

## الفصل التاسع

### البيئة

تصدرت الأسئلة البيئية منذ بدايات سبعينيات القرن الماضي جداول الأعمال الوطنية والإقليمية والدولية ولفتت نظرنا إلى المدى الواضح للنشاط البشري المعاصر والمستقبلي والذي يشكل تهديداً لوفرة الغذاء والوقود الحجري طويل المدى بوصفه غطاء للحياة على الأرض. واستجابة لهذا القلق المتزايد أصدر مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة والتنمية والمنعقد في ريوديجينرو عام 1992 نداءً، له تأثيره، مطالباً بنظام عالمي جديد.

من المستحيل وصف اتجاهات نوعية البيئة الطبيعية بجملة عامة واحدة - وسلسلة Global Environment Outlook لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، هي نتيجة مباشرة لمؤتمر عام 1992، ومكان مناسب للبحث عن التوقعات والمسوحات الحديثة (على سبيل المثال UNEP, 2002). وأيضاً تقييم النظام البيئي الألفي (MA) والذي نشر تقريره الجامع مع سيناريو مبني على توقعات عام 2005<sup>(1)</sup>. انظر أيضاً سلسلة مصادر العالم التابعة لمعهد مصادر العالم (2005).

ويبدو العديد من الاتجاهات سلبياً. على سبيل المثال، ليس هناك شك في زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون في الجو وهناك دليل قوي على ارتفاع درجة الحرارة وأن انصهار الجليد له علاقة بهذه الظاهرة. وما زال نظام النفايات (دفن النفايات في طبقات أرضية) يزداد وأيضاً النفايات النووية وفساد نوعية الهواء بشكل واضح في المدن الرئيسية للدول النامية بسبب زيادة ازدحام السيارات، ومنطقياً لا يستطيع 6 بلايين شخص استخدام السيارات بالطريقة نفسها التي يستخدمها الأمريكيون الآن ولكن من الواضح أنهم يريدون ذلك. واستنفدت معظم مناطق صيد السمك العالمية أكثر من قدرتها طويلة المدى، والعديد في طور الاضمحلال (Brown, 2001: 51-55).

وينتشر حول العالم الضخ الجائر للطبقات الصخرية المائية نسبة إلى معدلات التسعير، وخاصة في الصين والهند والولايات المتحدة ومعظم الشرق الأوسط.

وفي الوقت نفسه، هناك بعض الاتجاهات التي تبدو موجبة بوضوح. نقاوة الهواء في الدول الرئيسية في الدول الكبرى أفضل بكثير مما كانت عليه قبل عقدين من الزمن وتحسنت نوعية الماء في العديد من الجداول والبحيرات في هذه الدول. وعلى الرغم من أنه قد تمر سنوات قبل أن نرى أي تأثير على مستويات الأوزون في طبقات الجو العليا إلا أن غازات CFCs التي كانت تستنفذ الأوزون تراجعت بشكل كبير.

وإذا أخذنا الجوانب الأخرى للبيئة فإن هناك تداخلاً في المعلومات. نمت مساحة الأراضي في المناطق المحمية من لا شيء فعلياً في بداية القرن العشرين إلى 15.8 مليون كيلومتر مربع، أو نحو 13% من مساحة الأرض في عام 2003<sup>(2)</sup>. مثل هذه المناطق ضروري للمحافظة على تنوع الأحياء ومع ذلك فإن نسب انقراض الفصائل والتي لا يمكن حقيقتها معرفتها على وجه الدقة في ضوء عدم تصنيف كمية كبيرة منها، يقدر بنحو 1.000 عدد مرات النسبة الأساسية أو الطبيعية.

وأساليب إزالة الأشجار متقاربة بشكل ما ومختلطة ولكنها سلبية في العموم (انظر الجدول 1 - 9). وأكثر من ذلك أنها توضح ميل ظهور الأخبار الجيدة في الدول الأكثر تطوراً والكثير من الأخبار السيئة تبرز مع المستويات المنخفضة للتطور. ما زالت زراعة واسترداد الأراضي الزراعية إلى غابات معتدلة في الدول المتطورة يعوض العديد من الخسائر السابقة. ونمت الغابات في الولايات المتحدة في القرن العشرين على الرغم من توسع الولايات المتحدة في إنتاج الأخشاب. كما زادت منطقة الغابات أيضاً في كندا وروسيا ونمت الغابات الأوربية منذ ثمانينيات القرن الماضي. وتعيد الصين، وهي منطقة معتدلة أخرى، زراعة الغابات.

وفي المقابل، استمرار ارتفاع معدل إزالة الغابات الاستوائية خلال ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي. ويجب ألا يدهشنا هذا الاتجاه إذا اطلعنا على الضغوط التي تخضع لها الأنظمة الزراعية في الدول النامية لإنتاج أعلى، وأيضاً حاجة العديد من هذه الدول لأرباح تصدير الأخشاب. وبالطبع تسهم إزالة الغابات المعتدلة في خسارة الكائنات الحية.

