost of free parking included in the MacKenzie study and the costs of traffic congestion in the Komanoff study); equivalent fuel prices are Worldwatch estimates, based on OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1991–1992* (Paris: 1994).

14. Courtney Cuff, Ralph de Gennaro, and Gawain Kripke, "The Green Scissors Report," Friends of the Earth, Washington, D.C., 1995; Mason Gaffney, "The Taxable Surplus in Water Resources," *Contemporary Policy Issues*, October 1992; "EU Subsidies Declined In Germany Last Year," *Journal of Commerce*, April 6, 1995; "Controversial Bavarian Plan For Coal Aid Cuts Would Slash German Output To 20mt By 2005," *European Energy Report*, May 12, 1995.

15. Bjorn Larsen and Anwar Shah, "World Fossil Fuel Subsidies and Global Carbon Emissions," Background Paper for *World Development Report 1992*, World Bank, Washington, D.C., October 1992; subsidy decline from Bjorn Larsen, World Bank, Public Economics Division, Washington, D.C., private communication, August 3, 1995; British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy* (London: Group Media & Publications, 1995); Lester R. Brown, "Fertilizer Use Continues Dropping," in Lester R. Brown, Nicholas Lenssen, and Hal Kane, *Vital Signs 1995* (New York: W.W. Norton & Company, 1995).

16. Ronald T. McMorran and David C.L. Nellor, "Tax Policy and the Environment: Theory and Practice," IMF Working Paper, IMF, Washington, D.C., 1994; Barbara Crossette, "Severe Water Crisis Ahead for Poorest Nations in Next 2 Decades," *New York Times*, August 10,1995; Lester R. Brown, Christopher Flavin, and Sandra Postel, *Saving the Planet: How To Shape An Environmentally Sustainable Global Economy* (New York: W.W. Norton & Company, 1991).

17. Norman Myers, Headington, U.K., private communication, July 6, 1995; figure of 5 percent is a Worldwatch estimate, based on ibid., on IMF, *Government Finance Statistics Yearbook*, op. cit. note 4, on IMF, *World Economic Outlook*, op. cit. note 4, on OECD, op. cit. note 4, on World Bank, op. cit. note 4, and on Sterner, op. cit. note 4.

18. WRI, *World Resources Database* (electronic database) (Washington, D.C.: 1994); U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Air Quality and Planning Standards, *National Air Pollutant Emission Estimates: 1900–1991* (Research Triangle Park, N.C.: 1992); Hilary F. French, "Clearing the Air," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1990* (New York: W.W. Norton & Company, 1990); Oak Ridge National Laboratory, *Transportation Energy Data Book: Edition 12* (Oak Ridge, Tenn.: 1992); U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, *Highway Statistics 1991* (Washington, D.C.: 1991).

19. Robert Repetto, "Jobs, Competitiveness, and Environmental Regulation: What Are the Real Issues?" WRI, Washington, D.C., 1995; Michael E. Porter, "The Compet-

itive Advantage of Nations," *Harvard Business Review*, March/April 1990.

20. Randy Wellman, ICI Americas, Wilmington, Del., private communication, October 10, 1995.

21. Amoco details and official's quote from Keith Schneider, "Unbending Regulations Incite Move to Alter Pollution Laws," *New York Times*, November 29, 1993.

22. Hans Th. A. Bressers and Jeannette Schuddeboom, "A Survey of Effluent Charges and Other Economic Instruments in Dutch Environmental Policy," in OECD, *Applying Economic Instruments to Environmental Policies in OECD and Dynamic Non-member Economies* (Paris: 1994); Jan Paul van Soest, CEST, Delft, Netherlands, private communication, October 11, 1995; Figure 10–2 is based on Kees Baas, Central Bureau of Statistics, The Hague, Netherlands, private communication and printout, September 19, 1995.

23. David O'Connor, "The Use of Economic Instruments in Environmental Management: The East Asian Experience," in OECD, op. cit. note 22.

24. Claire Schary, EPA, Acid Rain Division, Washington, D.C., private communication, October 10, 1995; Jeffrey Taylor, "Auction of Rights To Pollute Fetches About $21 Million," *Wall Street Journal*, March 31, 1993; figure of $1.9–3.1 billion from "Air Pollution: Allowance Trading Offers an Opportunity to Reduce Emissions at Less Cost," U.S. General Accounting Office, Washington, D.C., December 1994.

