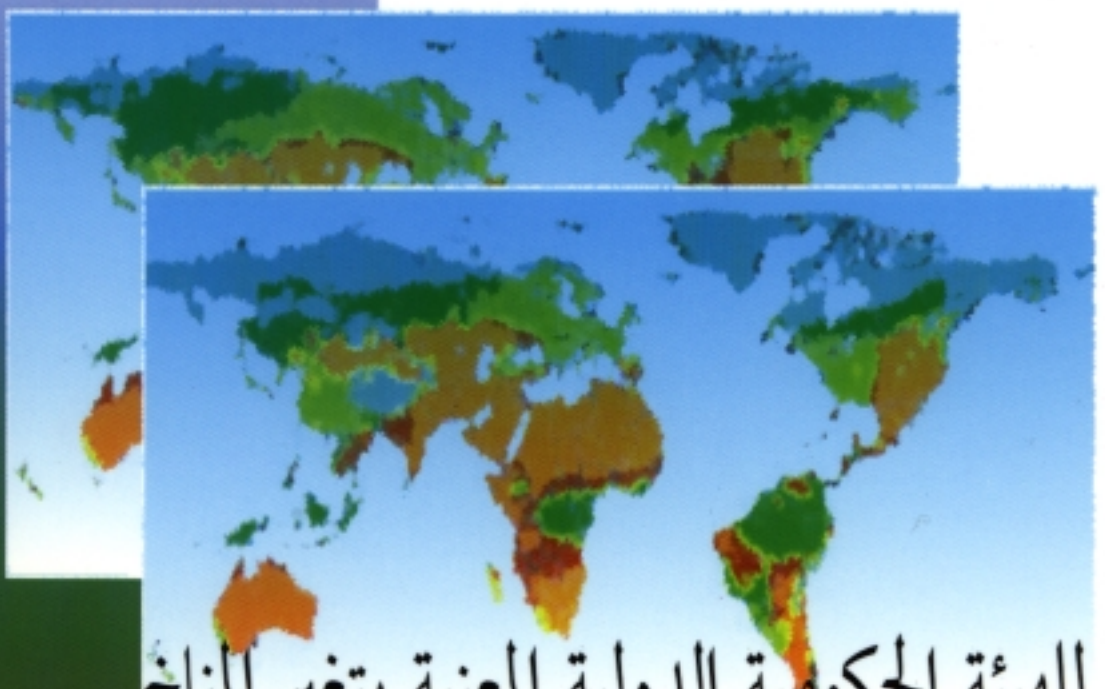
OMM
WMO
الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
PNUE
UNEP



التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

تغير المناخ ١٩٩٥

تقرير من

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيرالمناخ

OMM
WMO

PNUE
UNEP

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

تغير المناخ ١٩٩٥

تقرير من

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيرالمناخ

المحـــــتويات

صفحة

تصـــــدير v

تمهـــــيد vii

التقرير التجميعي للمعلومات العلمية والفنية المشمولة بتقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والمتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ ١

١ - تناول المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC) ٣
٢ - تدخل الإنسان في النظام المناخي ٤
٣ - حساسية النظم لتغير المناخ وتكيفها معه ٦
٤ - النهج التحليلي لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ٨
٥ - التكنولوجيا وخيارات السياسات فيما يتعلق بالتخفيف ١٢
٦ - اعتبارات الإنصاف والاعتبارات الاجتماعية ١٤
٧ - يجب أن تمضي التنمية الاقتصادية قدماً على نحو مستدام ١٥
٨ - طريق التقدم ١٧

ملخص لواضعي السياسات:

علم تغيير المناخ - الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ١٩
١ - تركيزات غازات الدفيئة واصلت التزايد ٢١
٢ - الهباء الجوي البشري المنشأ يفضي إلى إحداث تأثير إشعاعي سالب ٢١
٣ - المناخ تغير على مدى القرن الماضي ٢٢
٤ - توحي مجموعة الأدلة المتاحة بوجود تأثير بشري على المناخ العالمي يمكن تمييزه ٢٢
٥ - من المتوقع أن يواصل المناخ التغير في المستقبل ٢٣
٦ - لا تزال هناك أوجه عدم يقين كثيرة ٢٤

ملخص لواضعي السياسات:

التحليلات العلمية الفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته - الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ٢٥
١ - نطاق التقييم ٢٧
٢ - طبيعة القضية ٢٧
٣ - مدى سرعة التأثر بتغير المناخ ٢٨
٣-١ النظم الإيكولوجية الأرضية والمائية ٢٩
٣-٢ الهيدرولوجيا وإدارة موارد المياه ٣٢
٣-٣ الأغذية والألياف ٣٢
٣-٤ البنى الأساسية البشرية ٣٤
٣-٥ صحة الإنسان ٣٥
٤ - خيارات تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز مصارفها ٣٦
٤-١ الانبعاثات من الطاقة والعمليات والمستوطنات البشرية ٣٦
٤-١-١ الطلب على الطاقة ٣٦
٤-١-٢ تخفيف الانبعاثات من العمليات الصناعية والمستوطنات البشرية ٣٨
٤-١-٣ إمدادات الطاقة ٣٨
٤-١-٤ تكامل خيارات التخفيف على مستوى نظم الطاقة ٣٩

صفحة

٤-٢ الزراعة والمراعي والحراجة ٤٠
٤-٣ القضايا الشاملة للقطاعات ٤١
٤-٤ وسائل السياسات ٤٢

ملخص لواضعي السياسات:
الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية لتغير المناخ -
الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ٤٣
١ - مقـــــدمـة ٤٥
٢ - نطـاق التقييم ٤٥
٣ - أطر اتخاذ القرارات لمواجهة تغير المناخ ٤٦
٤ - اعتبارات الإنصاف والاعتبارات الاجتماعية ٤٧
٥ - الإنصاف والخصم بين الأزمنة ٤٨
٦ - إمكانية تطبيق تقديرات التكاليف والفوائد ٤٩
٧ - التكاليف الاجتماعية لتغير المناخ بفعل الإنسان: أضرار تزايد انبعاثات غازات الدفيئة ٤٩
٨ - التقييم الشامل لاستراتيجيات التصدي ٥٠
٩ - تكاليف خيارات التصدي ٥٢
١٠ - التقييم المتكامل ٥٤
١١ - تقييم اقتصادي لوسائل السياسات لمكافحة تغير المناخ ٥٤

التذييل: الكتاب الرئيسيون والكتاب والمشاركون ٥٦

قائمة الوثائق التي أصدرتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ٦٤

تصـــدير

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) هيئة أنشأتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) بالاشتراك مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) في عام ١٩٨٨ من أجل: '١' تقييم المعلومات العلمية المتاحة بشأن تغير المناخ، '٢' تقييم التأثيرات البيئية والاجتماعية الاقتصادية لتغير المناخ، '٣' وضع استراتيجيات التصدي. وقد أُنجز تقرير التقييم الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في آب/أغسطس ١٩٩٠ واستُخدم باعتباره أساس التفاوض على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ. كما أنجزت الهيئة (IPCC) ملحق عام ١٩٩٢ لتقرير التقييم الصادر عنها بالإضافة إلى الوثيقة المعنونة *Climate Change 1994 : Radiative Forcing of Climate and An Evaluation of the IPCC IS 92 Emisssion Scenarios* بغية المساعدة في تحقيق مزيد من التقدم في تطبيق الاتفاقية.

وفي عام ١٩٩٢ قامت الهيئة بإعادة تنظيم فريقيها العاملين الثاني والثالث لكي يضطلعا بتقييم التأثيرات وخيارات التصدي، والجوانب الاجتماعية والاقتصادية لتغير المناخ، على التوالي. وتعهدت الهيئة بإنجاز تقييمها الثاني في عام ١٩٩٥ بحيث لا يقتصر على تحديث المعلومات المتعلقة بمجموعة المواضيع المشمولة في التقييم الأول وإنما يتضمن أيضاً المجال الموضوعي الجديد للقضايا الفنية المتعلقة بالجوانب الاجتماعية الاقتصادية لتغير المناخ. ونثني على الهيئة لإصدارها تقرير التقييم الثاني (SAR) في الموعد المحدد. ونحن مقتنعون بأن تقرير التقييم الثاني سيصبح، مثل التقارير السابقة الصادرة عن الهيئة، عملاً مرجعياً قياسياً يستخدمه على نطاق واسع واضعو السياسات والعلميون وغيرهم من الخبراء.

وكما هو معتاد في الهيئة اعتمد النجاح في إعداد هذا التقرير على حماس وتعاون العديد من العلميين وغيرهم من الخبراء النشطين من جميع أرجاء العالم. ومن دواعي سرورنا البالغ أن ننوه هنا بالجهود الخاصة الهائلة التي بذلتها الهيئة لضمان مشاركة العلميين وغيرهم من الخبراء من البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية في أنشطتها، ولا سيما في كتابة تقاريرها ومراجعتها وتنقيحها. وقد كرس العلميون والخبراء من البلدان المتقدمة والبلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية الكثير من وقتهم بسخاء، ودعمتهم الحكومات، في الجهد الذهني والبدني الهائل اللازم لهذه المهمة، وهو جهد كثيراً ما تجاوز إلى حد بعيد متطلبات واجبهم المعقولة. ولولا هذه المشاركة المتسمة بالاخلاص والتفاني المهني لافتقرت الهيئة كثيراً إلى ما تنعم به من ثراء علمي. ونعرب لجميع العلميين والخبراء، والحكومات التي دعمتهم، عن خالص تقديرنا لوفائهم بتعهداتهم. ونغتنم هذه الفرصة للإعراب عن امتناننا للسيدات والسادة المذكورين فيما يلي لما كرسوه من جهود كانت ثمرتها صدور تقرير آخر للهيئة:

- الأستاذ بولين، رئيس الهيئة، لقيادته أعمال الهيئة باقتدار وتوجيهها ببراعة؛
- نائبا رئيس الهيئة، الأستاذ يو. أ. إزرائيل (الاتحاد الروسي) والدكتور عبد البر عبد الله القين (المملكة العربية السعودية)؛
- الرئيسان المشاركان للفريق العامل الأول، الدكتور دينغ يهوي (الصين)، ونواب رئيس الفريق العامل، الدكتور هـ. غراسل وبعده الأستاذ د. إهالت (ألمانيا)، والدكتور أ. ب. ديوب (السنغال)؛
- الرئيسان المشاركان للفريق العامل الثاني، الدكتور روبرت ت. واطسون (الولايات المتحدة الأمريكية) والدكتور م. ك. زينيويرا (زمبابوي)؛ ونواب رئيس الفريق العامل، الدكتور أ. كانزياني (الأرجنتين) والدكتور م. بيتي (فرنسا) واالدكتور س. ك. شارما (الهند) والسيد هـ. تسوكاموتو (اليابان) والاستاذ ب. فلينغا (هولندا) والدكتور م. بنيتسون (سويسرا)، والدكتور أ. حنتاتي وبعده الدكتور ج. فريع (تونس)، والسيدة م. بردومو (فنزويلا)؛
- الرئيسان المشاركان للفريق العامل الثالث، الدكتور ج. ب. بروس (كندا) والدكتور هوسونغ لي (جمهورية كوريا)؛ ونائبا رئيس الفريق العامل، الأستاذ ر. أودينغو (كينيا) والدكتور ت. هنيش وبعده الدكتور لورنتسن (النرويج)؛
- الممثلون الإقليميون في مكتب الهيئة، الدكتور أ. أديجوكون (نيجيريا، عن أفريقيا) والدكتور ح. نصر الله (الكويت، عن آسيا) والدكتور ف. فاخاردو موروس (كوبا، عن أمريكا الشمالية والوسطى ومنطقة الكاريبي) والدكتور ن. سابوغال وبعده الدكتور ك. روبرتسون (كولومبـيا، عن أمريكا الجنوبية) والدكتور ج. زيلمان (استراليا، عن جنوب غرب المحيط الهادئ) والدكتور م. بوتيستا بيريز (أسبانيا، عن أوروبا)؛
- الدكتور ب. كالندر، رئيس وحدة الدعم الفني بالفريق العامل الأول، والعاملون معه، السيدة ك. ماسكل والسيدة ج. أ. ليكمان والسيدة ف. ميلز، ومقدمو المساعدات الإضافية، الدكتور ن. هاريس (الوحدة الأوروبية لتنسيق بحوث الأوزون، كمبردج، المملكة المتحدة) والدكتور أ. كاتنبرغ (المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية)؛
- الدكتور ر. هـ. موس، رئيس وحدة الدعم الفـني بالفريق العامل الثاني، والعاملون معه، المعاونون أو المتطوعون، السيد س. أغاروالا والسيد د. ج. دوكن والسيد س. غريكو والسيدة د. حجاج والسيدة س. ماك كراكن والسيدة ف. أورموند والسيدة م. تايلور والسيدة أ. تيني والسيدة ل. فان وي؛
- الدكتور إ. هيتس، رئيس وحدة الدعم الفني بالفريق العامل الثالث، والسيدة ل. لوسون والسيدة في. دريجا العاملتان معه؛
- الدكتور ن. ساندارارامان، أمين الهيئة، والعاملون معه في أمانة الهيئة، المرحوم السيد س. تونغوا والسيدة ر. بورجوا والسيدة ك. إتوري والسيدة ك. تانيكي.

غ. أ. ب. أوباسي
الأمين العام
المنظمة العالمية للأرصاد الجوي

السيدة إ. دودزويل
المدير التنفيذي
برنامج الأمم المتحدة للبيئة

تمهيـــــد

أنجزت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) تقرير التقييم الثاني (SAR) في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٥. ويتألف التقرير (SAR) من أربعة أجزاء:

- التقرير التجميعي للمعلومات العلمية والفنية المشمولة بتقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والمتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ؛

- تقرير الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، علم تغير المناخ، مع ملخص لواضعي السياسات (SPM)؛

- تقرير الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، التحليلات العلمية والفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته، مع ملخص لواضعي السياسات؛

- تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية لتغير المناخ، مع ملخص لواضعي السياسات.

ويشكل التقرير التجميعي لمحتويات تقرير التقييم الثاني للهيئة، وملخصات تقارير الأفرقة العاملة الثلاثة لواضعي السياسات، تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١٩٩٥). وهي منشورة في هذا المجلد ومتوافرة بلغات الأمم المتحدة الست، أي العربية والصينية والإنكليزية والفرنسية والروسية والأسبانية. وتقارير الأفرقة العاملة، مع ملخصاتها لواضعي السياسات، متوافرة بالإنكليزية فقط، ويُنشر كل منها تجارياً على نحو منفصل.

وبالنظر إلى كثرة المعلومات غير الصحيحة وسوء الفهم بشأن هذا الموضوع فإننا نغتنم هذه الفرصة لإبلاغ القراء بالكيفية التي تُجري بها الهيئة (IPCC) تقييماتها.

١- تقرر الهيئة في البداية محتويات تقرير كل فريق من أفرقتها العاملة مع تقسيم هذه المحتويات إلى فصول. ويشكّل فريق تحرير من ما بين ثلاثة وستة خبراء (نادراً ما يشكّل من عدد أكبر) لإجراء الصياغة الأولية والتقييمات اللاحقة لكل فصل. ويُطلب إلى الحكومات والمنظمات الحكومية الدولية وغير الحكومية ترشيح أشخاص ذوي خبرات ملائمة للنظر في ضمهم إلى أفرقة التحرير. كما يُطلب سجل منشورات المرشحين وغير ذلك من المعلومات ذات الصلة. ويتم إعداد قوائم بهؤلاء الأشخاص يختار منها مكتب الفريق العامل المعني (المؤلف من الرئيسين المشاركين للفريق العامل ونوائب رئيسه) فريق التحرير. وتشترط الهيئة أن يكون عضو واحد على الأقل في كل فريق من العالم النامي.

٢- يلزم أن يكون لكل ملخص لواضعي السياسات (SPM). وينبغي أن يبرز الملخص (SPM) أحدث فهم للموضوع وأن يُكتب على نحو سهل الفهم لغير المتخصصين. والآراء المتباينة ولكنها سليمة الأساس علمياً أو فنياً ينبغي أن تُعرض كما هي في التقارير والملخصات لواضعي السياسات إذا لم يكن من الممكن التوفيق بينها أثناء التقييم.

٣- وتُعِّد أفرقة التحرير مسودات الفصول والنصوص التي ستُدرَّج في الملخصات لواضعي السياسات. ويستند إعداد المسودات إلى الكتابات المنشورة في المجلات المراجعة من النظراء وإلى تقارير المنظمات المهنية مثل المجلس الدولي للاتحادات العلمية والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الصحة العالمية ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة. وفي بعض الأحيان تعقد الهيئة (IPCC) حلقات عمل لتجميع المعلومات التي لا تتوافر بوسيلة أخرى، ويحدث هذا بصفة خاصة للتشجيع على جمع المعلومات عن البلدان النامية وداخلها.

٤- وتُرسَّل مسودة كل فصل إلى عشرات الخبراء على نطاق العالم لمراجعتها بمعرفة أهل الخبرة. كما يجري اختيار هؤلاء المراجعون من بين الخبراء المرشحين من الحكومات والمنظمات. والوقت المحدد لهذه المراجعة ستة أسابيع. وتُرسَّل المسودة، المنقحة في ضوء التعليقات الواردة، إلى الحكومات والمنظمات لمراجعتها فنياً. والوقت المحدد لهذه المراجعة (الثانية)ستة أسابيع أيضاً. وفي بعض الأحوال تُجرى مراجعات الخبراء والحكومات في آن واحد عندما لا يسمح عامل الوقت بإجراء مراجعات متتابعة.

٥- وتُنَّقح المسودة مرة ثانية في ضوء المراجعات الواردة من الحكومات والمنظمات. وبعد ذلك تُرسَّل إلى الحكومات (والمنظمات) قبل انعقاد دورة الفريق العامل الذي سيبحثها بشهر واحد. ويقر الفريق العامل الملخص لواضعي السياسات سطراً سطراً ويقبل الفصول المناظرة. ويشكل الملخص والفصول تقرير الفريق العامل. فمن غير العملي بالنسة للفريق العامل أن يقر تقريره الذي يبلغ حجمه عادة مائتي صفحة أو أكثر. ومعنى مصطلح «القبول» في هذا السياق وجود اتساق بين الملخص لواضعي السياسات والفصول المناظرة.

٦- ويقر الفريق العامل الملخص لواضعي السياسات في حضرة عدد مختار من أعضاء أفرقة التحرير - من العالمين النامي والمتقدم - ويُنقَّح نص الملخص لواضعي السياسات في الدورة بموافقتهم. ومن ثم فإن تقارير الأفرقة العاملة، في الواقع، يكتبها وينقحها خبراء ويراجعها خبراء آخرون.

٧- ويُرسَّل تقرير الفريق العامل (مع الملخص لواضعي السياسات، الذي تم إقراره) إلى الحكومات والمنظمات قبل شهر من انعقاد دورة الهيئة (IPCC) التي ستنظر في قبوله.

٨- ويلاحظ القارئ أن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) هيئة علمية وفنية تتسم بأنها حكومية دولية تماماً. فجميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة وفي المنظمة العالمية للأرصاد الجوية أعضاء في الهيئة (IPCC) وأفرقتها العاملة. وبناء على ذلك تقر الحكومات الملخصات لواضعي السياسات وتقبل الفصول المناظرة التي، كما ذُكر آنفاً، يكتبها وينقحها خبراء.

وقد اضطلع بإعداد التقرير التجميعي لمحتويات تقرير التقييم الثاني للهيئة فريق صياغة تم تشكيله برئاسة رئيس الهيئة. وروجع هذا التقرير من جانب الخبراء والحكومات في آن واحد. وأقرته الهيئة سطراً سطراً في دورتها الحادية عشرة (روما، ١١-١٥ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٥).

ونؤكد من جديد أن تقارير الهيئة وأفرقتها العاملة ترتكز على حقائق قضية تغير المناخ المستخلصة من كتابات الخبراء المتاحة والمراجعة بعناية من جانب الخبراء والحكومات. ويشارك أكثر من ألفي خبير على نطاق العالم في صياغتها ومراجعتها. وتقرها/تقبلها حكومات العالم من وجهة النظر العلمية والفنية. ويقوم بكتابة النص النهائي خبراء مختارون من جميع أنحاء العالم وتقبله الحكومات التي يحضر ممثلوها الجلسات العامة.

ونعرب بهذه المناسبة عن حزننا لفقدان عضو بارز في أمانة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. لقد كان السيد سام تونغوا، الذي توفي في كانون الثاني/يناير ١٩٩٦، معاراً من برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى الأمانة. إن مرحه وبشاشته وتفانيه في أداء واجبه خصال نفتقدها وسنظل نفتقدها كثيراً.