ولذلك، فإن هناك العديد من المواضيع البيئية التي تضغط بقوة ولا يستطيع برنامج IFs أن يغطيها كلها إلا أنه يوفر بعض الإمكانيات للسيناريوهات المتطورة في ثلاثة جوانب: الأول، المشكلات الرئيسية في الدول النامية، مثل التي ناقشناها الآن: إزالة الغابات الاستوائية. والثاني مشكلة منتشرة دولياً، وهي الاستخدام المتزايد واستغلال المياه العذبة. ولتطلع على توقعات بهذا الخصوص انظر إلى مجلس المياه العالمي (2005a و2000b) مع تحليل أساسي من منظمة الأمم المتحدة للغذاء والزراعة والمعهد الدولي لسياسة الغذاء والبحث (IFPRI). وظهر توقع بأنه بحلول عام 2025 سوف يعيش 3 بلايين شخص في دول تعاني من نقص المياه (أقل من 1.700 متر مكعب، المصادر السنوية للفرد). والثالث، أحد أهم المواضيع الشائعة عن الجو والمحيطات ونوقش بإسهاب: تأثير البيوت الخضراء أو الدفئية.

ولا يزال النقاش حول حقيقة زيادة ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  أو الحرارة العالمية المرافقة وارتفاع سطح البحر عبر بتأثير البيوت الخضراء (انظر مرة أخرى إلى الشكل 2017 و2018). وتخبرنا الهيئة الدولية لتغير المناخ (IPCC) والتي تعتمد على الأبحاث الجماعية ومعرفة مئات العلماء حول العالم، أنه حتى لو ارتفعت الغازات العالمية إلى أعلى من المعدلات الحالية في منتصف القرن ثم سقطت بقوة، فإن ثاني أكسيد الكربون الجوي سيرتفع إلى نحو 550 جزء للمليون بالحجم (pmm) مقارنة بـ 280 pmm قبل التصنيع العالمي و350 pmm اليوم (IPCC, 2001: 20).

وسيكون مضحكاً أي افتراض استباقي لإطلاق غازات مستمره وقريبة، على الأقل في النصف الأول من القرن.. ويزودنا التقرير الثالث التقديري (TAR) لـ IPCC بنطاق واسع من السيناريوهات يزداد فيها مستويات الكربون الجوي بشكل كبير بنهاية القرن، من نحو 540 إلى 970 pmm عبر السيناريوهات المركزية. وتشير حسابات IPCC إلى أن هذا يعني زيادة بمقدار 1.4 — 5.8 درجة مئوية في درجة الحرارة العالمية وارتفاع مستوى البحر بنحو 0.9 — 0.88 متر (IPCC, 2001: 8-9) إلا إذا عادت مستويات غاز الكربون إلى قيم 1990 سريعاً بعد عام 2000، وحتى هذه المستويات للحرارة وتغير مستوى البحر قد لا تكون قيم متوازنة.

الجدول 1 - 9 غطاء الغابات وإزالتها.

المنطقة	الغابة الأصلية (آلاف الكيلومترات المربعة)	مجموع المتبقي (آلاف الكيلومترات المربعة)	التغير السنوي 1995 - 1991 (نسبة)	المتبقي بوصفه جزءاً من الغابة الأصلية (نسبة)
إفريقيا	6.799	2.302	- .07	34
آسيا	15.132	4.275	- .07	28
أمريكا الوسطى	1.779	970	1,2-	55
الشمال	10.877	8.453	0.02	78
الجنوب	9.736	6.800	-0.05	70
أوروبا	4.690	1.521	,3	32
روسيا	11.759	8.083	0.1	69
نيوزلندا	1.431	929	0.1-	65
العالم	62.203	33.363	0.3-	54

**ملاحظة:** انظر إلى قاعدة بيانات اتجاهات الأرض لمعهد المصادر العالمية <http://earthtrends.wri.org> لبيانات أحدث. يشير الموقع إلى أن إزالة الغابات استمر من 1990 — 2000 بمعدل سنوي 4% مقارنة بـ 3% سابقاً والموضحة في الأعلى. ولا يوجد تحديث مستمر لأرقام المناطق في الجدول أعلاه.

المصدر: معهد Worldwatch 1998، قاعدة بيانات، Worldwatch .

وباختصار، نحن نواجه مستقبلاً يكتنفه الكثير من الغموض: قدرة المحيطات والأحواض المائية الأخرى على امتصاص والاحتفاظ بغاز ثاني أكسيد الكربون الجوي المتزايد، وإسهام الغازات الأخرى في تأثير البيوت الخضراء، والدرجة التي ستكون بها التغيرات مستمرة وسلسلة أم سوف تقود إلى «ملاسة» أنظمة الكربون والحرارة، ونسبة استخدام الوقود الحجري، وتغير مسارات الأمراض مع ارتفاع الحرارة، وتكلفة الشبكة للتغير العالمي لاستقرار الإنسان والنظام البيئي قرب المحيطات، وإلى الأنظمة الزراعية وإلى الغابات، كل هذه المواضيع يكتنفها الغموض. وهذا يعقد مناقشة موضوع الدافعية ولكنه أساسي.