25. Victoria P. Summers, "Tax Treatment of Pollution Control in the European and Central Asian Economies in Transition and Other Selected Countries," in Charles E. Walker, Mark A. Bloomfield, and Margot Thorning, eds., *Strategies for Improving Environmental Quality and Increasing Economic Growth* (Washington, D.C.: Center for Policy Research, 1995); Michel Porter, "China Charges for Pollution," *The OECD Observer*, February/March 1995; figure of 1 percent is based on Summers, op. cit. this note, and on IMF, *World Economic Outlook*, op. cit. note 4.

26. Summers, op. cit. note 25; Porter, op. cit. note 25.

27. Earth Summit Watch, "Four in '94. Two Years After Rio: Assessing National Actions to Implement Agenda 21," Natural Resources Defense Council and Campaign for Action to Protect the Earth, New York, December 1994.

28. Rögnvaldur Hannesson, Norwegian School of Economics and Business Administration, Bergen-Sandviken, Norway, "The Political Economy of ITQs," prepared for Symposium on Fisheries Management, University of Washington, Seattle, June 14–16, 1994; Larry D. Simpson, "Are Water Markets a Viable Option?" *Finance & Development*, June 1994.

29. OECD, *Environmental Taxes in OECD Countries* (Paris: 1995); "Environmental Agency Report Favors Introduction of Environmental Taxes, Levies," *International Environment Report*, June 14, 1995; "Agency Panel To Study Introduction of Environmental Tax," *Environmental Issues*, August 5, 1994.

30. John Moffet and François Bregham, "The User Pay Waste Management Initiative for Recycling Household Waste," in Robert J.P. Gale and Stephan R. Barg, eds., *Green Budget Reform: An International Casebook of Leading Practices* (London: Earthscan, 1995); J. Andrew Hoerner, "Tax Tools for Climate Protection: The U.S. Ozone-depleting Chemicals Tax," in ibid.; Australian and Danish taxes from OECD, op. cit. note 29; U.S. Office of Management and Budget, *Budget of the United States Government, Fiscal Year 1996* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1995). The U.S. tax was instituted primarily to absorb windfall profits created by new regulations that restricted the supply of ozone-depleting chemicals; it appears to have been set high enough, however, to actually accelerate their phaseout.

31. Figure of $170 billion is a Worldwatch estimate, using market exchange rates and based on OECD, op. cit. note 29; OECD, *Energy Prices and Taxes* (Paris: various years); Marcia Lowe, "Shaping Cities," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1992* (New York: W.W. Norton & Company, 1992); T. Sterner, "The Price of Petroleum Products," in Thomas Sterner, ed., *Economic Policies for Sustainable Development* (Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994).

32. J. Andrew Hoerner, "The Louisiana Environmental Tax Scorecard," in Gale and Barg, op. cit. note 30.

33. California and Massachusetts from David P. Novello, "Capturing the Market's Power," *The Environmental Forum*, September/October 1994; use of fishing permit systems from Rögnvaldur Hannesson, Norwegian School of Economics and Business Administration, Bergen-Sandviken, Norway, private communication, June 7, 1995.

34. Ministry of the Environment and Natural Resources, "The Swedish Experience: Taxes and Charges in Environmental Policy," Stockholm, 1994; Anders Nørskou, Ministry of Finance, Copenhagen, private communications, September 29 and October 3, 1995.

35. Koos van der Vaart, Ministry of Finance, The Hague, Netherlands, private communication, October 4, 1995; Martina Schuster, Federal Ministry of the Environment, Vienna, private communication, October 2, 1995; Norway's carbon tax is from OECD, op. cit. note 29; Odd Froean, Ministry of the Environment, Oslo, private communication, October 12, 1995; "Economics Minster Says He Supports National CO_2 Tax If Wider Accord Fails," *International Environment Reporter*, June 14, 1995.

36. Scandinavia from OECD, op. cit. note 29.

37. Michael Specter, "Far North in Russia, the Mines' Fatal Blight," *New York Times*, March 28, 1994.

38. Laurence Tribe, "Ways Not to Think About Plastic Trees: New Foundations for Environmental Law," *Yale Law Journal*, Vol. 83, 1974, p. 1315.

39. Nikki Scarancke, Greenpeace, Auckland, and Maori former fisher, private communication, October 8, 1995; Leith Duncan, "Closed Competition: Fish Quotas in New Zealand," *The Ecologist*, March/April and May/June 1995.

40. Anwar Shah and Bjorn Larsen, "Carbon Taxes, the Greenhouse Effect, and Developing Countries," Background Paper for *World Development Report 1992*, World Bank, Washington, D.C., 1992.