ن. ساندارارامان
أمين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

ب. بولين
رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

التقرير التجميعي للمعلومات العلمية والفنية المشمولة بتقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والمتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ

١ تناول المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC)

١- ١ بناء على قرار من المجلس التنفيذي للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (تموز/يوليو ١٩٩٢) قررت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) إدراج فحص لنهوج تناول المادة ٢ - هدف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC) - في برنامج عملها. ونظمت الهيئة (IPCC) حلقة عمل بشأن الموضوع في تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٤، في فورتاليزا في البرازيل، بدعوة من حكومة البرازيل. وبعد ذلك جمع رئيس الهيئة فريقاً من الكتاب الرئيسيين (ترد قائمة بهم في نهاية هذا التقرير في التذييل) برئاسته لصياغة التقرير التجميعي. وأعد الفريق مسودة التقرير وعرضت المسودة على الخبراء والحكومات لاستعراضها والتعليق عليها. وأقرت الهيئة مسودة التقرير التجميعي النهائية سطراً سطراً في دورتها الحادية عشرة (روما، ١١-١٥ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٥) التي حضرها ممثلو ١١٦ حكومة و١٣ منظمة حكومية دولية و٢٥ منظمة غير حكومية. وتجدر الإشارة للعلم إلى أن جميع الدول الأعضاء في المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والأمم المتحدة أعضاء أيضاً في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ويمكنهم حضور دوراتها ودورات أفرقتها العاملة. ويعرض التقرير التجميعي معلومات عن القضايا العلمية والفنية المتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ، تستند إلى التقرير الأساسي وهو تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وحيث أن التقرير التجميعي ليس مجرد ملخص لتقرير التقييم الثاني للهيئة ينبغي أيضاً الرجوع إلى الملخصات التي أعدتها لواضعي السياسات الأفرقة العاملة الثلاثة التابعة للهيئة للتوصل إلى ملخص لتقرير التقييم الثاني.

١- ٢ وخلال العقود القليلة الماضية ظهر بوضوح عاملان مهمان فيما يتصل بالعلاقة بين البشر ومناخ الأرض. والعامل الأول هو أن الأنشطة البشرية، بما فيها إحراق الوقود الأحفوري وتغيير استخدامات الأراضي والزراعة، تزيد من التركيزات الجوية لغازات الدفيئة (التي تفضي إلى إحداث احترار الغلاف الجوي) وكذلك، في بعض المناطق، الأهباء الجوية (الأيروسولات) (جسيمات مجهرية عالقة بالهواء تفضي إلى تبريد الغلاف الجوي). ومن المقدر أن تتسبب هذه التغيرات في غازات الدفيئة والهباء الجوي، معاً، في تغيير المناخ الإقليمي والعالمي والبارامترات المتعلقة بالمناخ مثل الحرارة والتهطال ورطوبة التربة ومستوى سطح البحر. أما العامل الثاني فهو أن بعض المجتمعات البشرية أصبحت أسرع تأثراً[1] بالأخطار مثل العواصف والفيضانات وموجات الجفاف نتيجة لتزايد الكثافة السكانية في المناطق الحساسة كأحواض الأنهار والسهول الساحلية. وتم تحديد التغيرات المحتملة الخطورة، بما في ذلك وقوع زيادة في بعض المناطق في حدوث حالات ارتفاع في الحرارة إلى أقصى الحدود وفيضانات وموجات جفاف تنجم عنها عواقب فيما يتعلق بنشوب الحرائق وتفشيات الآفات وتكوين النظم الإيكولوجية وتركيبها وأدائها لوظائفها، بما في ذلك الانتاجية الأولية.

١- ٣ وقد أجرت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) تقييمات علمية وفنية لتغير المناخ وتأثيراته. ووفر التقييم الأول، الذي نُشر في عام ١٩٩٠، قاعدة علمية وفنية لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC)، التي فتح باب التوقيع عليها في قمة الأرض في ريو في عام ١٩٩٢.

١- ٤ والهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ، كما ورد في المادة ٢، هو:

«... تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي. وينبغي بلوغ هذا المستوى في إطار فترة زمنية كافية تتيح للنظم الإيكولوجية أن تتكيف بصورة طبيعية مع تغير المناخ، وتضمن عدم تعرض انتاج الأغذية للخطر، وتسمح بالمضي قدماً في التنمية الاقتصادية على نحو مستدام».

١- ٥ والتحديان اللذان تثيرهما المادة ٢ لواضع السياسات هما تحديد تركيزات غازات الدفيئة التي يمكن اعتبارها بمثابة « تدخل خطير من جانب الانسان في النظام المناخي» ورسم مستقبل يتيح تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة. والغرض من هذا التقرير التجميعي هو توفير المعلومات العلمية والفنية والاجتماعية الاقتصادية التي يمكن استخدامها في جملة أمور من بينها مواجهة هذه التحديات. وقد أعد هذا التقرير على أساس تقارير الأفرقة العاملة التابعة للهيئة (IPCC) لعامي ١٩٩٤ و١٩٩٥.

١- ٦ ويتتبع التقرير مختلف المسائل التي تتناولها المادة ٢. فهو يلخص بإيجاز أولاً مدى تغير المناخ - «التدخل في النظام المناخي» - المقدر حدوثه نتيجة للأنشطة البشرية. وبعد ذلك يسلط الضوء على ما نعرفه عن مدى سرعة تأثر النظم الإيكولوجية والمجتمعات البشرية بتغيرات المناخ المحتملة، وخاصة فيما يتعلق بالزراعة وإنتاج الأغذية وبعوامل أخرى، مثل توافر الماء والصحة وتأثير ارتفاع مستوى سطح البحر، تُعّد اعتبارات مهمة للتنمية المستدامة. ومهمة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ هي توفير أساس علمي سليم يمكّن واضعي السياسات من أن يفسروا على نحو أفضل التدخل الخطير من جانب الإنسان في النظام المناخي.

١- ٧ وفي ظل الاتجاهات الحالية لتزايد انبعاثات معظم غازات الدفيئة ستتزايد تركيزات هذه الغازات في الغلاف الجوي حتى نهاية القرن المقبل وما بعده. ومع تزايد تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي سيتزايد مقدار التدخل في النظام المناخي كما ستتزايد احتمالات حدوث التأثيرات السلبية التي تنجم عن تغير المناخ والتي يمكن اعتبارها خطيرة. ولذلك بُحثت المسارات الممكنة لصافي الانبعاثات المستقبلية، التي قد تؤدي إلى التثبيت عند مستويات مختلفة، والاعتبارات العامة التي تنطوي عليها هذه المسارات. ويشكل هذا البحث الجزء التالي من التقرير ويأتي بعده ملخص للخيارات الفنية والخيارات على صعيد السياسات فيما يتعلق بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة مصارفها.

١- ٨ وبعد ذلك يتناول التقرير القضايا المتعلقة بالإنصاف وبضمان أن تمضي التنمية الاقتصادية قدماً على نحو مستدام. ويتضمن هذا القيام، على سبيل المثال، بتناول تقديرات الضرر المحتمل حدوثه بسبب تأثيرات تغير المناخ وتقديرات تأثيرات التكيف والتخفيف بما فيها التكاليف والفوائد. وأخيراً

---

(١) تعرّف سرعة التأثر بأنها مدى ما قد يلحقه تغير المناخ من تلف أو ضرر بنظام ما. وهي لا تتوقف على حساسية النظام فحسب وإنما أيضاً على قدرته على التكيف مع الأحوال المناخية الجديدة.

يشير عدد من الأفكار النيرة المستخلصة من الدراسات المتاحة إلى سبل اتخاذ إجراءات أولية (انظر القسم المعنون «طريق التقدم») حتى إذا كان من الصعب، في الوقت الحاضر، البت في تحديد هدف بخصوص التركيزات في الغلاف الجوي، بما في ذلك اعتبارات الأطر الزمنية، التي تحول دون «تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي».

١- ٩ ويثير تغير المناخ لمتخذ القرارات مجموعة من التعقيدات الهائلة: أوجه عدم اليقين المتبقية الكثيرة الكامنة في تعقد المشكلة، واحتمال تحمل أضرار أو تكاليف لا يمكن التخلص منها، وشدة طول أفق التخطيط، والفترات الطويلة الفاصلة بين الانبعاثات والآثار، والاختلافات الإقليمية الواسعة النطاق في الأسباب والآثار، ووجود مشكلة عالمية لا يمكن الحد منها، وتعدد غازات الدفيئة والأهباء الجوية (الأيروسولات) التي يتعين بحثها. وثمة تعقيد آخر علاوة على ذلك هو أن الحماية الفعالة للنظام المناخي تتطلب تعاوناً دولياً في ظل التفاوتات الواسعة النطاق في مستويات الدخل، والمرونة، والتوقعات الخاصة بالمستقبل؛ ويثير هذا قضايا تتعلق بالكفاءة وبالإنصاف ضمن النطاق الوطني وعلى الصعيد الدولي وبين الأجيال. والانصاف عنصر مهم لإضفاء الشرعية على القرارات ولتعزيز التعاون.

١- ١٠ وتتضمن القرارات المتعلقة بالمادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC) ثلاثة خيارات مستقلة ولكنها مترابطة: مستوى التثبيت ومسار صافي الانبعاثات وتكنولوجيات التخفيف وسياساته. ويعرض التقرير المعلومات العلمية والفنية المتوافرة عن هذه الخيارات الثلاثة. كما يشير إلى مواطن أوجه عدم اليقين المتبقية فيما يتعلق بهذه المعلومات. وتحدد المادة ٣ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ مجموعة من المبادئ التي يُسترشد بها في جملة أمور من بينها اتخاذ القرارات فيما يتعلق بالهدف النهائي للاتفاقية، كما هو مبين في المادة ٢.

وتقدم المادة ٣ - ٣[٢] إرشادات بشأن جملة أمور من بينها اتخاذ القرارات حيثما يفتقر الأمر إلى يقين علمي قاطع، وتقضي هذه الإرشادات بأن على الأطراف أن:

> «تتخذ تدابير وقائية لاستباق أسباب تغير المناخ أو الوقاية منها أو تقليلها إلى الحد الأدنى وللتخفيف من آثاره الضارة. وحيثما توجد تهديدات بحدوث ضرر جسيم أو غير قابل للإصلاح، لا ينبغي التذرع بالافتقار إلى يقين علمي قاطع كسبب لتأجيل اتخاذ هذه التدابير، على أن يؤخذ في الاعتبار أن السياسات والتدابير المتعلقة بمعالجة تغير المناخ ينبغي أن تتسم بفعالية الكلفة، بما يضمن تحقيق منافع عالمية بأقل كلفة ممكنة. ولتحقيق ذلك، ينبغي أن تأخذ هذه السياسات والتدابير في الاعتبار مختلف السياقات الاجتماعية الاقتصادية، وأن تكون شاملة، وأن تغطي جميع مصادر ومصارف وخزانات غازات الدفيئة ذات الصلة، والتكيف، وأن تشمل جميع القطاعات الاقتصادية. ويمكن تنفيذ جهود تناول تغير المناخ بالتعاون بين الأطراف المهتمة.»

كما يقدم تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ معلومات في هذا الصدد.

١- ١١ والنطاقات الزمنية الطويلة المشمولة في النظام المناخي (مثل المدة الطويلة لبقاء غازات الدفيئة في الغلاف الجوي) وفي وقت استبدال البنى الأساسية، والفترة الفاصلة الممتدة من عقود كثيرة إلى قرون بين تثبيت التركيزات وتثبيت الحرارة ومتوسط مستوى سطح البحر، تبين أهمية اتخاذ القرارات في الوقت المناسب.

(٢) سجلت الكويت اعتراضها على الاستشهاد بالفقرة الفرعية ٣ من المادة ٣ فقط وليس بالمادة كلها.

٢ تدخل الإنسان في النظام المناخي (UNFCCC)

التدخل حتى الآن

٢- ١ لفهم ما يشكل تركيزات غازات الدفيئة التي من شأنها أن تحول دون حدوث تدخل خطير في النظام المناخي يلزم أولاً فهم التركيزات والاتجاهات الحالية لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي وعواقبها (الحالية والمتوقعة على السواء) بالنسبة للنظام المناخي.

٢- ٢ وقد تزايدت تركيزات غازات الدفيئة، ومن بينها ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز، في الغلاف الجوي تزايداً كبيراً منذ ما قبل العصر الصناعي (سنة ١٧٥٠ ميلادية تقريباً): ثاني أكسيد الكربون من حوالي ٢٨٠ إلى نحو ٣٦٠ ج م ح[٣]، والميثان من ٧٠٠ إلى ١٧٢٠ ج ب ح، وأكسيد النيتروز من نحو ٢٧٥ إلى نحو ٣١٠ج ب ح. ويمكن أن تُعزى هذه الاتجاهات بدرجة كبيرة إلى الأنشطة البشرية، وبصفة رئيسية استخدام الوقود الأحفوري، والتغيير في استخدامات الأراضي، والزراعة. كما زادت تركيزات غازات الدفيئة البشرية المنشأ الأخرى. وأية زيادة في تركيزات غازات الدفيئة تفضي عادة إلى احترار إضافي للغلاف الجوي وسطح الأرض.

ويبقى كثير من غازات الدفيئة في الغلاف الجوي - ويؤثر في المناخ - لمدة طويلة.

٢- ٣ وقد أدى الهباء التروبوسفيري الناجم عن إحراق الوقود الأحفوري وحرق الكتلة الأحيائية والمصادر الأخرى إلى تأثير سالب مباشر وربما أيضاً إلى تأثير سالب غير مباشر بالقدر نفسه. وفي حين أن التأثير السالب يتركز في أقاليم بعينها ومناطق شبه قارية معينة فإن من الممكن أن تكون له آثار على الأنماط المناخية تتروح بين الآثار القارية النطاق والآثار على نطاق نصف الكرة الأرضية. وعلى الصعيد المحلي يمكن أن يكون تأثير الهباء كبيراً بما يكفي لأكثر من معادلة التأثير الموجب الناجم عن غازات الدفيئة. وعلى عكس غازات الدفيئة الطويلة العمر فإن الهباء البشري المنشأ قصير العمر جداً في الغلاف الجوي ومن ثم فإن تأثيره الإشعاعي يتكيف بسرعة مع الزيادات أو الانخفاضات في الانبعاثات.

(٣) ج م ح = جزء في المليون من حيث الحجم؛ ج ب ح = جزء في البليون (ألف مليون) من حيث الحجم. القيم المذكورة خاصة بعام ١٩٩٢.

٢- ٤ وقد زاد المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بما بين ٣ر.° و٦ر.° سلسيوس تقريباً منذ أواخر القرن التاسع عشر، ومن غير المحتمل أن يكون هذا التغير طبيعي المنشأ كلية. وتوحي مجموعة الأدلة المستقاة من التغيرات في المتوسط العالمي لدرجة حرارة الهواء السطحي ومن التغيرات في الأنماط الجغرافية والفصلية والرأسية لحرارة الغلاف الجوي بوجود تأثير بشري على المناخ العالمي يمكن تمييزه. وهناك أوجه عدم يقين في العوامل الرئيسية، بما في ذلك مقدار التقلبية الطبيعية الطويلة الأجل وأنماطها. وقد ارتفع مستوى سطح البحر على النطاق العالمي بما بين ١٠ سنتيمترات و٢٥ سنتيمتراً خلال الأعوام المائة الماضية وقد تكون نسبة كبيرة من هذا الارتفاع مرتبطة بالزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة.

٢- ٥ والبيانات الموجودة غير كافية لتحديد ما إذا كانت قد حدثت تغيرات عالمية في التقلبية المناخية أو الأحوال الجوية المتطرفة خلال القرن العشرين. وعلى النطاقات الإقليمية توجد أدلة واضحة على حدوث تغيرات في بعض الأحوال الجوية المتطرفة ومؤشرات التقلبية المناخية. ونزعت بعض هذه التغيرات نحو زيادة التقلبية والبعض الآخر نحو انخفاض التقلبية. بيد أنه لم يمكن حتى الآن إجراء تحديد قاطع لصلة واضحة بين هذه التغيرات الإقليمية والأنشطة البشرية.

النتائج المحتملة للتدخل في المستقبل

٢- ٦ في غياب سياسات للتخفيف أو أوجه تقدم تكنولوجي مهمة تقلل من الانبعاثات و/أو تعزز المصارف يتوقع أن تتزايد تركيزات غازات الدفيئة والأهباء الجوية خلال العقد المقبل. وقد وضعت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) مجموعة من السيناريوهات - سيناريوهات الهيئة من «أ» إلى «و» لعام ١٩٩٢- بخصوص انبعاثات سلائف غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل على أساس الافتراضات المتعلقة بالنمو السكاني والاقتصادي، واستخدام الأراضي، والتغيرات التكنولوجية، وتوافر الطاقة، والمزيج الوقودي، خلال الفترة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠[٤]. ومن المقدر أن تتراوح انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إطار هذه السيناريوهات، بحلول عام ٢١٠٠، بين نحو ٦ جيغاطن كربون[٥] في السنة، أي ما يعادل تقريباً الانبعاثات الحالية، و٣٦ جيغاطن كربون في السنة، مع افتراض أدنى سيناريو في مجموعة سيناريوهات الهيئة (IPCC) أن يكون النمو السكاني والاقتصادي منخفضاً حتى عام ٢١٠٠. ومن المقدر أن تتراوح انبعاثات الميثان بين ٥٤٠ و١١٧٠ تيراغرام[٦] ميثان في السنة (كانت انبعاثات عام ١٩٩٠ نحو ٥٠٠ تيراغرام ميثان)؛ ويقدر أن تتراوح انبعاثات أكسيد النيتروز بين ١٤ و١٩ تيراغرام نيتروجين في السنة (كانت انبعاثات عام ١٩٩٠ نحو ١٣ تيراغرام نيتروجين). وفي جميع الحالات تواصل تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي والتأثير الإشعاعي الكلي التزايد طوال فترة المحاكاة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠.

٢- ٧ وفيما يتعلق بسيناريو الهيئة (IPCC) المتوسط المدى للانبعاثات، وهو سيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢، تقدر النماذج، بافتراض قيمة «أفضل تقدير» للحساسية المناخية[٧] ومع تضمين آثار الزيادات المستقبلية في تركيزات الهباء الجوي، أنه ستحدث زيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بالنسبة إلى عام ١٩٩٠ مقدارها ٢°س تقريباً بحلول عام ٢١٠٠. وهذا التقدير أقل بحوالي الثلث من «أفضل تقدير» في عام ١٩٩٠. ويُعزى هذا بصفة رئيسية إلى سيناريوهات الانبعاثات الأدنى (وخاصة فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون ومركبات الكلورو فلورو كربون)، وتضمين التأثير التبريدي الذي يحدثه هباء الكبريتات، وتحسين معالجة دورة الكربون. ويؤدي الجمع بين سيناريو الهيئة الخاص بأقل الانبعاثات (سيناريو الهيئة «ج» لعام ١٩٩٢) وبين قيمة «منخفضة» للحساسية المناخية، مع تضمين آثار التغيرات المستقبلية في تركيزات الهباء الجوي، إلى زيادة مقدرة بنحو ١° س بحلول عام ٢١٠٠. ويشير التقدير المناظر في أعلى سيناريو للهيئة (سيناريو الهيئة «هـ» لعام ١٩٩٢)، مقترناً بقيمة «عالية» للحساسية المناخية، إلى حدوث احترار مقداره نحو ٣ر٥° س. وفي جميع الأحوال سيكون متوسط معدل الاحترار أكبر على الأرجح من أي معدل لوحظ في العشرة آلاف سنة الماضية، ولكن التغيرات الفعلية فيما بين السنوية والعقدية ستتضمن تقلبية طبيعية كبيرة. ومن الممكن أن تختلف التغيرات في الحرارة على النطاق الإقليمي اختلافاً كبيراً عن القيمة المتوسطة على النطاق العالمي. وبسبب القصور الذاتي الحراري للمحيطات لن يتحقق بحلول عام ٢١٠٠ سوى ٥٠ - ٩٠٪ من تغير الحرارة النهائي المحدَّث للتوازن وستواصل الحرارة الارتفاع بعد عام ٢١٠٠، حتى إذا تم تثبيت تركيزات غازات الدفيئة بحول ذلك الوقت.