### القوى المحركة البيئية والدافعية

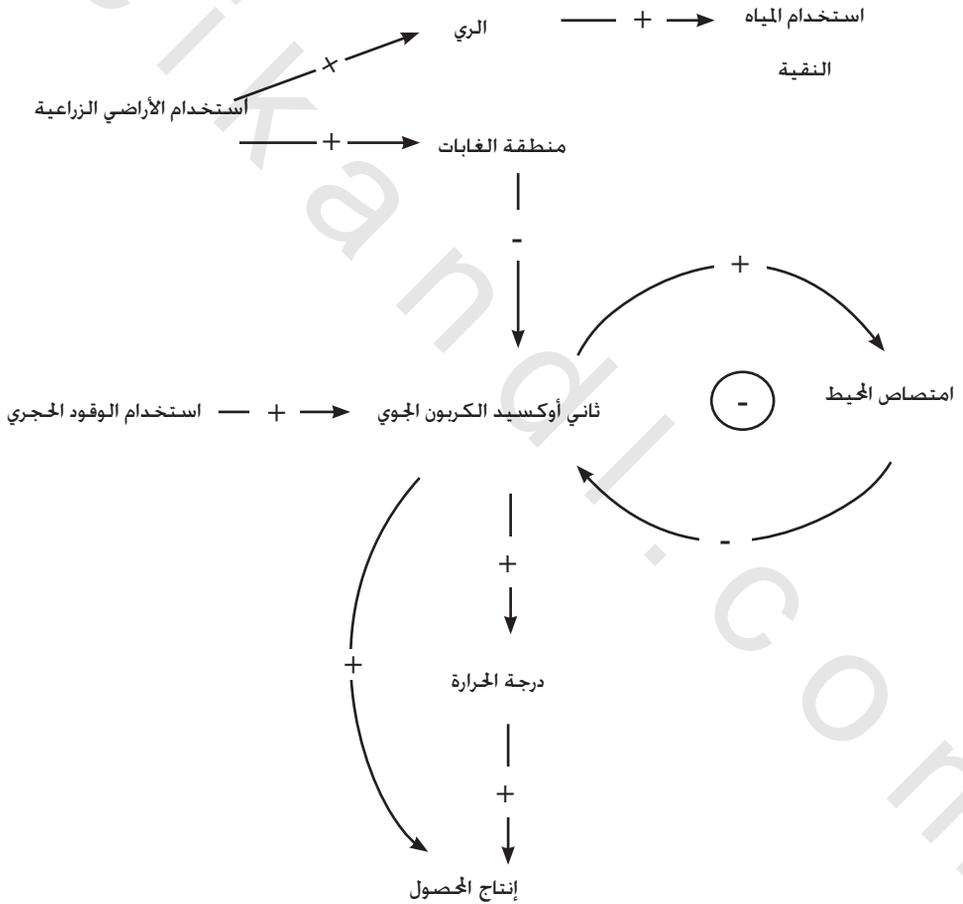
وشبه المؤكد أن أفضل اختصار للتفكير عن البيئة والدافعية البشرية هو المتطابقة ( $I=PAT$ ) وتدعى ( $IPAT$ )، والتي يحدد فيها التأثير البيئي ( $I$ ) بناء على حجم السكان ( $P$ ) وتوقيت الوفرة ( $A$ ) ومن ثم مستوى الإنتاج/ الاستهلاك المحتمل لهؤلاء السكان، ويوضح وقت التقنية ( $T$ ) بالتأثير البيئي لكل وحدة من الإنتاج/ الاستهلاك (Ehrlich and Holdern, 1971; Waggoner and Ausubel, 2002 IPAT مفصل).

وبالضرورة تستخدم جميع المحاولات لتوقع التأثير البيئي بعض الأشكال المنفصلة لهذه المعادلة، وبرنامج IFS ليس استثناء، ويرسم الشكل 9.1 القوى المحركة البسيطة «النهائية» للمواضيع البيئية التي يبينها برنامج IFS ولكنها تغفل السكان، والوفرة (عادة تلامس GDP للفرد) والعناصر التقنية والتي نوقشت في الفصول السابقة وسوف يتبين القارئ كيف يحرك طلب الغذاء واستخدام الأرض، واستخدام الوقود الحجري في برنامج IFS. وبدلاً من ذلك يبين الشكل فقط المحركات المباشرة لاستخدام الماء، وتحويل الغابات، وأبخرة الكربون. وأحد فوائد برنامج IFS أن هذه المحركات المباشرة لها جذور عميقة في النموذج مسهلة العارض وتحليل السيناريو الذي سيناقشه الجزء الآتي.

وعلى الرغم من أن هناك عدة أسباب لإزالة الغابات بما في ذلك تصدير الخشب من الدول النامية المتعطشة للسيولة المالية ونمو المدن والمناطق الصناعية إلى أراضٍ مزروعة، إلا أن السبب الرئيس هو تحويل الغابات إلى أراضٍ زراعية للرعي وإنتاج المحاصيل. ويمثل برنامج IFS تلك الرابطة بالإضافة إلى أنه يحسب الاحتياج إلى المياه الصالحة للشرب بالنسبة إلى ري المحاصيل وهو أكبر استخدام للمياه في معظم الدول.