41. Matthew L. Wald, "Lilco's Emissions Sale Spurs Acid Rain Concerns," *New York Times*, March 18, 1993; Matthew L. Wald, "Suit Attacks Swap Plan on Pollution," *New York Times*, March 14, 1993.

42. Mateen Thobani, "Tradable Property Rights to Water," *Viewpoint*, Private Sector Development Department, World Bank, Washington, D.C., February 1995.

43. Scarancke, op. cit note 39; Duncan, op. cit. note 39.

44. Hannesson, op. cit. note 28; Simpson, op. cit. note 28; Scarancke, op. cit. note 39.

45. James Poterba, "Tax Policy to Combat Global Warming: On Designing a Carbon Tax," in Rudiger Dornbusch and James Poterba, eds., *Global Warming: Economic Policy Responses* (Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1991); World Bank, *Monitoring Environmental Progress: A Report on Work in Progress* (Washington, D.C.: March 1995 draft).

46. Robert Greenstein and Frederick C. Hutchinson, "Offsetting the Effects of Regressive Tax Increases on Low- and Moderate-Income Households," CBPP, Washington, D.C., 1990.

47. Ministry of the Environment and Natural Resources, op. cit. note 34; "Danish Government Proposes New Taxes on Car-

bon Dioxide, Sulfur Emissions," *International Environment Reporter*, April 19, 1995; Tom Radahl, Ministry of Finance, Oslo, private communication, October 10, 1995; Hoerner, op. cit. note 30; Schuster, op. cit. note 35; van der Vaart, op. cit. note 35.

48. Hilary Barnes, "Danish Emissions Tax Gets Go-Ahead," *Financial Times*, July 15–16, 1995; Peter Behr, "Trade Panel Upholds U.S. Auto Fuel Law," *Washington Post*, October 1, 1994; WTO view of export rebates from J. Andrew Hoerner, Center for Global Change, University of Maryland, College Park, Md., private communication, August 9, 1995.

49. Paul Hawken, *The Ecology of Commerce: A Declaration of Sustainability* (New York: Harper Collins, 1993).

50. Ernst U. von Weizsäcker and Jochen Jesinghaus, *Ecological Tax Reform* (London: Zed Books, 1992); Shah and Larsen, op. cit. note 40; U.N. Development Programme, *Human Development Report 1994* (New York: Oxford University Press, 1994).

51. John P. Weyant, Energy Modeling Forum, Stanford University, Stanford, Calif., unpublished manuscript, June 1995, and private communication and printout, October 10, 1995; IPCC, op. cit. note 2.

52. Hannesson, op. cit. note 28. Taxes, like permits that are given away, can be refunded according to historical pollution or resource use patterns, an approach that has been called an "incremental tax"; see J. Andrew Hoerner and Frank Muller, "The Impact of a Broad-Based Energy Tax on the Competitiveness of U.S. Industry," *Natural Resources Tax Review*, July/August 1993.

53. Porter, op. cit. note 25; Sergio Margulis, "The Use of Economic Instruments in Environmental Policies: The Experiences of Brazil, Mexico, Chile and Argentina," in OECD, op. cit. note 22.

54. One study that explores the effects of different revenue "recycling" options is Bruce Schillo et al., "The Distributional Impacts of a Carbon Tax," Energy Policy Branch, EPA, Washington, D.C., unpublished, August 4, 1992.

55. Dawn Erlandson, "The Btu Tax Experience: What Happened and Why It Happened," *Pace Environmental Law Review*, Fall 1994; Dawn Erlandson, Friends of the Earth, Washington, D.C., private communication, May 11, 1995.

56. Stefan Bach, Michael Kohlhaas, and Barbara Praetorius, "Ecological Tax Reform Even If Germany Has to Go it Alone," *Economic Bulletin* (German Institute for Economic Research (DIW), Berlin), July 1994.

57. Worldwatch estimates, based on Statistisches Bundesamt, *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen* (Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1990), on Michael Kohlhaas, DIW, Berlin, private communication and printout, June 20, 1995, and on Hans Wessels, DIW, Berlin, private communication and printout, August 10, 1995; jobs figure is from Bach, Kohlhaas, and Praetorius, op. cit. note 56.

58. Kristina Steenbock, Consultant to Greenpeace Germany, New York, private communication, June 16, 1995; "Group Gets Support for CO_2 Tax from 16 German Producers, Service Industries," *International Environment Reporter*, September 21, 1994; Big 3 Carmakers Back Higher Gasoline Taxes," *Journal of Commerce*, December 21, 1992.

59. Coal use from BP, op. cit. note 15.