٢- ٨ ومن المتوقع أن يرتفع متوسط مستوى سطح البحر نتيجة للتمدد الحراري للمحيطات وذوبان الجليديات والأغطية الجليدية. وفيما يتعلق بسيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢، تقدر النماذج، بافتراض قيمتي «أفضل تقدير» للحساسية المناخية ولحساسية ذوبان الجليد للاحترار ومع تضمين آثار التغيرات المستقبلية في تركيزات الهباء الجوي، أنه سيحدث ارتفاع في مستوى سطح البحر مقداره نحو ٥٠ سنتيمتراً فيما بين الوقت الحاضر وعام ٢١٠٠. وهذا التقدير أقل بحوالي ٢٥٪ من «أفضل تقدير» في عام ١٩٩٠ بسبب تقدير الحرارة الأدنى، ولكنه يعكس أيضاً التحسينات في نماذج المناخ وذوبان الجليد. ويؤدي الجمع بين السيناريو الخاص بأقل الانبعاثات (سيناريو الهيئة «ج» لعام ١٩٩٢) وبين الحساسية المناخية وحساسية ذوبان الجليد «المنخفضتين»، مع تضمين آثار الهباء الجوي، إلى تقدير حدوث ارتفاع في مستوى سطح البحر بنحو ١٥ سنتيمتراً فيما بين الوقت الحاضر وعام ٢١٠٠. ويشير التقدير المناظر في السيناريو الخاص بأعلى الانبعاثات (سيناريو الهيئة «هـ» لعام ١٩٩٢)، مقترناً بقيمة «مرتفعة» لكل من الحساسية المناخية وحساسية ذوبان الجليد، إلى حدوث ارتفاع في مستوى سطح البحر مقداره نحو ٩٥ سنتيمتراً فيما بين الوقت الحاضر وعام ٢١٠٠. وسيواصل مستوى سطح البحر الارتفاع بمعدل مماثل في القرون المقبلة بعد عام ٢١٠٠، حتى إذا تم تثبيت تركيزات غازات الدفيئة بحلول ذلك الوقت، كما سيواصل ذلك حتى بعد وقت تثبيت المتوسط العالمي لدرجة الحرارة. وقد تختلف التغيرات في مستوى سطح البحر على النطاق الإقليمي عن القيمة المتوسطة على النطاق العالمي بسبب حركة الأرض والتغيرات في تيارات المحيطات.

٢- ٩ والثقة في تقديرات النماذج المناخية المتقارنة للمحيطات والغلاف الجوي، التي يتراوح نطاقها بين نطاق نصف الكرة الأرضية والنطاق القاري، أكبر منها في التقديرات الإقليمية التي لا تزال الثقة فيها منخفضة. والثقة في تقديرات الحرارة أكبر منها في تقديرات التغيرات الهيدرولوجية.

٢- ١٠ وجميع عمليات المحاكاة بالنماذج، سواء كانت مدفوعة بزيادة تركيزات غازات الدفيئة والهباء الجوي (الأيروسولات) أم بزيادة تركيزات

---

(٤) انظر الجدول ١ في الملخص لواضعي السياسات، الذي أعده الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

(٥) لتحويل الوحدات جيغاطن كربون (ألف مليون طن كربون) إلى وحدات جيغاطن ثاني أكسيد الكربون تُضرب الوحدات جيغاطن كربون في ٣ر٦٧.

(٦) التيراغرام يعادل ١٢١٠ غرام.

(٧) في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تشير الحساسية المناخية عادة إلى التغير الطويل الأجل (المحدَّث للتوازن) في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بعد زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون المكافئ إلى الضعف. وهي تشير بشكل أعم إلى التغير، المحدَّث للتوازن، في درجة حرارة الهواء السطحي، بعد حدوث تغير بوحدة واحدة في التأثير الإشعاعي [درجة سلسيوس/واط في المتر المربع (°س/وم$^{-2}$)].

غازات الدفيئة وحدها، تظهر المعالم التالية: زيادة الاحترار السطحي للبابسة عن الاحترار السطحي للبحر في الشتاء، وحدوث أقصى احترار سطحي في خطوط العرض القطبية الشمالية في الشتاء واحترار سطحي ضئيل فوق القطب الشمالي في الصيف؛ ووجود دورة هيدرولوجية متوسطة عالمية معززة وزيادة التهطال ورطوبة التربة في خطوط العرض القطبية في الشتاء. وترتبط كل هذه التغيرات بآليات فيزيائية يمكن تمييزها.

٢- ١١ وستؤدي درجات الحرارة الأدفأ إلى دورة هيدرولوجية أقوى؛ ويترجم هذا إلى احتمالات حدوث حالات جفاف و/أو فيضانات أشد وخامة في بعض الأماكن وحالات جفاف و/أو فيضانات أقل وخامة في أماكن أخرى. وتشير عدة نماذج إلى حدوث زيادة في شدة التهطال، مما يوحي بإمكانية حدوث حالات سقوط أمطار مفرطة. والمعرفة الحالية لا تكفي لتحديد ما إذا كانت ستقع أي تغيرات في حدوث العواصف العنيفة، مثل الأعاصير المدارية، أو في توزعها الجغرافي.

٢- ١٢ وهناك أوجه عدم يقين كثيرة وعوامل عديدة تحد الآن من قدرتنا على توقع التغير المناخي المستقبلي واكتشافه. وتغيرات النظام المناخي المستقبلية غير المتوقعة والكبيرة والسريعة (مثل التغيرات التي حدثت في الماضي) هي بطبيعتها تغيرات يصعب التنبؤ بها. ويعني هذا ضمناً أن التغيرات المناخية المستقبلية قد تنطوي أيضاً على «مفاجآت». وهذه التغيرات تنشأ، على وجه الخصوص، عن الطابع غير الخطي للنظام المناخي. وعندما تخضع النظم غير الخطية لتأثيرات سريعة فإنها تكون معرضة بوجه خاص لأن تسلك سلوكاً غير متوقع. ويمكن تحقيق تقدم باستقصاء المكوِّنات الفرعية والعمليات غير الخطية للنظام المناخي. وتتضمن أمثلة هذا السلوك غير الخطي تغيرات الدوران السريعة في شمال المحيط الأطلسي والتغذيات المرتدة المرتبطة بتغيرات النظم الإيكولوجية الأرضية.

٣ حساسية النظم لتغير المناخ وتكيفها معه

٣-١ يقدم هذا القسم معلومات علمية وفنية يمكن استخدامها في مجالات منها تقييم ما إذا كانت مجموعة التأثيرات المعقولة المقدرة تشكل «تدخلاً خطيراً من جانب الانسان في النظام المناخي»، كما هو مشار إليه في المادة ٢، وتقييم خيارات التكيف. بيد أنه لا يمكن بعد ربط تأثيرات معينة بتركيزات محددة لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

٣- ٢ وصحة الانسان والنظم الإيكولوجية الأرضية والمائية والنظم الاجتماعية الاقتصادية (مثل الزراعة والحراجة ومصائد الأسماك وموارد المياه) جوهرية جميعها للتنمية البشرية ورفاه الانسان وكلها حساسة لمقدار تغير المناخ ومعدله على السواء. وفي حين أن من المحتمل أن تعاني مناطق كثيرة من آثار تغير المناخ الضارة - التي قد لا يمكن التخلص من بعضها - فمن المحتمل أن تكون بعض آثار تغير المناخ مفيدة. ومن ثم يمكن توقع أن تواجه قطاعات مختلفة في المجتمع مجموعة منوعة من التغيرات وضرورة التكيف معها.

٣- ٣ ويمثل تغير المناخ بفعل الانسان إجهاداً إضافياً مهماً، وخاصة للنظم الإيكولوجية والاجتماعية الاقتصادية الكثيرة التي تعاني فعلاً من التلوث، والطلبات المتزايدة على الموارد، والممارسات الإدارية غير المستدامة. ويتوقف مدى سرعة تأثر صحة الانسان والنظم الاجتماعية الاقتصادية - وبدرجة أقل النظم الايكولوجية - على الظروف الاقتصادية والبنية الأساسية المؤسسية. ويعني هذا ضمناً أن النظم أسرع تأثراً، على نحو نمطي، في البلدان النامية حيث الظروف الاقتصادية والمؤسسية أقل ملاءمة.

٣- ٤ وعلى الرغم من أن معارفنا زادت زيادة كبيرة خلال العقد الماضي وأن من الممكن وضع تقديرات نوعية فإن من الصعب إجراء اسقاطات كمية لتأثيرات تغير المناخ في أي نظام في أي موقع بعينه لأن اسقاطات تغير المناخ على النطاق الإقليمي غير أكيدة؛ وفهمنا الحالي لعمليات حاسمة كثيرة محدود؛ والنظم تتعرض لإجهادات مناخية وغير مناخية متعددة لا تكون تفاعلاتها دائماً خطية أو جمعية؛ ودراسات قليلة جداً هي التي تناولت بالبحث الاستجابات الدينامية لتركيزات غازات الدفيئة المطردة التزايد أو عواقب الزيادات التي تتجاوز ضعف تركيزات ثاني أكسيد الكربون المكافئ في الغلاف الجوي.

٣- ٥ وستثبت في العقود القادمة الصعوبة البالغة للكشف القاطع للتغيرات المناخية بفعل الانسان في معظم النظم الإيكولوجية والاجتماعية. وسبب هذا هو تعقد هذه النظم، وكثرة تغذياتها المرتدة غير الخطية، وحساسيتها لعدد كبير من العوامل المناخية وغير المناخية، وهي عوامل يتوقع أن تواصل كلها التغير على نحو متزامن. وحيث أن مناخ المستقبل يتجاوز حدود المعرفة التجريبية (أي التأثيرات الموثقة لتقلب المناخ في الماضي) فإن الأمر الأكثر ترجيحاً هو أن النتائج الفعلية ستتضمن مفاجآت وتغيرات سريعة غير متوقعة.

حساسية النظم

النظم الإيكولوجية الأرضية والمائية

٣- ٦ النظم الإيكولوجية تحتوي على احتياطي الأرض الكلي من تنوع العوامل الوراثية (الجينات) والأنواع الأحيائية وتوفر الكثير من السلع والخدمات بما في ذلك: '١' توفير الأغذية والألياف والأدوية والطاقة؛ '٢' معالجة وتخزين الكربون والمغذيات الأخرى؛ '٣'، امتصاص النفايات وتنقية المياه وتنظيم صرف المياه ومكافحة الفيضانات وتدهور التربة وتحات الشواطئ؛ '٤' توفير فرص الاستجمام والسياحة. وسيتغير تركيب نظم إيكولوجية كثيرة (مثل الغابات والمراعي والصحاري والنظم الجبلية والبحيرات والأراضي الرطبة والمحيطات) وتوزعها الجغرافي مع استجابة الأنواع الأحيائية فرادى للتغيرات في المناخ؛ وستكون هناك على الأرجح انخفاضات في التنوع الأحيائي وفي السلع والخدمات التي توفرها النظم الإيكولوجية للمجتمع. وقد لا تصل بعض النظم الإيكولوجية إلى توازن

جديد على مدى عدة قرون بعد وصول المناخ إلى توازن جديد. ويبين هذا القسم تأثير تغير المناخ في عدد من النظم الإيكولوجية المختارة.

٣- ٧ الغابات: تشير تقديرات النماذج إلى أنه نتيجة للتغيرات الممكنة في الحرارة وتوافر المياه في ظل حالات تضاعف ثاني أكسيد الكربون المكافئ[٨] المحدَّثة للتوازن سيخضع جزء كبير (متوسط عالمي مقداره الثلث يتفاوت بحسب المناطق من السبع إلى الثلثين) من مساحة الغابات القائمة على نطاق العالم لتغيرات كبرى في أنواع النبات الرئيسية، وستحدث أكبر التغيرات في خطوط العرض القطبية وأقلها في المنطقة المدارية. ومن المتوقع أن يحدث تغير المناخ بمعدل سريع بالنسبة للسرعة التي تنمو بها الأنواع الأحيائية الحرجية وتتكاثر وتعاود الاستقرار. ولذلك يحتمل أن يتغير تركيب الغابات من حيث الأنواع الأحيائية؛ وقد تختفي أنواع غابات كاملة وفي الوقت نفسه قد تنشأ مجموعات جديدة من الأنواع الأحيائية ومن ثم نظم إيكولوجية جديدة. ويمكن أن تنطلق مقادير كبيرة من الكربون في الغلاف الجوي أثناء التحول من نوع من أنواع الغابات إلى نوع آخر لأن المعدل الذي يمكن أن يُفقد به الكربون في أوقات المعدلات المرتفعة لفناء الغابات أكبر من المعدل الذي يمكن به اكتسابه خلال النمو حتى النضج.

٣- ٨ الصحاري والتصحر: من المحتمل أن تصبح الصحاري أشد تطرفاً، إذ من المقدر أنها، باستثناءات قليلة، ستصبح أشد حرارة ولكنها لن تكون أشد رطوبة بدرجة كبيرة. ويمكن أن تشكل زيادات الحرارة تهديداً للكائنات التي تعيش قرب حدود احتمالها للحرارة. والأرجح أن يصبح التصحر - تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وشبه الرطبة الجافة بسبب عوامل مختلفة، من بينها التقلبات المناخية والأنشطة البشرية - أمراً لا يمكن التخلص منه إذا أصبحت البيئة أشد جفافاً وزاد تدهور التربة بفعل التحات والتراص.

٣- ٩ النظم الإيكولوجية الجبلية: من المقدر أن يتحول التوزع العمودي للنباتات إلى الارتفاعات الأعلى؛ ومن الممكن أن تنقرض بعض الأنواع الأحيائية التي تقتصر نطاقاتها المناخية على قمم الجبال بسبب اختفاء الموئل أو انخفاض إمكانية الهجرة.

٣- ١٠ النظم الإيكولوجية المائية والساحلية: في البحيرات والجداول ستكون أكبر الآثار البيولوجية للاحترار عند خطوط العرض القطبية، حيث ستزداد الانتاجية البيولوجية، وعلى حدود مآلف الأنواع الأحيائية بالمناطق الباردة ومناطق المياه الباردة عند خطوط العرض المنخفضة، حيث سيكون الانقراض على أشده. ومن المحتمل أن يحدث تحول في التوزع الجغرافي للأراضي الرطبة مع التغيرات في الحرارة والتهطال. والنظم الساحلية مهمة اقتصادياً وإيكولوجياً ومن المتوقع أن تتفاوت تفاوتاً شديداً في استجاباتها للتغيرات في المناخ ومستوى سطح البحر. وبعض النظم الإيكولوجية الساحلية معرضة للخطر بوجه خاص، ومن بينها مستنقعات المياه المالحة، ونظم المانغروف الإيكولوجية، والأراضي الرطبة الساحلية، والشواطئ الرملية، والشعب المرجانية، والجزر المرجانية، ودلتات الأنهار. وستكون للتغيرات في هذه النظم الإيكولوجية آثار سلبية كبيرة على السياحة وإمدادات المياه العذبة ومصائد الأسماك والتنوع الأحيائي.

الهيدرولوجيا وإدارة موارد المياه

٣- ١١ تقدر النماذج أن ما بين ثلث ونصف الجليديات الجبلية القائمة يمكن أن يختفي خلال الأعوام المائة القادمة. كما سيؤثر انخفاض حجم الجليديات وعمق الغطاء الثلجي على التوزع الفصلي لتدفق الأنهار وإمدادات المياه اللازمة لتوليد الكهرباء بالقوة المائية وللزراعة. ومن الممكن أن تؤدي التغيرات الهيدرولوجية والانخفاضات المتوقعة في مساحة التربة الصقيعية وعمقها إلى حدوث ضرر واسع النطاق للبنية الأساسية، وتدفق إضافي لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وتغيرات في العمليات التي تساعد على تدفق الميثان في الغلاف الجوي.

٣- ١٢ وسيؤدي تغير المناخ إلى تكثيف الدورة الهيدرولوجية العالمية ويمكن أن تكون له تأثيرات كبيرة على موارد المياه الإقليمية. وتؤثر التغيرات في كمية التهطال الكلية وفي تواتره وشدته تأثيراً مباشراً على حجم الجريان السطحي وتوقيته وشدة الفيضانات وحالات الجفاف؛ بيد أن الآثار الإقليمية النوعية يكتنفها الآن عدم اليقين. ويمكن أن تسفر التغيرات الصغيرة نسبياً في الحرارة والتهطال، مع الآثار غير الخطية على التبخر - النتح ورطوبة التربة، عن تغيرات كبيرة نسبياً في الجريان السطحي وخاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وكمية إمدادات المياه ونوعيتها مشكلتان خطيرتان الآن بالفعل في مناطق كثيرة، بما فيها بعض المناطق الساحلية المنخفضة والدلتات والجزر الصغيرة، مما يجعل البلدان في هذه المناطق سريعة التأثر بشكل خاص بأي انخفاض إضافي في موارد المياه المحلية.

الزراعة والحراجة

٣- ١٣ سوف تتباين الغلات المحصولية والتغيرات في الانتاجية بسبب تغير المناخ تبايناً شديداً من منطقة إلى أخرى وفيما بين المواقع، وبذلك تغير أنماط الانتاج. ومن المقدر أن تزيد الانتاجية في بعض المناطق وتقل في مناطق أخرى، وخاصة في المناطق المدارية وشبه المدارية. وتبين الدراسات الموجودة أنه يمكن إجمالاً الحفاظ على تناسب الانتاج الزراعي العالمي مع الانتاج المرجعي في مواجهة تغير المناخ المتوقع في ظل حالات تضاعف ثاني أكسيد الكربون المكافئ المحدَّثة للتوازن. وفي هذا الاستنتاج تؤخذ في الحسبان آثار تخصيب ثاني أكسيد الكربون المفيدة ولكن لا تؤخذ في الاعتبار التغيرات في الآفات الزراعية ولا الآثار الممكنة للتقلبية المناخية المتغيرة. بيد أن التركيز على الانتاج الزراعي العالمي لا يعالج العواقب الخطيرة المحتملة للاختلافات الكبيرة على النطاقين المحلي والإقليمي، وحتى على نطاق خطوط العرض الوسطى. وقد يزيد خطر حدوث الجوع والمجاعة في بعض المواقع؛ ويتعرض كثيرون من أفقر سكان العالم - وخاصة أولئك الذين يعيشون في المناطق شبه المدارية والمدارية ويعتمدون على النظم الزراعية المنعزلة في المناطق شبه القاحلة والقاحلة - أشد التعرض لخطر زيادة الجوع. وقد تصبح إمدادات الخشب العالمية خلال القرن المقبل غير كافية بشكل متزايد لتلبية الاستهلاك المتوقع وذلك بسبب عوامل مناخية وغير مناخية على السواء.

البنى الأساسية البشرية

٣- ١٤ من الواضح أن تغير المناخ سيزيد من سرعة تأثر بعض سكان المناطق الساحلية بالفيضانات وفقد الأراضي بفعل التحات. وتشير التقديرات إلى أن نحو ٤٦ مليون شخص سنوياً معرضون حالياً لخطر الفيضانات التي تنجم عن عرام العواصف. وفي غياب تدابير للتكيف، ومع عدم أخذ النمو السكاني المتوقع في الحسبان، فإن من شأن ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار ٥٠ سنتيمتراً أن يزيد هذا العدد إلى نحو ٩٢ مليون شخص، كما أن من شأن ارتفاع مستوى سطح البحر بمتر واحد أن يزيده إلى نحو ١١٨ مليون شخص. وتبين الدراسات القائمة على تقدير ارتفاع سطح البحر بمتر واحد أن هناك خطراً خاصاً بالنسبة للجزر الصغيرة والدلتات. وهذه الزيادة واردة في أعلى مجموعة التقديرات التي وضعها لعام ٢١٠٠ الفريق العامل الأول التابع

[٨] انظر الفقرة ٤-١٧ للاطلاع على شرح لمعنى «ثاني أكسيد الكربون المكافئ».

للهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ؛ بيد أنه تجدر ملاحظة أن من المقدر فعلاً أن يواصل مستوى سطح البحر الارتفاع في القرون المقبلة بعد عام ٢١٠٠. وتتراوح خسائر الأراضي المقدرة بين ٠٫٠٥٪ في أوروغواي و٠٫١٪ بالنسبة لمصر و٦٪ بالنسبة لهولندا و١٧٫٥٪ بالنسبة لبنغلاديش وبين ٨٠٪ تقريباً بالنسبة لجزيرة ماجورو المرجانية في جزر مارشال، في ظل الحالة الراهنة لنظم الحماية. وستكون بعض الدول الجزرية الصغيرة وبلدان أخرى أسرع تأثراً لأن نظمها الحمائية البحرية والساحلية القائمة أقل رسوخاً. كما ستكون البلدان الأشد كثافة سكانية أسرع تأثراً. ويمكن أن يهدد عرام العواصف والفيضانات حضارات كاملة. وبالنسبة لهذه البلدان يمكن أن يفرض ارتفاع مستوى سطح البحر الهجرة الداخلية أو الدولية للسكان.