وهناك عدد من غازات البيوت الخضراء بما في ذلك CFCs والذي يستنزف الأوزون والميثان المنتج من غازات الماشية ونشاط النمل الأبيض. إلا أن الغاز الرئيس للبيوت الخضراء هو ثاني أكسيد الكربون وعلى الرغم من أن هناك عدة مصادر متنوعة تضيفه إلى الجو بما في ذلك إحراق الخشب إلا أن مصدره الأساسي هو حرق الوقود الحجري. ويمتص المحيط بعض غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي (ومحتمل أن

يطلق مرة أخرى بالوقت نفسه). وترتفع درجة الحرارة العالمية كلما زاد غاز ثاني أكسيد الكربون. ويحسب برنامج IFs قياساً تقريبياً لزيادة درجة الحرارة العالمية على أنه مؤشر لمشكلات محتملة مستقبلاً تتراوح من ذوبان أعلى القطب المتجمد مع ارتفاع مصاحب لمستويات البحر إلى انتشار الحشرات الناقلة للأمراض إلى خطوط عرض أعلى. وعلى الرغم من أن الربط تقديري جداً إلا أن برنامج IFs يزودنا أيضاً بإطار عمل لاستكشاف تأثير كمية كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي على الإنتاج الزراعي (في بعض الأماكن درجة حرارة عالية والكثير من CO<sub>2</sub> قد يحسن الإنتاج فعلياً).



الشكل 1 - 9 القوى المحركة البيئية.

المصدر: نموذج المستقبل العالمي، 2005.

وهناك قوى محرّكة إضافية حول البيئة التي لا توجد في الشكل 9.1 ولكن يحاول النموذج الكبير أن يبينها. على سبيل المثال، ويناقد عادة محللو البيئة التأثير الارتدادي، فكر على سبيل المثال فيما يمكن أن يحدث عالمياً لو أن أوروبا نجحت في قطع استهلاكها للوقود الحجري، أحد النتائج سيكون ضعف الطلب في السوق على هذا الوقود وانخفاض أسعاره. ولو كانت الولايات المتحدة والصين أقل اهتماماً باحتمالات ارتفاع درجة الحرارة العالمية من أوروبا، فإن انخفاض أسعار البترول والغاز الطبيعي قد يكون مشجعاً لهما لاستهلاك أكثر مما يمكن لو استمرت أوروبا في الاستهلاك بمعدلات تاريخية. وهذا سيؤدي بالاستهلاك العالمي، والمنخفض بسبب تصرف أوروبا، إلى الارتداد. توجد مثل هذه القوى بالطبع في نموذج توازن الطاقة في برنامج IFs (انظر إلى الشكل 8.2 مرة أخرى) وبالتالي تحمله إلى التوقع البيئي.

ومن المهم أن نعرف بأن الغنى المحتمل لمجتمع ما يجب ألا يتحول إلى استهلاك للمواد والبضائع والطاقة. يمكن للعمال أن يقرروا أن يتقاعدوا مبكراً ويستفيدوا من هذا الغنى المحتمل في مدة تقاعدهم. ويمكن أن يطالب المستهلكون ببضائع أقل قوة مادياً، ويشير بعضهم إلى ذلك باسم تحرير الاقتصاد من المادية، وهي قوة محرّكة ممكن إظهارها مع برنامج IFs.

ودور الدافعية البشرية كبير في صنع القرار البيئي وأخذ خطوات فعلية. ولأن الفساد البيئي (مثل استنفاد الأوزون الجوي) خارج الحسابات الاقتصادية لمعظم المنتجين والمستهلكين فإنهم حتى في الدول المتطورة لا يلقون بالأهمية إلى الاهتمام التطوعي للحد منه. ويمكن تخصيص بعض العناصر البيئية مثل الغابات، لتشجيع الملاك للنظر إلى أبعد من الاستقراء الاقتصادي الآني ولعاملتهم جيداً على المدى الطويل، ولكن يبقى عموماً أنظمة الماء والهواء. والذي قاد إلى معظم النمو الذي حدث بالإضافة إلى العمل التطوعي والتصرف البشري، هو مساندة المنظمات غير الحكومية داخل وعبر الدول، وضغط الوسائل المؤسسية الرسمية داخل وعبر الدول.

وهناك جدل ساخن حول أبخرة الكربون بين الذين يفضلون التلطيف (تقليل الأبخرة وتجنب تأثيرها) وهؤلاء الذين يفضلون التكيف (دفع ثمن العيش في عالم أهدأ

بقوالب هيدروجينية وأحيائية مختلفة بشكل واضح). وأجرت (27 - 25, IPCC 2001) حساباً تقريبياً لتكلفة التلطيظ لتطبيق بروتوكول Kyoto على تجميد وخفض الأبخرة. وأفصح (324 - 301, Lomborg 2001) عن بعض التقديرات للتخفيف والتكيف وأنهى بمفارقة مع جميع هؤلاء الذين في الساحة البيئية، بأن الأخير هو الاختيار الأفضل. وليس لدى برنامج IFs بنى مناسبة لإجراء تحليل لهذا الموضوع المهم.

وعلى مستوى الدول، يعتبر مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة البشرية، الذي أقيم في عام 1972 باستكهولم، حدثاً في التحليل والفعل البيئي. وسابق لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة عام 1973 وانفجاراً للنشاط الحامي للبيئات المحلية والدولية. وتتزايد المعاهدات والاتفاقات الدولية مع المنظمات غير الحكومية. ومعظم التحسينات في النوعية البيئية، أو على الأقل خفض سرعة التدهور لا تحدث لأن الدول أصبحت أغنى ولكن يجب أن تتسبب الجهود الإنسانية إلى الفعل بوعي مستهدفة تحسين الفساد الذي أحدثه نشاط بشري آخر.

من المستحيل إنهاء نقاش عن القوى المحركة للبيئة والدافعية دون التعليق على النموذج النامي أو تحول النظرة العالمية والتي يبدو أنها تتبلور في فهم للعلاقة بين البيئة والاقتصاد. وكان معظم النقاش حتى هذه النقطة من زاوية تأثير الاقتصاد على النوعية البيئية كما هي الحال في المعادلة المتطابقة IPAT وفي المسار نفسه، يصور معظم التحليل المبني على الاقتصاد سلسلة يكون فيها الفساد البيئي مصاحباً للمراحل الأولى من التقدم الاقتصادي ولكن عند المستوى الذي تكون فيه المجتمعات غنية بما يكفي للتصدي للمشكلات ورد بعض التأثير السيئ. هذا النموذج يشار إليه عادة باسم منحنى كوزنتز Kuznets البيئي.

وفي المجال المتنامي للتنبؤ الاقتصادي، ينظر إلى البيئة كأساس للاقتصاد مركزاً اهتمامنا على الروابط بالاقتصاد وليس منه. لذلك يؤكد المحللون على مفهوم «الخدمات البيئية» والتي حين تحمي وتثري جوهرياً فإنها تسهم في الرفاهية الإنسانية. ويجادلون بأن GDP انسابت بوصفها مقياساً مثل هذه الرفاهية؛ لأنها تعادل النشاطات التي تستنزف المصادر وتستغل البيئة بوصفها مسهمة وليس

بصفتها منتقصة من البيئة وسوف يضيف برنامج IFs في المستقبل GDP معدلة بيئياً (خضراء) ومعايير إضافية مثل الأثر البيئي للنشاطات الإنسانية ذات العلاقة بالموارد المتجددة. وفي الوقت الحالي، سوف يناقشنا الحالي للعوارض وتحليل السيناريو منحنى تقليدياً.

### العوارض وتحليل السيناريو

ما هي المؤشرات الرئيسة في برنامج IFs للقضايا البيئية؟ وكما هي الحال دائماً، يمكن الاطلاع على بعضها في رزم العروض للبرنامج وخاصة تحت خانة البيئة. وهناك المزيد منها في التقرير الأساسي. وتتوافر المجموعة كاملة عبر عرض الإدارة الذاتية، بما في ذلك مساحة أراضي الغابات في العالم (WFORST). ويمكنك أيضاً البحث في منطقتك الإقليمية أو مناطق الغابات في دولة معينة وذلك بفحص جميع استخدامات الأرض (LD). وأيضاً تشمل المؤشرات الرئيسة مستوى ثاني أكسيد الكربون الجوي كإجزاء لكل مليون (CO2 PPM) ونسبة الزيادة في ثاني أكسيد الكربون الجوي (CO2 PER) نسبة إلى تقديرات مستويات ما قبل التصنيع. وانظر أيضاً إلى الأبخرة السنوية للكربون الناتجة عن استخدام الوقود الحجري (CARANN) ودرجة الحرارة الدولية بالدرجات المئوية (WTEMP) وراجع استخدام المياه الصالحة للشرب (WATUSE) مقارنة بمستوى المصادر المتجددة (WATRES). وعلى الرغم من أن برنامج IFs لا يصطنع النشاطات الزراعية أو غيرها كاستخدام الماء ووصله إلى مستويات المصادر إلا أن مثل هذا الأسلوب يمثل مشكلة.

ويمكن تطوير عوارض وسيناريوهات أكثر تفصيلاً باستخدام شجرة السيناريو لبرنامج IFs وقد تأخذ بعض السيناريوهات الكثير من العوارض الموجودة تحت فرع الجهول البيئي. وتميل هذه العناصر إلى التركيز على الجهول مع الاهتمام بالبيئة (مثل مستقبل مستويات صيد أسماك المحيط) وليس على العوارض البشرية المماثلة. وللعوارض انظر إلى تصنيفات المنزل الأسري / الأفراد والحكومات / الأنظمة السياسية والاقتصادية، وليس تحت التصنيف الفرعي للبيئة فقط ولكن أيضاً تحت التنوع الواسع للعناصر ذات العلاقة بالسكان، والوفرة، والعناصر التقنية للمعادلة المتطابقة IPAT.

وتزودنا رزمة السيناريوهات الأربع لـ IPCC جولة التقييم الثالثة (A1, A2, B1, B2) في مكتبة السيناريو والسيناريوهات الأربعة لعمليات GEO التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للتنمية بشرح كامل، كما سيناقشها الفصل الثاني عشر. وسيركز بقية هذا الفصل على عوارض مستهدفة لبناء أساس لاستخدام النموذج البيئي.

### استخدام الأرض وإزالة الغابات

المعيار الذي يمكنك به معالجة نوعية البيئة مباشرة هو المضاعف على منطقة الغابات (forestm). وسوف يؤثر بالطبع في زيادة أو تقليل منطقة الغابات على مساحة الأرض المتوافرة للاستخدامات الأخرى مثل إنتاج المحاصيل. وسوف تؤثر هذه التغيرات أيضاً على ثاني أكسيد الكربون الجوي (CO2PPM) واستخدام الماء (WATSUE).

معظم تحليل سيناريو مواضيع البيئة هو في الواقع تحليل سيناريو لجميع جوانب النموذج والنظام الدولي الذي تمت مناقشته حتى هذه النقطة. تؤثر التغيرات في السكان والنمو الاقتصادي وإنتاج الغذاء والطاقة على إزالة الغابات أو ثاني أكسيد الكربون الجوي. لذلك يجب عليك العودة إلى الفصول من الخامس إلى الثامن؛ لتحديد المعايير لتحليل السيناريو. وقد يكون لجهودك لدعم المخزون الملائم من الغذاء والطاقة نتائج غير مقصودة على نوعية البيئة. وخطوة أولى جيدة هي النظر إلى البيئة وذلك بمقارنة السيناريوهات التي طورتها في الفصول السابقة بالاحتمال الافتراضي.