صحة الانسان

٣- ١٥ من المحتمل أن تكون لتغير المناخ تأثيرات شديدة التباين وضارة في معظمها على صحة الانسان مصحوبة بخسائر كبيرة في الأرواح. وتتضمن الآثار الصحية المباشرة حدوث زيادات في الوفيات (الناجمة عن أمراض القلب والجهاز التنفسي في المقام الأول) واعتلال الصحة بسبب زيادة متوقعة في شدة موجات الحرارة ومدتها. ومن شأن الزيادات في الحرارة في المناطق الأبرد أن تسفر عن انخفاض الوفيات ذات الصلة بالبرد. وتتضمن الآثار غير المباشرة لتغير المناخ، التي من المتوقع أن تسود، حدوث زيادات في الانتقال المحتمل للأمراض المعدية التي تحملها النواقل (مثل الملاريا والضنك والحمى الصفراء وبعض أنواع التهاب الدماغ الفيروسي) نتيجة لامتداد النطاق الجغرافي لنواقل الأمراض ومواسم نشاطها. وتشير اسقاطات النماذج (التي تستلزم افتراضات تبسيطية ضرورية) إلى أن الزيادات في الحرارة بما بين ٣°س و٥°س (مقابل تقدير الهيئة البالغ ١- ٣٫٥° س بحلول عام ٢١٠٠) يمكن أن تؤدي إلى زيادات محتملة في الإصابة بالملاريا (في حدود ٥٠ - ٨٠ مليون حالة سنوية إضافية، بالنسبة لإجمالي أساسي عالمي مفترض قدره ٥٠٠ مليون حالة)، وذلك بصفة رئيسية بين سكان المناطق المدارية وشبه المدارية وسكان المناطق المعتدلة ذات الحماية الأقل. ويمكن أيضاً أن تحدث بعض الزيادات في الإصابة بالأمراض المعدية التي لا تحملها النواقل- مثل داء السلمونيلات والكوليرا وداء الجياردیات - وذلك نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وزيادة الفيضانات. كما ستكون للقيود على موارد المياه العذبة وعلى الأطعمة المغذية، بالإضافة إلى تفاقم تلوث الهواء، عواقب بالنسبة لصحة الانسان.

٣- ١٦ ويصعب إجراء قياس كمي للتأثيرات المتوقعة لأن مدى الاضطرابات الصحية المستحثة مناخياً يتوقف على عوامل عديدة متواجدة معاً ومتفاعلة فيما بينها تحدد مدى سرعة تأثر السكان المعنيين، ومن هذه العوامل الظروف البيئية والاجتماعية الاقتصادية، والحالة التغذوية والمناعية، والكثافة السكانية، وإمكانية الحصول على خدمات رعاية صحية جيدة. ومن ثم فإن السكان ذوي مستويات الموارد الطبيعية والفنية والاجتماعية المختلفة سيختلفون في مدى حساسيتهم للتأثيرات الصحية المستحثة مناخياً.

التكنولوجيا وخيارات السياسات الخاصة بالتكيف

٣- ١٧ أدى التقدم التكنولوجي عموماً إلى زيادة خيارات التكيف فيما يتعلق بالنظم المدارة. وتتضمن خيارات التكيف فيما يتعلق بموارد المياه العذبة الإدارة الأكثر كفاءة للامدادات والبنى الأساسية القائمة؛ والترتيبات المؤسسية لتقييد الطلبات المستقبلية/لتعزيز الصيانة؛ والنظم المحسنة لمراقبة الفيضانات/حالات الجفاف والتنبؤ بها؛ وإصلاح مستجمعات المياه وخاصة في المنطقة المدارية؛ وتشييد خزانات جديدة. وستكون خيارات التكيف فيما يتعلق بالزراعة - مثل التغييرات في أنواع المحاصيل وأصنافها، وتحسين نظم إدارة المياه والري، والتغييرات في برامج الغرس وممارسات الحرث - مهمة في الحد من الآثار السلبية والاستفادة من التغيرات النافعة في المناخ. ومن الممكن أن تساعد الإدارة الفعالة للمناطق الساحلية والتخطيط الفعال لاستخدام الأراضي في توجيه انتقال السكان إلى أماكن بعيدة عن المواقع السريعة التأثر مثل السهول الفيضانية وجوانب التلال الشديدة الانحدار والخطوط الساحلية المنخفضة. وتتضمن خيارات التكيف للحد من الآثار الصحية التكنولوجيا الوقائية (مثل الاسكان وتكييف الهواء وتنقية المياه والتطعيم)، والتأهب لمواجهة الكوارث، والرعاية الصحية الملائمة.

٣- ١٨ بيد أن إمكانية حصول كثير من مناطق العالم الآن على هذه التكنولوجيات وعلى المعلومات الملائمة إمكانية محدودة. وفيما يتعلق ببعض الدول الجزرية فإن من شأن التكلفة المرتفعة لتوفير الحماية الكافية أن تجعل توفيرها أمراً غير ممكن أساساً، ولا سيما في ظل محدودية توافر رأس المال اللازم للاستثمار. وستعتمد كفاءة استراتيجيات التكيف واستخدامها على نحو فعال بالقياس إلى تكلفتها على توافر الموارد المالية، ونقل التكنولوجيا، والممارسات الثقافية والتعليمية والإدارية والمؤسسية والقانونية والتنظيمية، ذات النطاق المحلي والدولي على السواء. وسيؤدي إدماج الشواغل الخاصة بتغير المناخ في القرارات المتعلقة باستخدام الموارد وبالتنمية وفي الخطط الخاصة بالاستثمارات المنتظمة التوقيتات في البنى الأساسية إلى تيسير التكيف.

٤ النهج التحليلي لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي

٤- ١ تشير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ بشكل محدد إلى «تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي». ويقدم هذا القسم معلومات عن الأهمية النسبية لمختلف غازات الدفيئة بالنسبة للتأثير المناخي ويناقش الكيفية التي يمكن بها تعديل انبعاثات غازات الدفيئة لتحقيق التثبيت عند مستويات مختارة للتركيزات في الغلاف الجوي.

٤- ٢ ولثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز مصادر طبيعية ومصادر من صنع الانسان. وقد أسهمت الانبعاثات البشرية المنشأ لهذه الغازات بنحو ٨٠٪ من التأثير المناخي الإضافي الناجم عن غازات الدفيئة منذ ما قبل العصر الصناعي (أي منذ سنة ١٧٥٠ ميلادية تقريباً). ويبلغ إسهام ثاني أكسيد الكربون حوالي ٦٠٪ من هذا التأثير، أي نحو أربعة أمثال إسهام الميثان.

٤- ٣ وتتضمن غازات الدفيئة الأخرى الأوزون التروبوسفيري (الذي تتضمن سلائفه الكيميائية أكاسيد النيتروجين، ومركبات الهيدروكربون غير الميثانية، وأول أكسيد الكربون)، ومركبات الهالوكربون[٩] (بما في ذلك مركبات الهيدروكلورو فلوروكربون ومركبات الهيدروفلوروكربون) وسادس فلوريد الكبريت. وتوزع الهباء التروبوسفيري والأوزون التروبوسفيري غير متجانس زمنياً ومكانياً وأعمارهما في الغلاف الجوي قصيرة (من أيام إلى أسابيع). ويستجيب هباء الكبريتات لتدابير التخفيف وهي تدابير مفترضة في سيناريوهات الهيئة (IPCC).

٤- ٤ وتشير أكثرية سيناريوهات الانبعاثات إلى أن انبعاثات غازات الدفيئة، في غياب سياسات للتخفيف، ستواصل الارتفاع خلال العقد القادم وتؤدي إلى تركيزات لغازات الدفيئة تُغير المناخ بحلول عام ٢١٠٠، حسب التقديرات، بدرجة أكبر من التغيير الذي من المقدر أن يحدثه ضعف تركيزات ثاني أكسيد الكربون التي كانت موجودة قبل العصر الصناعي.

تثبيت غازات الدفيئة

٤- ٥ يلزم بحث جميع غازات الدفيئة المعنية عند التصدي لمسألة تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. ويُبحث أولاً ثاني أكسيد الكربون الذي، بسبب أهميته وسلوكه المعقد، يلزم بحثه بتفصيل أكبر مما يلزم بالنسبة لغازات الدفيئة الأخرى.

ثاني أكسيد الكربون

٤- ٦ يزال ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي بعدد من العمليات التي تحدث على نطاقات زمنية مختلفة. ومدة بقائه في النظام المناخي طويلة نسبياً، إذ تبلغ نحو قرن أو أكثر. وإذا أُبقي صافي الانبعاثات البشرية المنشأ العالمية[١٠] (أي المصادر البشرية المنشأ ناقصاً المصارف البشرية المنشأ) عند مستوياته الحالية (نحو ٧ جيغاطن كربون/سنة بما في ذلك الانبعاثات من إحراق الوقود الأحفوري وانتاج الأسمنت وتغيير استخدامات الأراضي) فإنه سيؤدي إلى معدل شبه ثابت للزيادة في التركيزات في الغلاف الجوي لمدة قرنين على الأقل، فتصل التركيزات إلى نحو ٥٠٠ ج م ح (قرابة ضعف التركيز فيما قبل العصر الصناعي البالغ ٢٨٠ ج م ح) بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين. وتبين نماذج دورة الكربون أنه لا يمكن تحقيق التثبيت الفوري لتركيز ثاني أكسيد الكربون عند مستواه الحالي إلا من خلال إجراء تخفيض فوري في انبعاثاته بنسبة ٥٠ - ٧٠٪ وتخفيضات أخرى بعد ذلك.

٤- ٧ وقد استُخدمت نماذج دورة الكربون لتقدير الصور البيانية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون فيما يتعلق بالتثبيت عند مستويات مختلفة لتركيز ثاني أكسيد الكربون. وقد أعدت هذه الصورة البيانية لمجموعة مستويات إيضاحية: ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ و١٠٠٠ ج م ح. ومن المسارات الممكنة الكثيرة لتحقيق التثبيت يوضح في الشكل ١ مساران لكل مستوى من مستويات التثبيت البالغة ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ ج م ح، ومسار للمستوى ١٠٠٠ ج م ح. وكلما كانت الزيادة في الانبعاثات (وبالتالي في التركيز) أكبر في هذه السيناريوهات تضمنت التقديرات تغير المناخ بوتيرة أسرع.

٤- ٨ وأي تركيز مثبت في نهاية الأمر تحكمه انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ المتراكمة من الآن حتى وقت التثبيت أكثر مما تحكمه طريقة تغير هذه الانبعاثات خلال تلك الفترة. ويعني هذا أنه بالنسبة لقيمة تركيز مثبت معينة تستلزم الانبعاثات الأكبر في العقود الأولى انبعاثات أقل بعد ذلك. والانبعاثات التراكمية من عام ١٩٩١ حتى عام ٢١٠٠ المناظرة لمستويات التثبيت هذه مبينة في الجدول ١، مع الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون بالنسبة لجميع سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢ (انظر الشكل ٢ أدناه والجدول ١ في الملخص لواضعي السياسات، الذي أعده الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، للاطلاع على تفاصيل هذه السيناريوهات).

٤- ٩ والشكل ١ والجدول ١ معروضان لتوضيح بعض القيود التي ستفرض على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل إذا أُريد تحقيق تثبيت مستويات التركيزات المبينة. ولا تشكل هذه الأمثلة أي نوع من التوصية بشأن الكيفية التي يمكن بها تحقيق مستويات التثبيت هذه أو بشأن مستوى التثبيت الذي قد يتم اختياره.

٤- ١٠ وعلى ضوء الانبعاثات التراكمية، والسيناريوهات السكانية والاقتصادية للفترة ١٩٩٠ - ١٩٩٢ التي يتضمنها سيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢، يمكن استنتاج المتوسط السنوي العالمي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من أجل سيناريوهات التثبيت على أساس المعدل الفردي أو معدل وحدة النشاط الاقتصادي. ولكي يظل التركيز في الغلاف الجوي أقل من ٥٥٠ ج م ح فإن المتوسط السنوي العالمي للانبعاثات في المستقبل لا يمكن، خلال القرن المقبل، أن يتجاوز المتوسط العالمي الحالي وسيتعين أن يكون أقل من ذلك كثيراً قبل نهاية القرن المقبل وبعدها. ويمكن أن يكون المتوسط السنوي العالمي للانبعاثات أعلى من ذلك بالنسبة لمستويات التثبيت التي تتراوح بين ٧٥٠ و١٠٠٠ ج م ح. ومع ذلك فإنه سيلزم، حتى لتحقيق مستويات التثبيت الأخيرة هذه، أن يكون المتوسط السنوي العالمي للانبعاثات أعلى من المستويات الحالية بأقل من ٥٠٪ على أساس المعدل الفردي أو أقل من نصف المستويات الحالية بالنسبة لوحدة النشاط الاقتصادي[١١].

٤- ١١[١٢] ويبلغ الآن المتوسط السنوي العالمي لانبعاثات الفرد من ثاني أكسيد الكربون بسبب إحراق الوقود الأحفوري نحو ١ر١ طن (ككربون). وبالإضافة إلى ذلك فإن مقداراً صافياً يبلغ نحو ٢ر. طن للفرد ينبعث من عمليات إزالة الغابات والتغييرات في استخدام الأراضي. ويبلغ المتوسط السنوي لانبعاثات الفرد من الوقود الأحفوري في البلدان المتقدمة والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية نحو ٨ ر٢ طن ويتراوح بين ٥ر١ و٥ر٥ طن. والرقم المقابل بالنسبة للبلدان النامية هو ٥ر٠ طن ويتراوح بين حد أدنى قدره ١ر. طن وحد أقصى - في حالات قليلة - يبلغ أكثر من ٢ر٠ طن (جميع الأرقام خاصة بعام ١٩٩٠).

٤- ١٢[١٣] وباستخدام تقديرات البنك الدولي للناتج المحلي الاجمالي بأسعار الصرف السائدة في السوق يبلغ المتوسط السنوي العالمي الحالي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتعلقة بالطاقة نحو ٣ر٠ طن لكل ألف دولار أمريكي من الناتج بأسعار عام ١٩٩٠. وبالإضافة إلى هذا يبلغ صافي

---

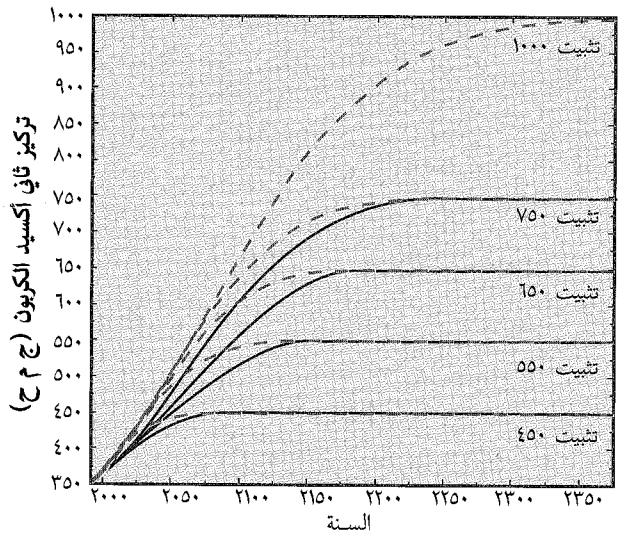
(٩) تخضع معظم مركبات الهالوكربون للمراقبة بموجب بروتوكول مونتريال وتغييراته وتعديلاته أما مركبات الهيدروفلوروكربون ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة فلا تخضع لهذه المراقبة.

(١٠) في بقية القسم ٤ ستختصر عبارة «صافي الانبعاثات البشرية المنشأ العالمية» (أي المصادر البشرية المنشأ ناقصاً المصارف البشرية المنشأ) إلى كلمة «الانبعاثات».

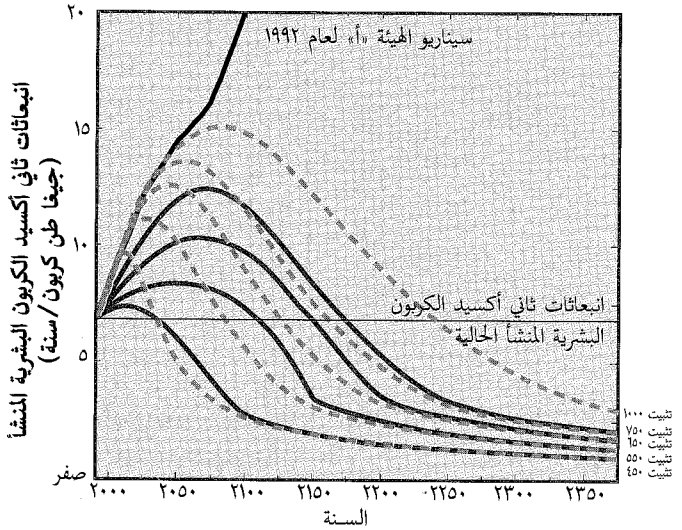
(١١) سجلت الصين معارضتها لاستخدام انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المستقاة على أساس معدل وحدة النشاط الاقتصادي.

(١٢) وافق الفريق على ألا تنطوي هذه الفقرة على أي مساس مسبق بالمفاوضات الجارية بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ.

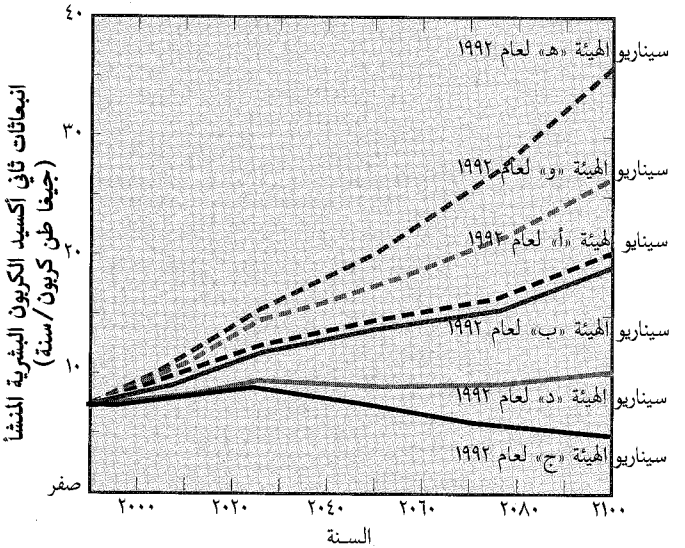
(١٣) وافق الفريق على ألا تنطوي هذه الفقرة على أي مساس مسبق بالمفاوضات الجارية بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ.



الشكل ١ (أ) – الصور البيانية لتركيزات ثاني أكسيد الكربون التي تؤدي إلى التثبيت عند ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ ج م ح تبعاً للمسارات المحددة في تقرير الهيئة (١٩٩٤) (المنحنيات غير المتقطعة) وللمسارات التي تتيح للانبعاثات اتباع سيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢ حتى عام ٢٠٠٠ على الأقل (المنحنيات المتقطعة). كما تم تحديد صورة بيانية واحدة تصل إلى حالة الثبات عندما يكون تركيز ثاني أكسيد الكربون ١٠٠٠ ج م ح وتتبع انبعاثات سيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢ حتى عام ٢٠٠٠ على الأقل. ويؤدي التثبيت عند التركيزات البالغة ٤٥٠ و٦٥٠ و١٠٠٠ ج م ح إلى زيادات في الحرارة محدِّثة للتوازن بالنسبة لعام ١٩٩٠[١٤] بسبب ثاني أكسيد الكربون وحده (أي لا تتضمن آثار غازات الدفيئة الأخرى والهباء الجوي) مقدارها نحو ١°س (المدى: ٥ر٠ إلى ٥ر١°س) و٢°س (المدى: ٥ر١ إلى ٤°س) و٥ر٣° س (المدى: ٢ إلى ٧° س)، على التوالي. وستؤدي زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون إلى ضعف ما كان عليه فيما قبل العصر الصناعي وهو ٢٨٠ ج م ح إلى تركيز مقداره ٥٦٠ ج م ح، كما ستسفر زيادة التركيز الحالي البالغ ٣٥٨ ج م ح إلى الضعف عن تركيز قدره نحو ٧٢٠ ج م ح.



الشكل ١ (ب) – انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تؤدي إلى التثبيت عند تركيزات مقدارها ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ و١٠٠٠ ج م ح تبعاً للصور البيانية الموضحة في (أ) من نموذج دورة كربون متوسطة المدى. والنتائج من النماذج الأخرى يمكن أن تختلف عن النتائج المعروضة هنا بما يصل إلى ± ١٥٪ تقريباً. ولأغراض المقارنة تبيَّن أيضاً انبعاثات ثاني أكسيد الكربون فيما يتعلق بسيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢ والانبعاثات الحالية (الخط الرفيع غير المتقطع).



الشكل ٢ – انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ السنوية في إطار سيناريوهات الانبعاثات لعام ١٩٩٢ التي وضعتها الهيئة (انظر الجدول ١ في الملخص لواضعي السياسات، الذي أعده الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، للاطلاع على مزيد من التفاصيل).

(١٤) لا تراعى في هذه الأرقام الزيادة في الحرارة (١ر٠ إلى ٧ر٢° س) التي تحدث بعد عام ١٩٩٠ بسبب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون قبل عام ١٩٩٠.