على سبيل المثال، قد تؤدي جهودك لتحسين التغذية في إفريقيا وأمريكا اللاتينية إلى إزالة الغابات في هذه المناطق. اختبر التفاعل بين التموين الغذائي وإزالة الغابات، ماذا يحصل لو أبطأت أمريكا اللاتينية في عملية تحويل الغابات الاستوائية إلى استخدامات أخرى (بما في ذلك الزراعة)؟

← يتحكم هدف النمو في معيار الأرض (tgld) بزيادة النسبة المبدئية في الأرض الزراعية (والتي يأتي معظمها من الغابات). أخفض هذا المعيار إلى 0.0 لأمريكا اللاتينية. أدر النموذج وانظر إلى التحسن الذي يحدثه في الأرض المتبقية تحت

الغابات في أمريكا اللاتينية (LD) وحتى في منطقة الغابات العالمية. لاحظ أنه قد لا يكون هناك تكلفة اقتصادية عالمية أساسية لهذا (انظر إلى GDP العالم). ولكن هل تدفع أمريكا اللاتينية ثمناً لذلك؟ فكر في GDP للفرد (0GPDPCP)، والتنمية البشرية بشكل عام (HDI)، والسكان الذين يعانون من سوء التغذية (MALNPOPP)، والإمكانية في رفع العملات الأجنبية بتصدير الكثير من المنتجات الزراعية (AGX) بدلاً من أن تستورد القارة (AGM).

← افحص سيناريوهات مشابهة للمحافظة على الغابات في إفريقيا وجنوب شرق آسيا، وهما منطقتان يقل فيهما بسرعة غطاء الغابات. هل تؤثر المحافظة الجماعية على الغابات في عدة مناطق جنوبية في الفجوة بين الشمال والجنوب؟ وهل تستفيد أي مناطق شمالية بتصدير أكثر وأسعار أعلى للغذاء إلى المناطق التي تحمي غاباتها؟

وتصر بعض المناطق الجنوبية على أنه يجب على الجزء الأغنى من العالم إذا أراد المحافظة على الغابات المطيرة الجنوبية أن يشارك في تكاليف ذلك. وأحد السبل يكون بمساعدة خارجية إضافية (يتحكم بها aidon، وهو معيار تمت مناقشته في الفصل السادس). والإمكانية الأخرى قد تكون بتنازل عن دين (المحافظة على الغابات مقابل التنازل عن الدين ويمكنك محاكاة ذلك بمعيار نسبة دفع الدين، repay). يمكن لهذه المدفوعات الجانبية من الدول الغنية أن تساعد الدول الفقيرة للحفاظ على البيئة التي بدورها تقيد الغنية. طور ما تعتقد أنه خيارات واختبر إذا ما كان يوفر التعويضات الملائمة للخسائر الاقتصادية للجنوب - قد تحتاج إلى مراجعة الخيارات في الفصل السادس.

وهناك جانب آخر يكمن في تحسين التقنية الزراعية للتعويض عن الأراضي المتناقصة التي تحت الحراثة. ولو دعمت الدول الغنية الأبحاث والتطوير (R & D) بشكل أكبر في الزراعة فقد يقود ذلك إلى احتمال حدوث تحسينات كبيرة في المحاصيل الزراعية في الجنوب. ويمكنك إدخال مثل هذه التحسينات عبر مضاعف المحصول (ylm) الذي استخدمناه في الفصل السابع.

وفي الواقع، فإن العديد من التوقعات التي تركز على النوعية البيئية هي صور عاكسة للافتراضات التقنية المتفائلة التي أدخلناها في بعض السيناريوهات السابقة. تمكن الإنتاج الغذائي من أن يبقى متخطياً النمو السكاني في العقود الأربعة الماضية، وذلك نتيجة للنمو التقني السريع الذي عرف باسم الثورة الخضراء. وبدلاً من تسريع مثل هذا النمو الذي يتوقع الافتراض الأساسي أنه سيستمر في نسبة مقارنة عموماً حتى المستقبل، فإن هناك إمكانية أن تكون نسبة النمو أبطأ في المستقبل. على سبيل المثال، قد يسهم الدمار البيئي الذي يتراوح بين خسارة التربة والتصحر إلى فساد الهواء وانتشار المبيدات الحشرية، في نمو بطيء للمحاصيل. ويمكن لمضاعف المحاصيل (ylm) أن يحاكي مثل هذه الافتراضات إذا خفضت قيمته إلى أقل من 1.0 وبدلاً من صيد محيط ثابت أو متزايد هناك إمكانية أن يستنزف الصيد الجائر مخزون السمك وانخفاض الصيد بشكل جلي في المستقبل (ofsch).

### استخدام الطاقة وتأثير البيوت المحمية

ومشكلة زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي أكثر صعوبة في مناقشتها من مشكلة مناطق الغابات السابقة. واقترحنا تشكيلة ممكنة من الحماية والصيانة (حماية الغابات من القطع) والتقدم التقني (تحسين المحاصيل الزراعية) لمشكلة منطقة الغابات الدولية. ويمكننا اختبار تشكيلة مشابهة لمشكلة ثاني أكسيد الكربون. والمصدر الرئيس لزيادة CO<sub>2</sub> هو احتراق الوقود الحجري (على الرغم من أن إزالة الغابات يسهم في ذلك أيضاً ويضيف تأثير الغازات الأخرى إلى تأثير البيوت المحمية). ويشير علماء البيئة إلى أن أكبر إسهام محتمل لمواجهة مشكلات الطاقة والبيئة يكمن في الاستخدام الفعال للوقود الحجري.

← يسمح لك مضاعف طلب الطاقة (endemm) باكتشاف مقدار الدافعية للمحافظة على الطاقة (دون أن تحدد كيف سيتم ذلك). وخفض endemm لجميع المناطق من 1.0 إلى 0.8 في عام 2010 يؤدي إلى خفض عالمي على طلب الطاقة بنسبة 20% مقارنة بالافتراض الأساسي. انظر إلى إنتاج الطاقة العالمي والأسعار (WENP و WEP)، ثاني أكسيد الكربون

الجوي (CO2PER)، وGDP العالم (WGDP). هل التأثيرات بالحجم الذي توقعته؟ إذا كان الجواب لا، لماذا؟

تذكر أن النموذج أحياناً «يقاومك» (و جزئياً هذا تأثيرات تداوي). قد يؤدي المحافظة على الطاقة إلى تخفيض أسعارها (انظر إلى أسعار الطاقة (WEP). وإذا كان الأمر كذلك، فإن الدافع الطبيعي لصيانة الطاقة والمعطى بأسعار عالية ينخفض في السيناريو، ويمكن لذلك أن يغير الكثير من سيناريو المحافظة الذي أضفته.

← الإقلال من استخدام الطاقة مع endemm «غير مقيدة». ويمكن أن تقلل في بعض الأحيان جهود الصيانة والمحافظة، سواء كانت تطوعية من المواطنين أو أنظمة حكومية، من استخدام الطاقة بطرق لها تكلفة بسيطة أو ليس لها أي تكلفة اقتصادية (أحياناً توفر). إلا أن هناك نقاشاً مهماً يدور حول المدى الذي يمكن الحصول به على مثل هذا «غير مقيد». وتركز معظم التحليلات عن تأثير البيوت المحمية والنقاش السياسي على جانب ضريبة الكربون (carbtax). مثل هذه الضريبة سترفع سعر الوقود الحجري للمستخدمين؛ لتتلاءم مع محتواها من الكربون. وهذا قد يشجع على المحافظة أو التحول إلى أشكال أخرى من الطاقة أرخص. ومدى خسارة (أو ربح) GDP من مثل هذه الضريبة هو مادة نقاش واسعة. وعلى الرغم من أن برنامج IFs لا يغطي النطاق الكامل للتكلفة المحتملة أو الفوائد (يزودنا، Repetto and Austin 1997 بتحليل جيد جداً)، جرب بعدة مستويات لضريبة الكربون وانظر إلى تأثير نظام الطاقة على الكربون الجوي وعلى الاقتصاد. ستضيف ضريبة كربون بنحو \$100 للطن (قيمة carbtax بـ 100) نحو 20 سنت إلى تكلفة جالون من الجازولين. حاول التلاعب بالضريبة عبر الزمن وانظر إلى التأثير على الأبخرة السنوية (CARANN)، ومستويات ثاني أكسيد الكربون (CO2PPM)، درجة حرارة العالم (WTEMP). وتنتج الولايات المتحدة أبخرة كربون أكثر من أي دولة أخرى في العالم. هل ستكون لضريبة الكربون في الولايات المتحدة فقط تأثير رئيس على القوالب العالمية؟

وبعيداً عن الصيانة وإلى التقدم التقني، هناك اقتراح آخر من علماء البيئة يقول: إنه يجب على العالم أن يعتمد بشكل أكبر على الطاقة المتجددة. هذا الاقتراح عادة يقترن مع الجدل بأنه يجب على الحكومة أن تدعم بشكل أكبر الأبحاث والتطوير (R & D) على الطاقة المتجددة لخفض تكلفته.

← يمكنك محاكاة خفض التكلفة للطاقة المتجددة بتقليل مضاعف رأس مال التكلفة الخاص به (qem)، لننقل من 1.0 إلى ربما 0.8 في عام 2010. وبما أن هذا المضاعف يتحكم بجميع التكلفة الخاصة بالإنتاج (العمليات ورأس المال) فإن خفض نسبة 20% لتلك المدة الزمنية متفائل جداً (ستكون تكلفة الطاقة الشمسية بالتأكيد أكثر من ذلك بكثير). هل سينقص هذا السيناريو بحد ذاته أو بمعية سيناريو الصيانة والمحافظة بشكل واضح الإنتاج العالمي من الوقود الحجري (انظر إلى WEP) مقارنة الوقود الحجري بالافتراض الأساسي؟ هل يتحكم في زيادة CO<sub>2</sub> الجوي؟ قد تحتاج إلى أن تدير النموذج عبر عدة سنوات للإجابة عن هذه الأسئلة.