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتراكمة من عام ١٩٩١ إلى عام ٢١٠٠ (جيغاطن كربون)§	سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢
٧٧٠	ج
٩٨٠	د
١٤٣٠	ب
١٥٠٠	أ
١٨٣٠	و
٢١٩٠	هـ

حالة التثبيت	بالنسبة للصور البيانية أ*	بالنسبة للصور البيانية ب†
٤٥٠ ج م ح	٦٣٠	٦٥٠
٥٥٠ ج م ح	٨٧٠	٩٩٠
٦٥٠ ج م ح	١٠٣٠	١١٩٠
٧٥٠ ج م ح	‡١٢٠٠	‡١٣٠٠
١٠٠٠ ج م ح	–	‡١٤١٠

الجدول ١ – مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ المتراكمة من عام ١٩٩١ إلى نهاية عام ٢١٠٠ (جيغاطن كربون) بالنسبة لسيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢ (انظر الجدول ١ في الملخص لواضعي السياسات، الذي أعده الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) ولتثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون عند مستويات مختلفة تبعاً لمجموعتي المسارات المبينتين في الشكل ١ (أ). وقد حسبت الانبعاثات المتراكمة المفضية إلى تثبيت ثاني أكسيد الكربون باستخدام نموذج دورة كربون متوسطة المدى. ويمكن أن تكون النتائج من النماذج الأخرى أعلى أو أقل بنحو ١٥٪ من النتائج المعروضة هنا.

§ لأغراض المقارنة بلغت الانبعاثات خلال الفترة من عام ١٨٦٠ إلى عام ١٩٩٤ نحو ٣٦٠ جيغاطن كربون كان نحو ٢٤٠ جيغاطن كربون منها ناجماً عن استخدام الوقود الأحفوري و١٢٠ جيغاطن كربون عن إزالة الغابات وتغير استخدامات الأراضي.

* كما في تقرير الهيئة (١٩٩٤) – انظر الشكل (أ) (المنحنيات غير المتقطعة).

† الصور البيانية التي تتيح للانبعاثات اتباع سيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢ حتى عام ٢٠٠٠ على الأقل – انظر الشكل ١ (أ) (المنحنيات المتقطعة).

‡ لن تثبت التركيزات بحلول عام ٢١٠٠.

الانبعاثات العالمية الناجمة عن التغييرات في استخدام الأراضي نحو ٠٫٠٥ لكل ألف دولار أمريكي من الناتج بأسعار عام ١٩٩٠. والمتوسط السنوي الحالي للانبعاثات المتعلقة بالطاقة لكل ألف دولار أمريكي من الناتج بأسعار عام ١٩٩٠، المقيَّم باستخدام أسعار الصرف السائدة في السوق، يبلغ نحو ٠٫٢٧ في البلدان المتقدمة والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية ونحو ٠٫٤١ طن في البلدان النامية. وباستخدام تقديرات البنك الدولي للناتج المحلي الاجمالي بأسعار الصرف المعادلة بالقوة الشرائية يبلغ المتوسط السنوي للانبعاثات المتعلقة بالطاقة لكل ألف دولار أمريكي من الناتج بأسعار عام ١٩٩٠ نحو ٠٫٢٦ طن في البلدان المتقدمة والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية ونحو ٠٫١٦ طن في البلدان النامية[١٥].

الميثان

٤– ١٣ تتكيف تركيزات الميثان في الغلاف الجوي مع التغيرات في الانبعاثات البشرية المنشأ على مدى فترة تتراوح بين ٩ سنوات و١٥ سنة. وإذا خُفضت انبعاثات الميثان السنوية فوراً بنحو ٣٠ تيراغرام ميثان (حوالي ٨٪ من الانبعاثات البشرية المنشأ الحالية) فإن تركيزات الميثان ستبقى عند مستوياتها الموجودة اليوم. وإذا ظلت انبعاثات الميثان ثابتة عند مستوياتها الحالية فإن تركيزات الميثان (٠٢٧١ ج ب ح في عام ١٩٩٤) سترتفع إلى نحو ١٨٢٠ ج ب ح على مدى الأعوام الأربعين القادمة.

أكسيد النيتروز

٤– ١٤ لأكسيد النيتروز عمر طويل (نحو ١٢٠ سنة). ولتثبيت التركيز قرب مستوياته الحالية (٣١٢ ج ب ح في عام ١٩٩٤) سيلزم تخفيض المصادر البشرية المنشأ فوراً بأكثر من ٥٠٪. وإذا أُبقي على انبعاثات أكسيد النيتروز ثابتة عند مستوياتها الحالية فإن تركيز أكسيد النيتروز سيرتفع إلى نحو ٤٠٠ ج ب ح على مدى عدة مئات من الأعوام، مما سيزيد من تأثيره الاشعاعي الإضافي بعامل قدره أربعة عن مستواه الحالي.

نقاط أخرى بشأن التثبيت

٤– ١٥ لا يمكن تحقيق التثبيت الفعال لتركيزات الغازات الطويلة العمر جداً، مثل سادس فلوريد الكبريت أو مركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة، إلا بوقف الانبعاثات.

٤– ١٦ وتزداد أهمية إسهام ثاني أكسيد الكربون في التأثير المناخي، بالنسبة إلى أهمية إسهام غازات الدفيئة الأخرى، مع مرور الوقت في جميع سيناريوهات الانبعاثات لعام ١٩٩٢ التي أعدتها الهيئة (من «أ» إلى «و»). ففي سيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢، على سبيل المثال، يزيد إسهام ثاني أكسيد الكربون من نسبته الحالية البالغة ٦٠٪ إلى نحو ٧٥٪ بحلول عام ٢١٠٠. وخلال الفترة ذاتها يزيد تأثير كل من الميثان وأكسيد النيتروز بحساب الأرقام المطلقة بعامل يتراوح بين اثنين وثلاثة.

٤– ١٧ والأثر المشترك لجميع غازات الدفيئة في إحداث التأثير الإشعاعي كثيراً ما يعبر عنه بتركيز ثاني أكسيد الكربون المكافئ الذي يحدث التأثير نفسه. وبسبب آثار غازات الدفيئة الأخرى فإن التثبيت عند مستوى معين لتركيز ثاني أكسيد الكربون المكافئ يقتضي ضمناً إبقاء تركيز ثاني أكسيد الكربون عند مستوى أدنى.

٤– ١٨ وتثبيت تركيزات غازات الدفيئة لا يعني ضمناً أنه لن يكون هناك مزيد من تغير المناخ. فبعد تحقيق التثبيت سيواصل المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية الارتفاع على مدى بعض القرون، كما سيواصل مستوى سطح البحر الارتفاع لقرون كثيرة.

(١٥) هذه الحسابات الخاصة بالانبعاثات لكل وحدة من وحدات النشاط الاقتصادي لا تتضمن الانبعاثات الناجمة عن التغييرات في استخدام الأراضي أو التسويات التي تُظهر دور الاقتصاد غير الرسمي.

٥ التكنولوجيا وخيارات السياسات فيما يتعلق بالتخفيف

٥- ١ يتناول تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١٩٩٥) بالبحث مجموعة كبيرة من نُهج تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز مصادرها. ويقدم هذا القسم معلومات فنية عن الخيارات التي يمكن استخدامها لتخفيض الانبعاثات البشرية المنشأ لغازات الدفيئة الرئيسية وتعزيز مصارفها بغية تثبيت تركيزاتها؛ بيد أن هذا التحليل لا يتضمن أي محاولة لإجراء قياس كمي لما قد يرتبط بالتخفيف من نتائج محتملة فيما يتعلق بالاقتصاد الكلي.

٥- ٢ والتخفيضات الكبيرة في صافي انبعاثات غازات الدفيئة ممكنة فنياً ومن الممكن أن تكون مجدية اقتصادياً. ويمكن تحقيق هذه التخفيضات باستخدام مجموعة كبيرة من التكنولوجيات وتدابير السياسات التي تسَّرع استنباط التكنولوجيا ونشرها ونقلها في جميع القطاعات، بما فيها قطاعات الطاقة والصناعة والنقل والمباني السكنية/التجارية والزراعة/الحراجة.

٥- ٣ وتعتمد درجة تحقيق الامكانات الفنية والفعالية بالنسبة إلى التكلفة على المبادرات الرامية إلى التغلب على نقص المعلومات وتخطي العوائق الثقافية والمؤسسية والقانونية والمالية والاقتصادية التي تعوق نشر التكنولوجيا أو التغييرات السلوكية.

٥- ٤ وسيتم بحلول عام ٢١٠٠ إبدال نظام الطاقة التجاري القائم في العالم مرتين على الأقل، مما سيتيح الفرص لتغيير نظام الطاقة دون سحب من الطاقة الرأسمالية قبل الأوان؛ كما سيتم إبدال مقادير كبيرة من الطاقة الرأسمالية في قطاعات الصناعة والتجارة والاسكان والزراعة/الحراجة. وتتيح دورات إبدال الطاقة الرأسمالية هذه الفرص اللازمة لاستخدام تكنولوجيات جديدة أفضل أداءً.

الطلب على الطاقة

٥- ٥ تشير تقديرات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ١٩٩٢؛ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ١٩٩٤) إلى أنه بدون تدخل على صعيد السياسات يمكن أن تحدث زيادة كبيرة في الانبعاثات من قطاعات الصناعة والنقل والمباني التجارية/السكنية. وتبين دراسات عديدة أن من الممكن تحقيق زيادات في كفاءة الطاقة مقدارها ١٠- ٣٠٪ فوق المستويات الحالية بتكلفة تتراوح بين السالبة[١٦] والصفرية في كل من هذه القطاعات في أنحاء كثيرة من العالم عن طريق تدابير الصيانة الفنية والممارسات الإدارية المحسنة خلال العقدين القادمين أو العقود الثلاثة القادمة. وباستخدام التكنولوجيات التي تحقق في الوقت الحاضر أعلى ناتج من خدمات الطاقة مقابل مدخل معين من الطاقة سيكون من الممكن فنياً تحقيق زيادة في الكفاءة مقدارها ٥٠ - ٦٠٪ في بلدان كثيرة خلال الفترة الزمنية ذاتها. وسيعتمد تحقيق هذه الاحتمالات على تخفيضات التكاليف في المستقبل، ومعدل استنباط وتنفيذ التكنولوجيات الجديدة، والتمويل ونقل التكنولوجيا، وعلى تدابير تخطي مجموعة منوعة من العوائق غير الفنية. وبالنظر إلى تزايد استخدام الطاقة على النطاق العالمي فمن الممكن حتى لإحلال تكنولوجيا أكفأ محل التكنولوجيا الحالية أن يؤدي إلى زيادة مطلقة في انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل.

وتتضمن تكنولوجيات وتدابير تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة في القطاعات المستخدمة النهائية للطاقة:

- الصناعة: تحسين الكفاءة؛ وإعادة تدوير المواد والتحول إلى استخدام المواد ذات انبعاثات غازات الدفيئة الأقل؛ واستنباط عمليات أقل استخداماً للطاقة والمواد.
- النقل: استخدام معدات لقيادة المركبات مصممة بحيث تكون خفيفة الوزن وذات مقاومة منخفضة للهواء؛ واستخدام مركبات أصغر؛ وتغيير أنماط استخدام الأراضي ونظم النقل وأنماط الحركة وأساليب الحياة؛ والتحول إلى وسائل نقل تقل فيها كثافة استخدام الطاقة؛ واستخدام أنواع وقود وكهرباء بديلة من مصادر الوقود المتجددة وغيرها من مصادر الوقود التي لا تزيد تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.
- المباني التجارية/السكنية: الحد من انتقال الحرارة عبر هياكل المباني وزيادة كفاءة تكييف جو المباني وتحسين كفاءة نظم توفير المياه والإضاءة والتجهيزات.

إمدادات الطاقة

٥- ٦ يمكن فنياً تحقيق تخفيضات ضخمة في الانبعاثات في قطاع إمدادات الطاقة خلال ما بين ٥٠ و١٠٠ سنة باستخدام استراتيجيات بديلة، في توافق مع التوقيت العادي للاستثمارات اللازمة لإبدال البنى الأساسية والمعدات عندما تبلى أو تصبح عتيقة. وتتضمن النُهج المشجعة ما يلي دون ترتيب حسب الأولوية:

(أ) التخفيضات في غازات الدفيئة في نطاق استخدام الوقود الأحفوري

- التحويل الأكفأ للوقود الأحفوري (توليد الحرارة والكهرباء على نحو مشترك وزيادة كفاءة توليد الكهرباء)؛
- التحول إلى أنواع الوقود الأحفوري المنخفضة المحتوى من الكربون وكبح الانبعاثات (التحول من الفحم إلى النفط أو الغاز الطبيعي ومن النفط إلى الغاز الطبيعي)؛
- إزالة الكربون من غازات المداخن وأنواع الوقود وتخزين ثاني أكسيد الكربون (مثل إزالة وتخزين ثاني أكسيد الكربون الناجم عن استخدام مواد الوقود الأحفوري الأولية لصنع أنواع الوقود الغنية بالهيدروجين)؛
- تخفيض الانبعاثات الهاربة، وخاصة انبعاثات الميثان، في عمليات استخراج الوقود وتوزيعه.

(ب) التحول إلى مصادر الطاقة غير الوقود الأحفوري

- التحول إلى الطاقة النووية (إذا أمكن التوصل إلى استجابات مقبولة عموماً للشواغل المتعلقة بأمور مثل أمان المفاعلات، ونقل النفايات المشعة والتخلص منها، والانتشار النووي)؛
- التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة (مثل الطاقة الشمسية وطاقة الكتلة الأحيائية وطاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة الحرارية الأرضية).

---

[١٦] التكلفة السالبة تعني فائدة اقتصادية.

تكامل خيارات التخفيف على مستوى نظم الطاقة

٥- ٧ يفوق احتمال إجراء تخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة احتمال تحقيق كفاءة استخدام الطاقة بسبب إمكانية التحول عن أنواع وقود ومصادر طاقة إلى أنواع ومصادر أخرى، وخفض الطلب على خدمات الطاقة. ومن الممكن التوصل حتى إلى زيادة كفاءة الطاقة، ومن ثم إلى تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة، بسلاسل آليات شاملة تربط بين مصادر وخدمات الطاقة.

٥- ٨ ولتقييم التأثير المحتمل للمجموعات المؤتلفة من التدابير الفردية على مستوى نظم الطاقة وضع بيان وصفي يغطي «تجارب مُرَوَّى فيها» تستكشف أشكالاً مختلفة من نظام لإمدادات الطاقة منخفض الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون. وتوضح هذه الأشكال المختلفة الإمكانية الفنية لتحقيق تخفيضات ضخمة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من نظام امدادات الطاقة خلال ما بين ٥٠ و١٠٠ سنة باستخدام استراتيجيات بديلة. وتبين هذه العمليات الإمكانية الفنية لتخفيض الانبعاثات العالمية السنوية من ٦ جيغاطن كربون في عام ١٩٩٠ إلى نحو ٤ جيغاطن كربون في عام ٢٠٥٠ وإلى حوالي ٢ جيغاطن كربون بحلول عام ٢١٠٠. وسوف تتروح انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠ بين نحو ٤٥٠ جيغاطن كربون و٤٧٠ جيغاطن كربون في هذه الأشكال، وبذلك تُبقي التركيزات في الغلاف الجوي عند أقل من ٥٠٠ ج م ح.

٥- ٩ وتكاليف خدمات الطاقة المتكاملة بالنسبة إلى تكاليف الطاقة التقليدية تتوقف على الأسعار النسبية للطاقة في المستقبل، التي يكتنفها قدر كبير من عدم اليقين، وعلى خصائص الأداء والتكاليف المفترضة للتكنولوجيات البديلة. بيد أنه في نطاق المدى الواسع لأسعار الطاقة في المستقبل سيكون واحد أو أكثر من الأشكال قادراً على تقديم خدمات الطاقة المطلوبة بتكاليف تقديرية مماثلة تقريباً للتكاليف المستقبلية التقديرية للطاقة التقليدية الحالية. ولا يمكن أن يُحدد للأجل الأطول نظام طاقة مستقبلي ذي تكلفة دنيا لأن التكاليف النسبية للخيارات تتوقف على قيود الموارد والفرص التكنولوجية، وهي أمور غير معروفة معرفة تامة، وعلى إجراءات الحكومات والقطاع الخاص. ولتحسين كفاءة الطاقة والاستثمار الضخم والمستمر في أعمال البحث والتطوير والإرشاد للتشجيع على نقل ونشر التكنولوجيات البديلة في مجال إمدادات الطاقة أهمية حاسمة فيما يتعلق بتحقيق تخفيضات هائلة في انبعاثات غازات الدفيئة. ويحتاج الكثير من التكنولوجيات التي يجري استنباطها إلى دعم أولي من أجل دخول السوق والوصول إلى حجم يكفي لتقليل التكاليف بحيث تصبح تنافسية.

٥- ١٠ ودخول تكنولوجيات الطاقة المختلفة إلى السوق والتقبل المستمر لها يتوقفان بشكل أساسي على تكاليفها النسبية وأداءها (بما في ذلك الأداء البيئي) والترتيبات المؤسسية واللوائح والسياسات. وبسبب تفاوت التكاليف بحسب المواقع والاستخدامات فإن الظروف الشديدة التنوع تولد فرصاً أولية لدخول تكنولوجيات جديدة إلى السوق. وسيتطلب الفهم الأعمق لفرص تخفيضات الانبعاثات تحليلاً أكثر تفصيلاً للخيارات مع مراعاة الأحوال المحلية.

الانبعاثات من العمليات الصناعية والمستوطنات البشرية

٥- ١١ من الممكن في بعض الحالات تحقيق تخفيضات كبيرة في غازات الدفيئة ذات الصلة بالعمليات الصناعية، ومن بينها ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهالوكربون وسادس فلوريد الكبريت، والتي تنطلق أثناء العمليات الإنتاجية والصناعية، مثل إنتاج الحديد والصلب والألومنيوم وغاز النشادر والأسمنت وغيرها من المواد. وتتضمن التدابير في هذا الصدد تعديل عمليات الإنتاج، واستبعاد المذيبات، واستبدال المواد الأولية، وإبدال المواد المستخدمة، وزيادة إعادة التدوير، وخفض استهلاك المواد الكثيفة المحتوى من غازات الدفيئة. ومن الممكن أيضاً أن يؤدي احتجاز واستخدام الميثان من مقالب القمامة ومرافق معالجة مياه المجارير، وخفض معدل تسرب المبردات الهالوكربونية من المصادر المتحركة والثابتة، إلى تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة.

الزراعة والمراعي والحراجة

٥- ١٢ فضلاً عن استخدام وقود الكتلة الأحيائية ليحل محل الوقود الأحفوري يمكن أن تؤدي إدارة الغابات والأراضي الزراعية والمراعي دوراً هاماً في تخفيض الانبعاثات الحالية لثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز وتعزيز مصارف الكربون. ومن الممكن أن يحقق عدد من التدابير حفظ وعزل مقادير ضخمة من الكربون (٦٠ - ٩٠ جيغاطن كربون تقريباً في قطاع الحراجة وحده) خلال الأعوام الخمسين القادمة. وفي قطاع الحراجة تتضمن التدابير في هذا الصدد تحقيق استدامة الغطاء الحرجي القائم، وتبطئة إزالة الغابات، وتجديد الغابات الطبيعية، وإنشاء المزارع الشجرية، وتعزيز الحراجة الزراعية. ويمكن أن تؤدي الممارسات الأخرى في قطاع الزراعة إلى تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة الأخرى مثل الميثان وأكسيد النيتروز. وفي قطاع الحراجة تشير التقديرات إلى أن تكاليف حفظ وعزل الكربون في الكتلة الأحيائية والتربة شديدة التفاوت ولكنها يمكن أن تكون تنافسية مع تكاليف خيارات التخفيف الأخرى.