يمكنك النظر أيضاً إلى تكلفة الطاقة للوقود الحجري وفكر في رفع التكلفة. أحد الطرق التي يمكن أن نستخدمها هي إذا كنا غالباً في وجود مخزون الوقود الحجري - ونحن نستثمره، وقد يصبح المتبقي من المخزون مكلفاً جداً في استخراجها. فإنه يمكن للقيم المنخفضة لمضاعف المصدر (resorm) أن يضيف افتراضات محافظة. يجب أن يتحمل العديد من منتجي الطاقة النووية بعض تكاليف الطاقة النووية، مثل التخلص من المخلفات وإلغاء تفويض المصانع القديمة. لذلك قد يرتفع رأس مال تكلفة الطاقة النووية في المستقبل (استخدم qem مرة أخرى). وقد تحتاج إلى أن تنظر إلى عام 2050 لترى التأثيرات المهمة.

يوفر هذا النموذج أيضاً طريقة لفحص الفساد البيئي للنظام الزراعي بسبب زيادة ثاني أكسيد الكربون الجوي الذي تقريباً فشل سيناريوك في إيقافه. يمكنك رفع القيمة المطلقة لمرونة الإنتاج الزراعي مع زيادة في ثاني أكسيد الكربون الجوي (elasac) بناء على منطقة - منطقة مفترضاً فساداً أكبر (تاركاً علامة سلبية في

مكانها) وخفضه يحاكي خراباً أقل وقد تقفل الرابطة القيمة المتمثلة بـ 0.0. وتمثل القيم الموجبة تحسينات في الزراعة نتيجة للدفع، وهذا قد يحدث في بعض المناطق على المدى البعيد. هذه المرونة قد تخدم أيضاً بوصفها نافذة لعدة صيغ للفساد والبيئة بالنسبة للزراعة (أوزون وأسيد المطر يسببهما عادة بعض الممارسات الصناعية والطاقة التي تولد ثاني أكسيد الكربون).

ومن الصعب إن لم يكن المستحيل التحكم في إزالة الغابات أو زيادة ثاني أكسيد الكربون الجوي. يتخوف العديد من المراقبين من أن النمو السريع في السكان بالإضافة إلى الجهد الذي نبذله للحصول على الغذاء، والملابس، والمسكن لأنفسنا (وحتى شراء سيارة) يزيد بقوة من الضغط على البيئة. ولذلك فهم يرون أن أحد أساسيات التغيير التي يجب علينا اتخاذها هو إنقاص ثم إيقاف النمو السكاني؛ حتى يكون هناك توازن بين السكان والبيئة. وقد ترغب في فحص سيناريوهات السكان البديلة مرة أخرى الآن بما أنك تركز على النوعية البيئية (ارجع إلى tfm). هل يمكنك منطقياً القيام بخفض سريع كافٍ للنمو السكاني لتحصل على التأثير البيئي؟

ويشير أيضاً بعض المحللين إلى أن الاقتصاديات الحديثة المتقدمة تضيف كثيراً للطاقة والمواد الخام الأخرى، وذلك يتزامن مع استنزاف قواعد المصادر وتسهم في الانحلال البيئي، ويقدمون معدلات نمو اقتصادي أبطأ، وتركيز بقية النمو الاقتصادي على التحسينات الحقيقية في نوعية الحياة. وفي الواقع، من المعروف أن مدة ما بعد الحرب العالمية الثانية كانت مدة غير عادية مع الأخذ في الحسبان التقدم التقني العام وأن المدة منذ بدايات سبعينيات القرن الماضي، اتسمت بنمو بطيء في الإنتاجية والمخرجات الاقتصادية في العالم ككل وتشير إلى تحسن في المستقبل. إذا كان الوضع كذلك، فإن الافتراضات في الافتراض الأساسي عن التقدم التقني في الدولة القائدة (mfpleadr) قد يكون عالياً جداً وقد تود أن تجرب افتراضات أكثر محافظة.

اقتراحات البحث. كيف يبدو عالم المستقبل لعلماء البيئة؟ جرب مع عدة أشياء تعتقد أنها افتراضات معقولة عن سياسات البيئة وانظر ما هو الفرق الذي تحدثه مع الاهتمام بالمتغيرات مثل GDP للفرد، العمر المتوقع، السرعات الحرارية للفرد وسوء

التغذية. طور سيناريو لما تعتقد أنه في مصلحة البيئة ويبدو معقولاً مستقبلياً. تذكر أنه من الأفضل أن تطور سيناريو بتغيير معيار واحد في كل مرة وفحص وفهم تأثير ذلك المعيار قبل إضافة تغييرات أخرى.

### الخاتمة

جمع هذا الفصل العديد من المواضيع والقوى المحركة العالمية التي تمت مناقشتها حتى هذه اللحظة. من المستحيل دراسة مستقبل البيئة دون النظر إلى التطورات في السكان، والاقتصاد، والغذاء والطاقة. ويحول الفصلان القادمان اهتمامنا مرة أخرى ونتحول إلى التطورات في الأنظمة المحلية والدولية الاجتماعية والسياسية.

### ملاحظات

1- تتوافر تقارير كاملة على

[www.millenniumassessment.org/en/products.aspx](http://www.millenniumassessment.org/en/products.aspx).

2- معهد الأبحاث الدولي

[http://newsroom.wri.org/newsrelease\\_text.cfm?NewsReleasedID=258](http://newsroom.wri.org/newsrelease_text.cfm?NewsReleasedID=258). June 16, 2005.

*df*