وسائل السياسات

٥-١٣ إن توافر التكنولوجيات القليلة الكربون متطلب أساسي، ولكنه ليس ضماناً، للقدرة على تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة بتكلفة معقولة. ويعتمد تخفيف حدة الانبعاثات على الحد من عوائق نشر التكنولوجيا ونقلها، وتعبئة الموارد المالية. ودعم بناء القدرات في البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية، ونُهج أخرى للمساعدة في تنفيذ التغييرات السلوكية والفرص التكنولوجية في جميع مناطق العالم. وستتباين مجموعة السياسات المثلى من بلد إلى آخر تبعاً لأسواق الطاقة الخاصة بالبلد المعني واعتباراته الاقتصادية وهيكله السياسي ومدى تقبل المجتمع لهذه السياسات. والدور القيادي للحكومات الوطنية في تطبيق هذه السياسات سيسهم في التصدي لعواقب تغير المناخ الضارة. وتبدو سياسات تخفيض صافي انبعاثات غازات الدفيئة أسهل تنفيذاً عندما تكون مصممة أيضاً لمعالجة شواغل أخرى تعوق التنمية المستدامة (مثل تلوث الهواء وتحات التربة). ويمكن لعدد من السياسات - التي قد تستخدم آحاد الدول كثيراً منها من جانب واحد، وقد تستخدم مجموعات من البلدان بعضها وهو ما سيتطلب اتفاقاً إقليمياً أو دولياً - أن تيسر تغلغل كل من التكنولوجيات ذات الاستخدام الأقل كثافة لغازات الدفيئة وأنماط الاستهلاك المعدلة. وتتضمن هذه جملة أمور من بينها ما يلي (دون ترتيب حسب الأولوية):

- إقامة أطر مؤسسية وهيكلية ملائمة؛
- استراتيجيات تسعير الطاقة، مثل ضرائب الانبعاثات الكربونية أوالطاقة وخفض الإعانات الخاصة بالطاقة؛
- الإلغاء التدريجي للسياسات القائمة المسببة للاختلال والتي تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة، مثل بعض الإعانات واللوائح، وعدم اعتبار

التكاليف البيئية أمراً داخلياً، والاختلالات في تسعير المنتجات الزراعية والنقل؛

- تراخيص الانبعاثات القابلة للتداول؛
- البرامج الطوعية والاتفاقات المتفاوض عليها مع الصناعة؛
- برامج إدارة جانب الطلب على المنافع؛
- البرامج التنظيمية، بما في ذلك المعايير الدنيا لكفاءة الطاقة، فيما يتعلق بالأجهزة والاقتصاد في استهلاك الوقود على سبيل المثال؛
- تنشيط أعمال البحث والتطوير والإرشاد لتوفير التكنولوجيات الجديدة؛
- برامج تعزيز الأسواق والإرشاد المستحثة لاستنباط التكنولوجيات المتقدمة وتطبيقها؛
- حوافز الطاقة المتجددة أثناء تعزيز الأسواق؛
- الحوافز مثل مخصصات الاستهلاك المعجَّل وتخفيض تكاليف المستهلكين؛
- التعليم والتدريب؛ والتدابير الإعلامية والاستشارية؛
- الخيارات الداعمة أيضاً لأهداف اقتصادية وبيئية أخرى.

٥-١٤ وقد يعكس اختيار التدابير على المستوى المحلي أهدافاً أخرى غير الفعالية بالقياس إلى التكلفة، ومن أمثلتها تحقيق الأهداف المالية. وإذا ما استخدمت ضريبة على انبعاثات الكربون أو الطاقة الكربونية كوسيلة من وسائل السياسات لخفض الانبعاثات فمن الممكن أن تحقق الضرائب إيرادات ضخمة ويمكن أن تؤثر كيفية توزيع الإيرادات تأثيراً هائلاً في تكلفة التخفيف. وإذ وزعت الإيرادات بتخفيض ما يتضمنه النظام القائم من ضرائب مسببة للاختلال فإنها ستساعد على خفض العبء الزائد للنظام الضريبي القائم مع احتمال أن تحقق فائدة اقتصادية إضافية (ربح مزدوج). وعلى سبيل المثال فإن الدراسات الأوروبية الأكثر تفاؤلاً فيما يتعلق باحتمال إعادة تدوير الضرائب تشير إلى انخفاض التكاليف وكذلك، في بعض الحالات، إلى تكاليف سالبة بقدر طفيف. وعلى العكس يمكن أن تؤدي إعادة التدوير غير الفعالة للإيرادات الضريبية إلى زيادة التكاليف. وعلى سبيل المثال فإنه إذا استخدمت الإيرادات الضريبية لتمويل برامج حكومية تدر عائداً أقل من استثمارات القطاع الخاص المضيعة بسبب الضريبة فسوف تزيد عندئذ التكاليف الإجمالية. كما قد يعكس اختيار الوسائل أهدافاً بيئية أخرى مثل تخفيض انبعاثات الملوِّثات الأخرى غير غازات الدفيئة أو زيادة الغطاء الحرجي أو شواغل أخرى مثل وقوع تأثيرات معينة على مناطق أو مجتمعات محددة.

٦ اعتبارات الإنصاف والاعتبارات الاجتماعية

٦-١ إن اعتبارات الإنصاف جانب مهم من جوانب كل من السياسة الخاصة بتغير المناخ والاتفاقية وفي تحقيق التنمية المستدامة.[١٧] وينطوي الإنصاف على قضايا إجرائية وقضايا تبعية. وتتعلق القضايا الإجرائية بكيفية اتخاذ القرارات، أما القضايا التبعية فتتعلق بالنتائج. ولكي تكون الاتفاقات فعالة وتعزز التعاون يجب اعتبارها قانونية، والإنصاف عنصر هام في اكتساب الصفة القانونية.

٦-٢ ويشمل الإنصاف الإجرائي القضايا الخاصة بالعمليات والمشاركة. وهو يتطلب أن تكون جميع الأطراف قادرة على المشاركة بفعالية في المفاوضات الدولية المتعلقة بتغير المناخ. وتزيد التدابير الملائمة لتمكين البلدان النامية الأطراف من المشاركة على نحو فعال في المفاوضات من توقعات التوصل إلى اتفاقات فعالة ودائمة ومنصفة بشأن كيفية مواجهة تهديدات تغير المناخ على أفضل نحو. ويشير القلق بخصوص الإنصاف والتأثيرات الاجتماعية إلى الحاجة إلى بناء القدرات المحلية وتقوية الطاقات المؤسسية، ولا سيما في البلدان النامية، بغية اتخاذ القرارات الجماعية وتنفيذها بطريقة قانونية ومنصفة.

٦-٣ وللإنصاف التبعي عنصران: توزيع تكاليف الأضرار أو التكيف وتكاليف تدابير تخفيف حدة تغير المناخ. ولما كانت البلدان تتباين تبايناً شديداً في مدى سرعة التأثر وفي الثروات والقدرات والموارد الطبيعية وفي العوامل الأخرى المبينة أدناه، فإن تكاليف الأضرار والتكيف والتخفيف قد يتم تحملها على نحو غير منصف ما لم تواجه هذه التكاليف مواجهة صريحة.

٦-٤ ومن المحتمل أن يفرض تغير المناخ تكاليف على أجيال المستقبل والمناطق التي تقع فيها أضرار، بما فيها المناطق ذات الانبعاثات المنخفضة لغازات الدفيئة. وسوف تتوزع تأثيرات تغير المناخ بصورة متفاوتة.

٦-٥ وتثير الجوانب المشتركة بين الأزمنة، التي تنطوي عليها السياسة الخاصة بتغير المناخ، مسائل تتعلق بالإنصاف فيما بين الأجيال، نظراً لأن أجيال المستقبل غير قادرة على التأثير بصورة مباشرة في السياسات التي يتم اختيارها اليوم والتي يمكن أن تؤثر في رفاهها، ولأنه ربما لا يمكن تعويض أجيال المستقبل عن التخفيضات اللاحقة في رفاهها. والخصم هو الأداة التحليلية الرئيسية التي يستخدمها الاقتصاديون لمقارنة الآثار الاقتصادية التي تحدث في أوقات مختلفة. ولاختيار سعر الخصم أهمية فنية حاسمة لتحليلات السياسة المتعلقة بتغير المناخ لأن الأفق الزمني بالغ الطول وتكاليف التخفيف تنزع إلى المجيء قبل الفوائد التي تُجنى من تفادي الأضرار بوقت طويل. وكلما ارتفع سعر الخصم قلت الفوائد المستقبلية وزادت أهمية التكاليف الحالية في التحليل.

٦-٦ وتعترف الاتفاقية في المادة ٣-١ بمبدأ المسؤوليات العامة المشتركة وإن كانت متباينة وقدرات كل طرف. والإجراءات خارج نطاق التدابير

[١٧] الإنصاف يعني، باللغة الدارجة، «صفة الحياد» أو «شيئاً عادلاً ومقسطاً».

«التي لا يُندم عليها[١٨]» تفرض تكاليف على الجيل الحالي. وتثير سياسات التخفيف، على نحو لا يمكن تجنبه، قضايا بشأن كيفية تقاسم التكاليف. وتمثل النوايا الأولية للأطراف المدرجين في المرفق الأول فيما يتعلق بالحد من الانبعاثات خطوة أولى جماعية اتفق عليها أولئك الأطراف لمواجهة تغير المناخ.

٦-٧ ويمكن أن تدعم حجج الانصاف مجموعة منوعة من المقترحات الخاصة بتوزيع تكاليف التخفيف. ويبدو أن معظمها يدور حول نهجين أو يجمع بينهما: تحديد حصص متساوية للانبعاثات الفردية وتحديد حصص على أساس الانحرافات التزايدية عن الانبعاثات الأساسية الوطنية (الحالية أو المتوقعة). وتأثيرات تغير المناخ في البلدان النامية مختلفة عنها في البلدان المتقدمة. فغالباً ما تكون للأولى أولويات ملحة ومؤسسات أضعف، وهي عامة أسرع تأثراً بتغير المناخ. بيد أن من المحتمل أن تواصل حصة البلدان النامية في الانبعاثات التزايد لتلبية احتياجاتها الاجتماعية والإنمائية. ومن المحتمل أن تصبح انبعاثات غازات الدفيئة عالمية بصورة متزايدة، حتى مع احتمال أن تظل التفاوتات الفردية الكبيرة قائمة.

٦-٨ وهناك اختلافات كبيرة فيما بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية على السواء تتعلق بتطبيق مبادئ الانصاف على التخفيف. وهي تشمل الاختلافات في الانبعاثات التاريخية والتراكمية، والانبعاثات الإجمالية والفردية الجارية، وكثافات الانبعاثات والناتج الاقتصادي، وتقديرات الانبعاثات المستقبلية، وعوامل مثل الثروة وهياكل الطاقة والموارد الطبيعية.

٦-٩ وقد تكون مجموعة منوعة من المبادئ الأخلاقية، بما فيها أهمية تلبية احتياجات الناس الأساسية، مناسبة لمواجهة تغير المناخ، لكن تطبيق المبادئ الموضوعة لتوجيه السلوك الفردي على العلاقات فيما بين الدول أمر معقد وغير مستقيم. وينبغي ألا تفاقم السياسات المتعلقة بتغير المناخ الاختلافات القائمة بين منطقة وأخرى وألا تحاول معالجة جميع قضايا الإنصاف.

(١٨) التدابير التي «لا يُندم عليها» هي التدابير التي فوائدها، مثل انخفاض تكاليف الطاقة وانخفاض انبعاثات الملوِّثات المحلية/الإقليمية، تعادل أو تفوق تكاليفها بالنسبة للمجتمع، باستثناء فوائد تخفيف حدة تغير المناخ. وهي تعرف أحياناً بأنها «تدابير جديرة بالتنفيذ على أية حال».

٧ يجب أن تمضي التنمية الاقتصادية قدماً على نحو مستدام

٧-١ التنمية الاقتصادية والتنمية الاجتماعية وحماية البيئة عناصر مترابطة ومتداعمة في التنمية المستدامة، وهي إطار جهودنا الرامية إلى تحسين نوعية حياة جميع الناس. وتشير اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ إلى وجوب تنسيق الاستجابات لتغير المناخ مع التنمية الاقتصادية والاجتماعية على نحو متكامل بغية تفادي أن تلحق تأثيرات ضارة بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية، مع المراعاة الكاملة للاحتياجات المشروعة ذات الأولوية للبلدان النامية لتحقيق التنمية المستدامة والقضاء على الفقر. كما تشير الاتفاقية إلى المسؤوليات المشتركة لجميع الأطراف، وإن كانت متباينة، وقدراتهم على حماية النظام المناخي. ويستعرض هذا القسم بإيجاز ما يعرف عن تكاليف وفوائد تدابير التخفيف والتكيف فيما يتعلق بجملة أمور من بينها استدامة التنمية الاقتصادية والبيئة.

٧-٢ وتشمل أضرار تغير المناخ الصافية كلاً من التأثيرات السوقية وغير السوقية بقدر ما يمكن تحديد كميتها في الوقت الحاضر وكذلك، في بعض الحالات، تكاليف التكيف. ويعبر عن الأضرار بالقيمة الصافية لمراعاة حقيقة أن هناك كذلك بعض تأثيرات مفيدة مترتبة على تغير المناخ ولكن تفوقها تكاليف الأضرار. وتشكل التأثيرات غير السوقية، مثل صحة الإنسان وخطر وفاة الإنسان والضرر الذي يلحق بالنظم الإيكولوجية، مكوِّناً هاماً من مكوِّنات التقديرات المتاحة للتكاليف الاجتماعية لتغير المناخ. بيد أن تقديرات الأضرار غير السوقية تخمينية بدرجة كبيرة وليست شاملة ومن ثم فإنها مصدر قدر كبير من عدم اليقين في تقدير آثار تغير المناخ العالمي بالنسبة لرفاه الإنسان.

٧-٣ وتوفر الكتابات المقيَّمة التي تقيس كمياً الأضرار الكلية الناجمة عن احترار يتراوح بين ٢و٣° س مجموعة كبيرة من التقديرات النقطية للأضرار في ظل التغير المفترض في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وتنزع قيمة التقديرات الإجمالية إلى أن تكون نسبة مئوية ضئيلة من الناتج المحلي الإجمالي على النطاق العالمي، مع تقديرات أعلى كثيراً، بوجه عام، للأضرار التي تلحق بالبلدان النامية في شكل حصة من ناتجها المحلي الإجمالي. وتخضع التقديرات الإجمالية لقدر كبير من عدم اليقين، ولكن مدى عدم اليقين لا يمكن أن يقاس من الكتابات. ولا يمكن تفسير مدى التقديرات على أنه نطاق ثقة، بالنظر إلى الافتراضات والمنهجيات الشديدة التباين في الدراسات. وقد يحجب التجميع أوجه عدم اليقين الأكبر من ذلك بشأن عناصر الأضرار. وتتضمن النهج الإقليمية أو القطاعية لتقدير نتائج تغير المناخ مجموعة أوسع نطاقاً من تقديرات الآثار الاقتصادية الصافية. ومن المقدر بالنسبة لبعض المناطق أن تكون الأضرار أكبر كثيراً وأن يمكن لها أن تؤثر تأثيراً سلبياً في التنمية الاقتصادية. وبالنسبة لغيرها من المناطق من المقدر أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة الإنتاج الاقتصادي وإتاحة فرص للتنمية الاقتصادية. ومن شأن معادلة قيمة عمر إحصائي بالمستوى النمطي في البلدان المتقدمة أن تزيد الأضرار المقيَّمة نقدياً إلى عدة أمثال ما هي عليه، وأن تزيد كذلك من نصيب البلدان النامية في التقدير الإجمالي للأضرار. والجزر الصغيرة والمناطق الساحلية المنخفضة سريعة التأثر بصورة خاصة. ولا تعكس هذه التقديرات الأضرار التي مصدرها الكوارث الواسعة النطاق الممكنة، مثل التغيرات الرئيسية في دوران المحيطات.

فوائد الحد من تغير المناخ

٧-٤ للحد من انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز المصارف فائدتان هما: (أ) أضرار تغير المناخ وتكاليف التكيف المتجنبة، (ب) الفوائد الاقتصادية

والبيئية غير المباشرة المرتبطة بالسياسات ذات الصلة، مثل خفض الملوِّثات الأخرى التي تنتج مع غازات الدفيئة، وحفظ التنوع الأحيائي، والابتكار التكنولوجي الذي يستحثه التصدي لتغير المناخ.

تكاليف التكيف

٧-٥ تتوافر خيارات كثيرة للتكيف مع تأثيرات تغير المناخ، مما يحد من الأضرار التي تلحق بالاقتصادات الوطنية والنظم الإيكولوجية الطبيعية. والخيارات التكيفية متوافرة في قطاعات كثيرة تمتد من الزراعة والطاقة إلى الصحة وإدارة المناطق الساحلية ومصائد الأسماك البعيدة عن الشواطئ والاستجمام. ويتيح بعض هذه الخيارات تعزيز القدرة على التصدي للتأثيرات الحالية لتقلب المناخ. ولا تتوافر تقديرات منهجية لتكاليف التكيف اللازم للتغلب على التأثيرات الواقعة على الزراعة وصحة الإنسان وإمدادات المياه والتغيرات الأخرى. وحيثما تكون تدابير التكيف ممكنة عملياً فإن تكاليف التكيف، مع ارتفاع مستوى سطح البحر مثلاً، يمكن أن تكون باهظة بالنسبة لبعض البلدان بدرجة تحول دون اتخاذ هذه التدابير من غير مساعدة خارجية.

تكاليف التخفيف وفوائده

٧-٦ إن تكاليف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى وداخل إطار زمني يحولان دون حدوث تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي ستعتمد بشكل جوهري على اختيار المسار الزمني للانبعاثات، وأنماط الاستهلاك، وتوافر الموارد والتكنولوجيا، واختيار وسائل السياسات. وستتأثر تكلفة برنامج التخفيف بمعدل استبدال رأس المال وسعر الخصم وتأثير البحث والتطوير. وعدم اعتماد سياسات في أقرب وقت ممكن لتشجيع الاستثمارات البديلة في نهاية العمر الاقتصادي لمصنع ومعدات (أي عند دوران الطاقة الرأسمالية) يفرض تكلفة اقتصادية على المجتمع. ومن المحتمل أن يكون تنفيذ تخفيضات الانبعاثات بمعدلات يمكن استيعابها خلال دورة الطاقة الرأسمالية العادية أرخص من فرض السحب السابق لأوانه الآن من الطاقة الرأسمالية. وبذلك ينطوي اختيار مسارات التخفيف على الموازنة بين المخاطر الاقتصادية المترتبة على التخفيف السريع الآن وبين المخاطر في حالة التأخير. وتدابير التخفيف التي تُتخذ على نحو يحقق الانتفاع بالفوائد البيئية الأخرى يمكن أن تكون فعالة بالقياس إلى تكاليفها وأن تعزز التنمية المستدامة. ومن الممكن، عن طريق إجراءات منسقة تتخذها مجموعات من البلدان، تقليص حركة الأنشطة الملوِّثة التي تفضي إلى حدوث زيادة في الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة.

٧-٧ ولئن كانت قد نُشرت دراسات قليلة جداً بخصوص تكاليف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي فإن بعض تقديرات تكاليف مختلف درجات تخفيضات الانبعاثات متوافرة في الكتابات. وتقديرات تكاليف التخفيف شديدة التفاوت تبعاً لما يختار من المنهجيات، والافتراضات الأساسية، وسيناريوهات الانبعاثات، ووسائل السياسات، وسنة التقرير، إلخ.

٧- ٨ وعلى الرغم من الاختلافات الكبيرة في الآراء يوجد اتفاق على أنه يمكن، خلال العقدين القادمين أو العقود الثلاثة القادمة، تحقيق زيادة كفاءة الطاقة بما قد يتراوح بين ١٠٪ و٣٠٪ فوق الاتجاهات الأساسية بتكلفة صافية سالبة أو صفرية. وفي ظل الآفاق الزمنية الأطول، التي تتيح دورة أكثر اكتمالاً للطاقة الرأسمالية وتعطي فرصة للبحث والتطوير والإرشاد وسياسات التحول السوقي للتأثير في دورات الاستبدال المتعددة، يكون هذا الاحتمال أعلى كثيراً. ويعتمد حجم هذا الاحتمال الخاص بما «لا يُندم عليه» على وجود عيوب سوقية أو مؤسسية كبيرة تحول دون تنفيذ تدابير فعالة بالقياس إلى تكاليفها لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة. ومن ثم فالمسألة الرئيسية هي مدى إمكانية إزالة هذه العيوب والعوائق على نحو فعال بالقياس إلى التكلفة وذلك بمبادرات على صعيد السياسات.

٧-٩ بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي: على الرغم من صعوبة التعميم توحي التحليلات من أعلى إلى أسفل[١٩] بأن تكاليف التخفيضات الكبيرة تحت مستويات عام ١٩٩٠ لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون يمكن أن تكون مرتفعة بحيث تبلغ عدة نقاط كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي. وفي الحالة المحددة الخاصة بتثبيت الانبعاثات عند مستويات عام ١٩٩٠ تقدر غالبية الدراسات أنه يمكن بلوغ تكاليف سنوية تتراوح بين أقل من ٠٫٥٪ من الناتج المحلي الإجمالي (ما يعادل زيادة مقدارها نحو ٦٠ بليون دولار في الإجمالي الخاص ببلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بمستويات الناتج المحلي الإجمالي اليوم) وبين أكثر من ٢٪ من الناتج المحلي الإجمالي (ما يعادل نقصاً مقداره نحو ٢٤٠ بليون دولار) خلال عدة عقود مقبلة. بيد أن الدراسات تبين أيضاً أن التوقيت الملائم لتدابير التخفيف وتوافر البدائل المنخفضة التكلفة قد يخفضان بدرجة كبيرة حجم الفاتورة الإجمالية. وتبين بعض الدراسات من أسفل إلى أعلى أن تكاليف تخفيض الانبعاثات بنسبة ٢٠٪ في البلدان المتقدمة خلال عقدين أو ثلاثة عقود تتراوح بين تكاليف طفيفة وتكاليف سالبة. وتوحي الدراسات الأخرى من أسفل إلى أعلى بوجود احتمال لتحقيق تخفيضات مطلقة تتجاوز ٥٠٪ في الأجل الأطول، دون زيادة التكاليف الكلية لنظام الطاقة بل ربما مع تخفيض هذه التكاليف.

٧-١٠ البلدان ذات الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية: إن احتمال تحقيق تخفيضات فعالة بالنسبة إلى تكلفتها في استخدام الطاقة قد يكون كبيراً، ولكن الاحتمال القابل للتحقيق سيعتمد على مسار التنمية الاقتصادية والتكنولوجية المختار وعلى مدى توافر رأس المال اللازم لمواصلة اتباع المسارات المختلفة. وثمة قضية حاسمة هي مستقبل التغييرات الهيكلية في هذه البلدان، التي يمكنها إحداث تغيير هائل في مستوى الانبعاثات الأساسية وتكاليف تخفيض الانبعاثات.

٧-١١ **البلدان النامية:** توحي التحليلات بأنه قد تكون هناك فرص للبلدان النامية لإجراء تخفيضات كبيرة منخفضة التكلفة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري. ومسارات التنمية التي تزيد من كفاءة الطاقة وتعزز تكنولوجيات الطاقة البديلة وتقلل من إزالة الغابات وتعزز الإنتاجية الزراعية وتوليد الطاقة من الكتلة الأحيائية يمكن أن تكون مفيدة اقتصادياً. وقد يتطلب سلوك هذا المسار تعاوناً دولياً واسع النطاق وتحويلات مالية وتكنولوجية كبيرة. بيد أن من المحتمل أن تكون هذه المسارات غير كافية لتعويض الانبعاثات الأساسية السريعة التزايد المرتبطة بتزايد النمو الاقتصادي والرفاه العام. ومن المرجح أن يكون تثبيت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون باهظ التكلفة.

---

(١٩) انظر الإطار ١ في الملخص لواضعي السياسات، الذي أعده الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، للاطلاع على شرح للنماذج المصممة من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى.

٧-١٢ وتقديرات تكاليف عدد من النهج المحددة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة أو تعزيز مصادر هذه الغازات شديدة التفاوت وتتوقف على خصائص كل موقع على حدة. وهذا صحيح بالنسبة لتكنولوجيات الطاقة المتجددة، مثلاً، ولخيارات عزل الكربون. ويمكن أن يحقق عزل الكربون معادلة ما بين ١٥ و٣٠٪ من انبعاثات عام ١٩٩٠ العالمية المتعلقة بالطاقة كل سنة في الغابات خلال الأعوام الخمسين القادمة. وتختلف تكاليف عزل الكربون، التنافسية مع خيارات السيطرة على المصادر، من منطقة إلى أخرى في العالم.

٧-١٣ ويمكن أن توفر مكافحة غازات الدفيئة الأخرى، وخاصة الميثان وأكسيد النيتروز، فرصاً كبيرة فعالة بالنسبة لتكلفتها في بعض البلدان. ويمكن خفض نحو ١٠٪ من انبعاثات الميثان البشرية المنشأ بتكلفة سالبة أو منخفضة باستخدام خيارات التخفيف المتاحة فيما يتعلق بمصادر للميثان مثل نظم الغاز الطبيعي، وإدارة النفايات، والزراعة. وتتفاوت التكاليف بين البلدان والمناطق فيما يتعلق ببعض هذه الخيارات.

إعانات الدعم والعيوب والعوائق السوقية

٧-١٤ يعاني الاقتصاد العالمي وكذلك، في الواقع، بعض آحاد الاقتصادات الوطنية من عدد من الاختلالات السعرية التي تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة، ومن أمثلتها بعض إعانات الدعم الخاصة بالزراعة والوقود والاختلالات في تسعير النقل. ويبين بعض الدراسات الخاصة بهذه القضية أن من الممكن تحقيق تخفيضات في الانبعاثات على النطاق العالمي تتراوح بين ٤ و١٨٪، مع تحقيق زيادات في الدخول الفعلية، عن طريق الإلغاء التدريجي لإعانات الوقود.

٧-١٥ وقد أُحرز تقدم في عدد من البلدان في التخفيض الفعال بالنسبة إلى التكلفة للعيوب والعوائق المؤسسية في الأسواق من خلال وسائل في مجال السياسات ترتكز على الاتفاقات الطوعية، وحوافز كفاءة الطاقة، ومعايير كفاءة الإنتاج، وبرامج تحقيق كفاءة الطاقة التي تتضمن المنتجين والإصلاحات التنظيمية للمرافق. وحيثما أُجريت تقديرات تجريبية وجد كثيرون أن نسبة فائدة زيادة الطاقة إلى تكلفتها نسبة مواتية، مما يوحي بالإمكانية العملية لتحقيق الاحتمالات التي «لا يُندم عليها» بتكلفة صافية سالبة.

قيمة المعلومات والبحوث الأفضل

٧-١٦ من المرجح أن تكون قيمة المعلومات الأفضل عن عمليات تغير المناخ وتأثيراته والتصدي له كبيرة. ويحظى تحليل القضايا الاقتصادية والاجتماعية المتصلة بتغير المناخ، وخاصة في البلدان النامية، بأولوية عالية في مجال البحوث. ويلزم إجراء مزيد من البحوث بخصوص آثار خيارات التصدي على العمالة والتضخم والتجارة والقدرة التنافسية وغيرها من القضايا العامة.

٨ طريق التقدم

٨-١ لا تقترح الكتابات العلمية والفنية والاقتصادية والكتابات في مجال العلوم الاجتماعية سبلاً للتقدم نحو بلوغ الهدف النهائي للاتفاقية. وتتضمن الإجراءات الممكنة في هذا الصدد تخفيف حدة تغير المناخ عن طريق تحقيق تخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز إزالتها بالمصارف، والتكيف مع التغير المناخي المرصود و/أو المتوقع، وأعمال البحث والتطوير والإرشاد لتحسين معرفتنا بمخاطر تغير المناخ وبالاستجابات الممكنة.

٨-٢ وتظل هناك أوجه عدم يقين تتعلق بتقدير ما يشكل تدخلاً خطيراً من جانب الإنسان في النظام المناخي وما يلزم القيام به لمنع هذا التدخل. بيد أن الكتابات تشير إلى توافر فرص كبيرة «لا يُندم عليها» في معظم البلدان وإلى أن صافي الضرر الكلي الذي ينجم عن تغير المناخ، واعتبار تفادي الخطر، والنهج الوقائي، توفر أسساً منطقية لاتخاذ إجراءات تتجاوز نطاق ما «لا يُندم عليه». وليس التحدي هو إيجاد أفضل سياسة اليوم للأعوام المائة المقبلة وإنما هو اختيار استراتيجية رشيدة مع تعديلها بمرور الوقت على ضوء المعلومات الجديدة.

٨-٣ وتوحي الكتابات بأن من الممكن للسياسات المرنة الفعالة بالنسبة للتكلفة والمعتمدة على الحوافز والوسائل الاقتصادية وعلى الوسائل المنسقة أن تقلل كثيراً من تكاليف التخفيف أو التكيف، أو أن تزيد من فعالية تدابير تخفيض الانبعاثات بالقياس إلى تكلفتها. وتلزم إشارات طويلة المدى ملائمة لتمكين المنتجين والمستهلكين من التكيف على نحو فعال بالنسبة للتكلفة مع القيود المفروضة على انبعاثات غازات الدفيئة، وتشجيع الاستثمار والبحث والتطوير والإرشاد.

٨-٤ وسوف يوفر الكثير من السياسات والقرارات الخاصة بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز مصارفها، وتثبيت تركيزاتها في الغلاف الجوي في نهاية الأمر، فرصاً وتحديات للقطاعين الخاص والعام. ويمكن لمجموعة مختارة بعناية من إجراءات التصدي الوطنية والدولية الرامية إلى تخفيف الانبعاثات والتكيف معها وتحسين المعرفة أن تحد من المخاطر التي يثيرها تغير المناخ بالنسبة للنظم الإيكولوجية والأمن الغذائي وموارد المياه وصحة الإنسان والنظم الطبيعية والاجتماعية الاقتصادية الأخرى. وهناك اختلافات كبيرة في تكلفة تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز المصارف فيما بين البلدان بسبب حالة تنميتها الاقتصادية، واختياراتها الخاصة بالبنى الأساسية، وقاعدة مواردها الطبيعية. ومن الممكن للتعاون الدولي في إطار اتفاقات ثنائية أو إقليمية أو دولية أن يقلل بدرجة كبيرة من التكاليف العالمية لتخفيض الانبعاثات وتقليل تسربات الانبعاثات. وسوف تساعد أعمال التصدي هذه، إذا نُفذت بعناية، في مواجهة تحدي تغير المناخ وتعزيز إمكانيات التنمية الاقتصادية المستدامة من أجل جميع الشعوب والأمم.

فريق صياغة التقرير التجميعي

برت بولين (رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ورئيس فريق الصياغة)؛ جون ت. هوتون؛ غيلفان ميرا فيلهو؛ روبرت ت. واطسون؛ م. ك. زينيويرا؛ جيمس بروس؛ هوسونغ لي؛ بروس كالاندر؛ ريتشارد موس؛ إريك هايتس؛ روبرتو أكوستا مورينو؛ طارق بنوري؛ زو دادي؛ برونسون غاردنر؛ خوسيه غولدمبرغ؛ جان - شارل هوركاد؛ مايكل جيفرسون؛ جيري مليلو؛ إرفينغ مينتزر؛ ريتشارد أودينغو؛ مارتين باري؛ مارثا بردومو؛ كورنيليا كينيت - ثيلين؛ بيير فلينغا؛ ناراسيمهان ساندرارامان (أمين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ).

المراجـــع

١- IPCC, 1990:

'١' Climate Change, The IPCC Scientific Assessment

'٢' Climate Change, The IPCC Impacts Assessment

'٣' Climate Change, The IPCC Response Strategies

'٤' Overview and Policymakers Summary

٢- IPCC, 1992:

'١' Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment

'٢' Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment

٣- IPCC, 1994: Climate Change 1994, Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios

٤- IPCC, 1995:

'١' التقرير التجميعي للمعلومات العلمية والفنية المشمولة بتقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والمتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ

'٢' Climate Change 1995, The Science of Climate Change

'٣' Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change 1995, Scientific-Technical Analyses of Climate Change

'٤' Climate Change 1995, The Economic and Social Dimensions of Climate Change

ملخص لواضعي السياسات:
علم تغير المناخ

الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية
المعنية بتغير المناخ

ملخص لواضعي السياسات: علم تغير المناخ

أُحرز تقدم كبير في فهم علم تغير المناخ[١] منذ عام ١٩٩٠ وأصبحت هناك بيانات وتحليلات جديدة متوافرة.

١- تركيزات غازات الدفيئة واصلت التزايد

أدت الزيادات في تركيزات غازات الدفيئة منذ ما قبل العصر الصناعي (أي منذ عام ١٧٥٠ تقريباً) إلى تأثير إشعاعي[٢] موجب في المناخ، مما يفضي إلى احترار السطح وإحداث تغيرات مناخية أخرى.

- تزايدت تركيزات غازات الدفيئة، ومن بينها ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز، في الغلاف الجوي تزايداً كبيراً: بنحو ٣٠٪ و١٤٥٪ و١٥٪ على التوالي (قيم عام ١٩٩٢). ويمكن أن تُعزى هذه الزيادات بدرجة كبيرة إلى الأنشطة البشرية، وبصفة رئيسية استخدام الوقود الأحفوري، والتغيير في استخدامات الأراضي، والزراعة.
- كانت معدلات تزايد تركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز منخفضة في أوائل التسعينات. وفي حين لا يوجد بعد تفسير كامل لهذا الاختلاف الطبيعي ظاهرياً فإن البيانات الحديثة تشير إلى أن معدلات التزايد مماثلة حالياً لمتوسطات معدلات التزايد خلال الثمانينات.
- يُعزى التأثير الإشعاعي المباشر لغازات الدفيئة الطويلة العمر (٢ر٤٥ وم$^{-٢}$) بصفة رئيسية إلى الزيادات في تركيزات ثاني أكسيد الكربون (١ر٥٦ وم$^{-٢}$) والميثان (٠ر٤٧ وم$^{-٢}$) وثاني أكسيد النيتروز (٠ر١٤ وم$^{-٢}$) (قيم عام ١٩٩٢).
- تبقى غازات دفيئة كثيرة في الغلاف الجوي لوقت طويل (يتراوح بين عقود كثيرة وقرون فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز)، ومن ثم فإنها تؤثر في التأثير الإشعاعي على نطاقات زمنية طويلة.
- التأثير الإشعاعي المباشر الناجم عن مركبات الكلوروفلوركربون ومركبات الهيدروكلوروفلوركربون معاً يبلغ ٠ر٢٥ وم$^{-٢}$. بيد أن صافي تأثيرها الإشعاعي يقل بنحو ٠ر١ وم$^{-٢}$ لأنها تسببت في استنفاد الأوزون الستراتوسفيري مما يحدث تأثيراً إشعاعياً سالباً.
- أبطأت وتيرة الزيادة في تركيزات مركبات الكلوروفلوروكربون، وليس في تركيزات مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون، حتى وصلت إلى الصفر تقريباً. ومن المتوقع أن تنخفض تركيزات مركبات الكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروكلوروفلوروكربون على السواء، واستنفادهما التالي للأوزون، انخفاضاً كبيراً بحلول عام ٢٠٥٠ نتيجة لتنفيذ بروتوكول مونتريال وتغييراته وتعديلاته.
- في الوقت الحاضر تسهم بعض غازات الدفيئة الطويلة العمر (وخاصة مركبات الهيدروفلوروكربون (مركبات بديلة لمركبات الكلوروفلوروكربون) ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة وسادس فلوريد الكبريت) إسهاماً ضئيلاً في التأثير الإشعاعي ولكن تزايدها المقدر يمكن أن يسهم بعدة نقاط كنسبة مئوية في التأثير الإشعاعي خلال القرن الحادي والعشرين.
- إذا أُبقيت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون قرب مستوياتها الحالية (١٩٩٤) فسوف تؤدي إلى معدل ثابت تقريباً لتزايد التركيزات في الغلاف الجوي لمدة قرنين على الأقل بحيث تصل إلى نحو ٥٠٠ ج م ح (ما يقارب ضعف مستوى التركيز فيما قبل العصر الصناعي وقدره ٢٨٠ ج م ح) بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين.
- تبين مجموعة من نماذج دورة الكربون أنه لا يمكن تحقيق تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند ٤٥٠ أو٦٥٠ أو١٠٠٠ ج م ح إلا إذا انخفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية البشرية المنشأ إلى مستويات عام ١٩٩٠ في غضون ٤٠ أو١٤٠ أو ٢٤٠ سنة تقريباً، على التوالي، من الآن ثم انخفضت انخفاضاً كبيراً عن مستويات عام ١٩٩٠ بعد ذلك.
- أي تركيز مثبت في نهاية الأمر تحكمه انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ المتراكمة من الآن حتى وقت التثبيت أكثر مما تحكمه طريقة تغير هذه الانبعاثات خلال تلك الفترة. ويعني هذا أنه بالنسبة لقيمة تركيز مثبت معينة تستلزم الانبعاثات الأكبر في العقود الأولى انبعاثات أقل بعد ذلك. وضمن مجموعة حالات التثبيت المدروسة فإنه للتثبيت عند ٤٥٠ أو٦٥٠ أو١٠٠٠ ج م ح تبلغ الانبعاثات البشرية المنشأ المتراكمة خلال الفترة من عام ١٩٩١ إلى عام ٢١٠٠ ما مقداره ٦٣٠ جيغاطن كربون[٣] و١٠٣٠ جيغاطن كربون و١٤١٠ جيغاطن كربون على التوالي (+ ١٥٪ تقريباً في كل حالة). ولأغراض المقارنة تتراوح الانبعاثات المتراكمة، فيما يتعلق بسيناريوهات الانبعاثات لعام ١٩٩٢ التي أعدتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، بين ٧٧٠ و٢١٩٠ جيغاطن كربون.
- سوف يستلزم تثبيت تركيزات الميثان وأكسيد النيتروز عند مستوياتها الحالية تخفيض الانبعاثات البشرية المنشأ بنسبة ٨٪ وبأكثر من ٥٠٪ على التوالي.
- توجد أدلة على أن تركيزات أوزون التروبوسفير في نصف الكرة الشمالي زادت منذ ما قبل العصر الصناعي بسبب النشاط البشري وأن هذا أدى إلى تأثير إشعاعي موجب. ولم تحدد بعد خصائص هذا التأثير تحديداً جيداً، ولكن من المقدر أنه يبلغ نحو ٠ر٤ وم$^{-٢}$ (١٥٪ من التأثير الإشعاعي الناشئ عن غازات الدفيئة الطويلة العمر). بيد أن رصدات العقد الأخير تبين أن الاتجاه التصاعدي أصبح أبطأ كثيراً أو توقف.

٢- الهباء الجوي البشري المنشأ يفضي إلى إحداث تأثير إشعاعي سالب

- أدت الأهباء الجوية (الأيروسولات) (جسيمات مجهرية عالقة في الهواء) الموجودة في التروبوسفير والناجمة عن إحراق الوقود الأحفوري وحرق

---

(١) تشير عبارة «تغير المناخ»، حسبما يستخدمها الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، إلى أي تغير يحدث في المناخ مع مرور الوقت بسبب التقلب الطبيعي أو نتيجة للنشاط البشري. ويختلف هذا عن استخدامها في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ حيث تشير عبارة «تغير المناخ» إلى تغير في المناخ يُعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي والذي يلاحظ، بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة.

(٢) مقياس بسيط لأهمية آلية تغير مناخ محتمل. والتأثير الاشعاعي هو الاضطراب الذي يحدث في ميزانية طاقة نظام الأرض - الغلاف الجوي (ويقاس بالواط في المتر المربع [وم$^{-٢}$]).

(٣) ١ جيغاطن كربون = ١ بليون طن كربون.

الكتلة الأحيائية والمصادر الأخرى إلى تأثير سالب مباشر مقداره ٠٫٥ وم$^{-٢}$، كمتوسط عالمي، وربما أيضاً إلى تأثير سالب غير مباشر بالقدر نفسه. وفي حين أن التأثير السالب يتركز في أقاليم بعينها ومناطق شبه قارية معينة فإن من الممكن أن تكون له آثار على الأنماط المناخية تتراوح بين الآثار القارية النطاق والآثار على نطاق نصف الكرة الأرضية.

- على الصعيد المحلي يمكن أن يكون تأثير الهباء الجوي كبيراً بما يكفي لأكثر من معادلة التأثير الموجب الناجم عن غازات الدفيئة.
- الهباء الجوي البشري المنشأ، على عكس غازات الدفيئة الطويلة العمر، قصير العمر جداً في الغلاف الجوي، ومن ثم فإن تأثيره الإشعاعي يتكيف بسرعة مع الزيادات أو الانخفاضات في الانبعاثات.

٣- المناخ تغير على مدى القرن الماضي

الاختلافات في الأحوال الجوية، في أي موقع، من سنة إلى أخرى يمكن أن تكون كبيرة، ولكن تحليلات بيانات الأرصاد الجوية وغيرها من البيانات التي تغطي مساحات كبيرة وفترات تبلغ عقوداً أو أكثر وفرت أدلة على حدوث بعض التغيرات المنتظمة الهامة.

- زاد المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بما بين ٣٫° و٦٫° سلسيوس تقريباً منذ أواخر القرن التاسع عشر؛ ولم تسفر البيانات الإضافية المتوافرة منذ عام ١٩٩٠ وعمليات إعادة التحليل المنفذة منذ ذلك الحين عن إحداث تغيير هام في مدى الزيادة التقديرية هذه.
- الأعوام الأخيرة من أشد الأعوام احتراراً منذ عام ١٨٦٠، أي في فترة التسجيل باستخدام الأجهزة، على الرغم من التأثير التبريدي الناجم عن الثوران البركاني لجبل بيناتوبو في عام ١٩٩١.
- زادت درجات الحرارة الليلية فوق اليابسة بمعدل أعلى بوجه عام من معدل زيادة درجات الحرارة النهائية.
- التغيرات الإقليمية واضحة أيضاً. وعلى سبيل المثال فإن الاحترار الذي حدث مؤخراً بلغ أشده فوق قارات منطقة خطوط العرض الوسطي في الشتاء والربيع، مع حدوث تبريد في مناطق قليلة، مثل شمال المحيط الأطلسي. وزاد التهطال فوق اليابسة في منطقة خطوط العرض القطبية بنصف الكرة الأرضية الشمالي، وخاصة خلال فصل البرد.
- ارتفع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بما بين ١٠ سنتيمترات و٢٥ سنتيمتراً خلال الأعوام المائة الماضية وقد تكون نسبة كبيرة من هذا الارتفاع مرتبطة بالزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة.
- البيانات الموجودة غير كافية لتحديد ما إذا كانت قد حدثت تغيرات عالمية في التقلبية المناخية أو الأحوال الجوية المتطرفة خلال القرن العشرين. وعلى النطاقات الإقليمية توجد أدلة واضحة على حدوث تغيرات في بعض الأحوال الجوية المتطرفة ومؤشرات التقلبية المناخية (من أمثلة ذلك تناقص الصقيع في مناطق عديدة واسعة الامتداد؛ وزيادة سقوط الأمطار الناجمة عن الأحوال الجوية المتطرفة فوق الولايات المتجاورة في الولايات المتحدة الأمريكية). وقد نزعت بعض هذه التغيرات نحو زيادة التقلبية، والبعض الآخر نحو انخفاض التقلبية.
- كان الطور الدافئ لظاهرة النينيو – التذبذب الجنوبي (الذي يسبب حالات جفاف وفيضانات في مناطق كثيرة) المستمر منذ عام ١٩٩٠ إلى أواسط عام ١٩٩٥ أمراً غير عادي في سياق الأعوام المائة والعشرين الماضية.

٤- توحي مجموعة الأدلة المتاحة بوجود تأثير بشري على المناخ العالمي يمكن تمييزه

سيضاف أي تأثير في المناخ بفعل الانسان إلى «الضوضاء» الطبيعية للتقلبية المناخية الطبيعية، التي تنجم عن التقلبات الداخلية وعن الأسباب الخارجية مثل التقلبية الشمسية أو ثوران البراكين. وتسعى دراسات الكشف ودراسات العزو إلى التمييز بين التأثيرات البشرية المنشأ والتأثيرات الطبيعية. و«كشف التغير» هو عملية اثبات أن التغير المرصود في المناخ غير عادي إلى حد بعيد من الناحية الاحصائية، ولكن هذه العملية لا تقدم سبباً لهذا التغير. و«العزو» هو عملية تحديد العلاقات بين الأسباب والتأثيرات، بما في ذلك اختبار الفرضيات المتنافسة.

ومنذ صدور تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعام ١٩٩٠ أُحرز تقدم كبير في محاولات التمييز بين التأثيرات الطبيعية والتأثيرات البشرية المنشأ في المناخ. وقد تم تحقيق هذا التقدم بتضمين تأثيرات هباء الكبريتات بالإضافة إلى تأثيرات غازات الدفيئة، مما أدى إلى تقديرات أكثر واقعية للتأثير الإشعاعي بفعل الانسان. واستُخدمت هذه التقديرات في النماذج المناخية لتوفير عمليات محاكاة أكثر اكتمالاً «للإشارة» الدالة على تغير المناخ بفعل الإنسان. وبالإضافة إلى ذلك وفرت عمليات المحاكاة الجديدة باستخدام النماذج المتقارنة للغلاف الجوي والمحيطات معلومات مهمة عن التقلبية المناخية الداخلية الطبيعية التي يتراوح نطاقها الزمني بين عقد وقرن تقريباً. وثمة مجال رئيسي آخر للتقدم هو تحول التركيز عن دراسات التغيرات في المتوسطات العالمية إلى مقارنات أنماط تغير المناخ المكانية والزمنية المنمذجة والمرصودة.

وأهم النتائج المتعلقة بقضايا الكشف والعزو هي:

- توحي الأدلة المحدودة المتاحة من المؤشرات المناخية غير المباشرة بأن المتوسط العالمي لدرجة الحرارة في القرن العشرين لا يقل عن المتوسط العالمي في أي قرن آخر منذ سنة ١٤٠٠ ميلادية على الأقل. والبيانات الخاصة بما قبل عام ١٤٠٠ بالغة الضآلة بحيث لا تتيح التقدير الموثوق به للمتوسط العالمي لدرجة الحرارة.
- استُخدمت في تقييمات الأهمية الإحصائية للاتجاه المرصود للمتوسط العالمي لدرجة حرارة الهواء السطحي خلال القرن الماضي مجموعة منوعة من التقديرات الجديدة للتقلبية الطبيعية الداخلية والتقلبية بفعل عوامل خارجية. وهذه التقديرات مستمدة من البيانات المرصودة باستخدام الأجهزة وبيانات المناخ القديم والنماذج المناخية البسيطة والمعقدة، والنماذج الإحصائية المهيأة من أجل الرصدات. وكشفت أكثرية هذه الدراسات عن وجود تغير كبير، كما أنها تبين أن من غير المحتمل أن يكون الاتجاه الاحتراري المرصود طبيعي المنشأ كلية.
- ثمة أدلة حديثة أكثر إقناعاً فيما يتعلق بالعزو إلى تأثير بشري في المناخ، وهي أدلة أخذت تنشأ عن الدراسات القائمة على الأنماط والتي يقارن فيها التأثير المشترك لغازات الدفيئة وهباء الكبريتات البشري المنشأ مع الأنماط الجغرافية والفصلية والرأسية المرصودة لتغير درجة حرارة الغلاف الجوي. وتبين هذه الدراسات أن تناظرات الأنماط هذه تتزايد بمرور الوقت، كما يتوقع المرء، مع تزايد قوة الاشارة البشرية المنشأ. وفضلاً عن ذلك فإن احتمال حدوث هذه التناظرات مصادفة نتيجة للتقلبية الداخلية الطبيعية فقط احتمال بالغ الضآلة. كما أن الأنماط الرأسية للتغير غير متسقة مع تلك المتوقعة فيما يتعلق بالتأثير الشمسي والبركاني.
- قدرتنا على القياس الكمي للتأثير البشري في المناخ العالمي محدودة حالياً لأن الإشارة المتوقعة ما زالت تنشأ عن ضوضاء التقلبية الطبيعية ولأنه لا تزال هناك أوجه عدم يقين فيما يتعلق بالعوامل الرئيسية. وتتضمن هذه

العوامل مقدار وأنماط التقلبية الطبيعية الطويلة الأجل والنمط المتطور زمنياً للتأثير بفعل التغيرات في تركيزات غازات الدفيئة والهباء الجوي، والتغيرات في سطح الأرض، وللتصدي لهذه التغيرات. ومع ذلك فإن مجموعة الأدلة المتاحة توحي بوجود تأثير بشري على المناخ العالمي يمكن تمييزه.

٥ - من المتوقع أن يواصل المناخ التغير في المستقبل

وضعت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) مجموعة سيناريوهات - سيناريوهات الهيئة من «أ» إلى «و» لعام ١٩٩٢ - بخصوص انبعاثات سلائف غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل على أساس الافتراضات المتعلقة بالنمو السكاني والاقتصادي، واستخدام الأراضي، والتغيرات التكنولوجية، وتوافر الطاقة، والمزيج الوقودي، خلال الفترة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠. وبفهم دورة الكربون العالمية وكيمياء الغلاف الجوي يمكن استخدام هذه الانبعاثات لتقدير تركيزات غازات الدفيئة والأهباء في الغلاف الجوي واضطراب التأثير الإشعاعي الطبيعي. ويمكن عندئذ استخدام النماذج المناخية لوضع تقديرات لمناخ المستقبل.

- أدت الواقعية المتزايدة لعمليات محاكاة مناخ الحاضر والماضي عن طريق النماذج المناخية المتقارنة للغلاف الجوي والمحيطات إلى زيادة ثقتنا في استخدامها لتقدير تغير المناخ في المستقبل. وتبقى هناك أوجه عدم يقين هامة، ولكنها أُخذت في الحسبان في المجموعة الكاملة من تقديرات التغيرات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة والمتوسط العالمي لمستوى سطح البحر.
- فيما يتعلق بسيناريو الهيئة (IPCC) المتوسط المدى للانبعاثات، وهو سيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢، تقدر النماذج، بافتراض قيمة «أفضل تقدير» للحساسية المناخية[٤] ومع تضمين آثار الزيادات المستقبلية في الهباء الجوي، أنه ستحدث زيادة في المتوسط العالمي لدرجة حرارة الهواء السطحي بالنسبة إلى عام ١٩٩٠ مقدارها ٢° س تقريباً بحلول عام ٢١٠٠. وهذا التقدير أقل بحوالي الثلث من «أفضل تقدير» في عام ١٩٩٠. ويُعزى هذا بصفة رئيسية إلى سيناريوهات الانبعاثات الأدنى (وخاصة فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون ومركبات الكلورو فلورو كربون)، وتضمين التأثير التبريدي الذي يحدثه هباء الكبريتات، وتحسين معالجة دورة الكربون. ويؤدي الجمع بين سيناريو الهيئة الخاص بأقل الانبعاثات (سيناريو الهيئة «ج» لعام ١٩٩٢) وبين قيمة «منخفضة» للحساسية المناخية، مع تضمين آثار التغيرات المستقبلية في تركيزات الهباء الجوي، إلى زيادة مقدرة بنحو ١° س بحلول عام ٢١٠٠. ويشير التقدير المناظر في أعلى سيناريو للهيئة (سيناريو الهيئة «هـ» لعام ١٩٩٢)، مقترناً بقيمة «عالية» للحساسية المناخية، إلى حدوث احترار مقداره نحو ٣٫٥° س. وفي جميع الأحوال سيكون متوسط معدل الاحترار أكبر على الأرجح من أي معدل لوحظ في العشرة آلاف سنة الماضية، ولكن التغيرات الفعلية فيما بين السنوية والعقدية ستتضمن تقلبية طبيعية كبيرة. ومن الممكن أن تختلف التغيرات في الحرارة على النطاق الإقليمي اختلافاً كبيراً عن القيمة المتوسطة على النطاق العالمي. وبسبب القصور الذاتي الحراري للمحيطات لن يتحقق بحلول عام ٢١٠٠ سوى ٥٠ - ٩٠٪ من تغير الحرارة النهائي المحدَّث للتوازن وستواصل الحرارة الارتفاع بعد عام ٢١٠٠، حتى إذا تم تثبيت تركيزات غازات الدفيئة بحلول ذلك الوقت.
- من المتوقع أن يرتفع متوسط مستوى سطح البحر نتيجة للتمدد الحراري للمحيطات وذوبان الجليديات والأغطية الجليدية. وفيما يتعلق بسيناريو الهيئة «أ» لعام ١٩٩٢، تقدر النماذج، بافتراض قيمتي «أفضل تقدير» للحساسية المناخية وحساسية ذوبان الجليد للاحترار ومع تضمين آثار التغيرات المستقبلية في الهباء الجوي، أنه سيحدث ارتفاع في مستوى سطح البحر مقداره نحو ٥٠ سنتيمتراً فيما بين الوقت الحاضر وعام ٢١٠٠. وهذا التقدير أقل بحوالي ٢٥٪ من «أفضل تقدير» في عام ١٩٩٠ بسبب تقدير الحرارة الأدنى، ولكنه يعكس أيضاً التحسينات في نماذج المناخ وذوبان الجليد. ويؤدي الجمع بين السيناريو الخاص بأقل الانبعاثات (سيناريو الهيئة «ج» لعام ١٩٩٢) وبين الحساسية المناخية وحساسية ذوبان الجليد «المنخفضتين»، مع تضمين آثار الهباء الجوي، إلى تقدير حدوث ارتفاع في مستوى سطح البحر بنحو ١٥ سنتيمتراً فيما بين الوقت الحاضر وعام ٢١٠٠. ويشير التقدير المناظر في السيناريو الخاص بأعلى الانبعاثات (سيناريو الهيئة «هـ» لعام ١٩٩٢)، مقترناً بقيمة مرتفعة لكل من الحساسية المناخية وحساسية ذوبان الجليد، إلى حدوث ارتفاع في مستوى سطح البحر مقداره نحو ٩٥ سنتيمتراً فيما بين الوقت الحاضر وعام ٢١٠٠. وسيواصل مستوى سطح البحر الارتفاع بمعدل مماثل في القرون المقبلة بعد عام ٢١٠٠، حتى إذا تم تثبيت تركيزات غازات الدفيئة بحلول ذلك الوقت، كما سيواصل ذلك حتى بعد وقت تثبيت المتوسط العالمي لدرجة الحرارة. وقد تختلف التغيرات في مستوى سطح البحر على النطاق الإقليمي عن القيمة المتوسطة على النطاق العالمي بسبب حركة الأرض والتغيرات في تيارات المحيطات.
- الثقة في تقديرات النماذج المناخية المتقارنة للمحيطات والغلاف الجوي، التي يتراوح نطاقها بين نطاق نصف الكرة الأرضية والنطاق القاري، أكبر منها في التقديرات الإقليمية التي لا تزال الثقة فيها منخفضة. والثقة في تقديرات الحرارة أكبر منها في تقديرات التغيرات الهيدرولوجية.
- جميع عمليات المحاكاة بالنماذج، سواء كانت مدفوعة بزيادة تركيزات غازات الدفيئة والهباء الجوي (الأيروسولات) أم بزيادة تركيزات غازات الدفيئة وحدها، تظهر المعالم التالية: زيادة الاحترار السطحي لليابسة عن الاحترار السطحي للبحر في الشتاء، وحدوث أقصى احترار سطحي في خطوط العرض القطبية الشمالية في الشتاء واحترار سطحي ضئيل فوق القطب الشمالي في الصيف؛ ووجود دورة هيدرولوجية متوسطة عالمية معززة وزيادة التهطال ورطوبة التربة في خطوط العرض القطبية في الشتاء. وترتبط كل هذه التغيرات بآليات فيزيائية يمكن تمييزها.
- بالإضافة إلى ذلك تبين معظم عمليات المحاكاة انخفاضاً في قوة الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في شمال المحيط الأطلسي وانخفاضاً واسع النطاق في المدى اليومي لدرجات الحرارة. ويمكن توضيح هاتين السمتين من حيث الآليات الفيزيائية التي يمكن تمييزها.
- للآثار المباشرة وغير المباشرة للهباء الجوي البشري المنشأ تأثير مهم في التقديرات. وبوجه عام تكون مقادير التغيرات في الحرارة والتهطال صغيرة عندما تمثِّل آثار الهباء الجوي، وخاصة في منطقة خطوط العرض الوسطى الشمالية. ويلاحظ أن التأثير التبريدي الذي يحدثه الهباء الجوي ليس مجرد معادلة للتأثير الاحتراري الذي تحدثه غازات الدفيئة، ولكنه يؤثر تأثيراً كبيراً في بعض أنماط تغير المناخ القارية النطاق، ولا سيما في نصف الكرة الصيفي. وعلى سبيل المثال فإن النماذج التي تُدخل في الحسبان آثار غازات الدفيئة فقط تتوقع عادة حدوث زيادة في التهطال ورطوبة التربة في منطقة الموسميات الصيفية الآسيوية، أما النماذج التي

(٤) في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تشير الحساسية المناخية عادة إلى التغير الطويل الأجل (المحدَّث للتوازن) في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بعد زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون المكافئ إلى الضعف. وهي تشير بشكل أعم إلى التغير، المحدَّث للتوازن، في درجة حرارة الهواء السطحي، بعد حدوث تغير بوحدة واحدة في التأثير الإشعاعي [درجة سلسيوس/واط في المتر المربع (°س وم$^{-٢}$)]

تتضمن بالإضافة إلى ذلك بعض آثار الهباء الجوي فتشير إلى أن التهطال الموسمي قد يتناقص. ويؤثر التوزع المكاني والزمني للهباء الجوي تأثيراً كبيراً في التقديرات الإقليمية، ومن ثم فإنها أكثر اتساماً بعدم اليقين.

- من المتوقع أن يؤدي احترار عام إلى زيادة في حدوث الأيام البالغة الحرارة ونقصان في حدوث الأيام البالغة البرودة.
- ستؤدي درجات الحرارة الأدفأ إلى دورة هيدرولوجية أقوى؛ ويترجم هذا إلى احتمالات حدوث حالات جفاف و/أو فيضانات أشد وخامة في بعض الأماكن وحالات جفاف و/أو فيضانات أقل وخامة في أماكن أخرى. وتشير عدة نماذج إلى حدوث زيادة في شدة التهطال، مما يوحي بإمكانية حدوث حالات سقوط أمطار مفرطة. والمعرفة الحالية لا تكفي لتحديد ما إذا كانت ستقع أي تغيرات في حدوث العواصف العنيفة، مثل الأعاصير المدارية، أو في توزعها الجغرافي.
- من الممكن أن يسفر تغير المناخ السريع المستدام عن تحول في التوازن التنافسي فيما بين الأنواع الأحيائية بل وأن يؤدي إلى الموت التدريجي للغابات، مما يعدل من امتصاص الأرض للكربون وإطلاقها له. ومقدار ذلك يكتنفه عدم اليقين، ولكنه يمكن أن يتفاوت من صفر إلى ٢٠٠ جيغاطن كربون على مدى يتراوح بين القرن القادم والقرنين القادمين، تبعاً لمعدل تغير المناخ.

٦- لا تزال هناك أوجه عدم يقين كثيرة

تحد عوامل كثيرة في الوقت الحالي من قدرتنا على تقدير وكشف تغير المناخ في المستقبل. وللحد من أوجه عدم اليقين يلزم، على وجه الخصوص، القيام بمزيد من العمل بشأن المواضيع التالية ذات الأولوية:

- تقدير الانبعاثات والدورات الكيميائية الأرضية الأحيائية المستقبلية (بما في ذلك المصادر والمصارف) لغازات الدفيئة والهباء الجوي وسلائف الهباء الجوي وإسقاطات التركيزات والخواص الإشعاعية في المستقبل.
- تمثيل العمليات المناخية في النماذج، وخاصة التغذيات المرتدة المرتبطة بالسحب والمحيطات والجليد البحري والنباتات، بغية تحسين تقديرات معدلات تغير المناخ وأنماطه الإقليمية.
- الجمع المنتظم للرصدات الجهازية وغير المباشرة الطويلة الأجل لمتغيرات النظام المناخي (مثل إجمالي الإشعاع الشمسي، ومكوّنات ميزانية الطاقة الجوية، والدورات الهيدرولوجية، وخصائص المحيطات، وتغيرات النظم الإيكولوجية) لأغراض اختبار النماذج وتقدير التقلبية الزمنية والإقليمية ومن أجل دراسات الكشف والعزو.

وتغيرات النظام المناخي المستقبلية غير المتوقعة والكبيرة والسريعة (مثل التغيرات التي حدثت في الماضي) هي بطبيعتها تغيرات يصعب التنبؤ بها. ويعني هذا ضمناً أن التغيرات المناخية المستقبلية قد تنطوي أيضاً على «مفاجآت». وهذه التغيرات تنشأ، على وجه الخصوص، عن الطابع غير الخطي للنظام المناخي. وعندما تخضع النظم غير الخطية لتأثيرات سريعة فإنها تكون معرضة بوجه خاص لأن تسلك سلوكاً غير متوقع. ويمكن تحقيق تقدم باستقصاء المكوّنات الفرعية والعمليات غير الخطية للنظام المناخي. وتتضمن أمثلة هذا السلوك غير الخطي تغيرات الدوران السريعة في شمال المحيط الأطلسي والتغذيات المرتدة المرتبطة بتغيرات النظم الإيكولوجية الأرضية.

ملخص لواضعي السياسات:
التحليلات العلمية الفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته

الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

ملخص لواضعي السياسات:
التحليلات العلمية الفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته

١- نطاق التقييم

المهمة التي كُلف بها الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) هي استعراض حالة المعرفة بخصوص تأثيرات تغير المناخ في النظم الفيزيائية والإيكولوجية، وصحة الانسان، والقطاعات الاجتماعية الاقتصادية. كما عُهد إلى الفريق العامل الثاني باستعراض المعلومات المتاحة عن الجدوى الفنية والاقتصادية لمجموعة من استراتيجيات التكيف والتخفيف الممكنة. ويوفر هذا التقييم المعلومات العلمية والفنية والاقتصادية التي يمكن استخدامها في جملة أمور من بينها تقييم ما إذا كان المدى المقدر للتأثيرات المعقولة يشكل «تدخلاً خطيراً من جانب الانسان في النظام المناخي»، على النحو المشار إليه في المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC)، وتقييم خيارات التكيف والتخفيف التي يمكن استخدامها في التقدم نحو الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (انظر الإطار ١).

الإطار ١- الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (المادة ٢)

«... تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الانسان في النظام المناخي. وينبغي بلوغ هذا المستوى في إطار فترة زمنية كافية تتيح للنظم الإيكولوجية أن تتكيف بصورة طبيعية مع تغير المناخ، وتضمن عدم تعرض إنتاج الأغذية للخطر، وتسمح بالمضي قدماً في التنمية الاقتصادية على نحو مستدام».

٢- طبيعة القضية

تزيد الأنشطة البشرية من تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي - التي تفضي إلى احترار الغلاف الجوي - كما تزيد، في بعض المناطق، من تركيزات الأهباء الجوية (الأيروسولات) في الغلاف الجوي - التي تفضي إلى تبريد الغلاف الجوي. ومن المقدر أن تؤدي هذه التغيرات في غازات الدفيئة والأهباء الجوية معاً إلى حدوث تغيرات إقليمية وعالمية في البارامترات المناخية والبارامترات المتصلة بالمناخ، مثل الحرارة والتهطال ورطوبة التربة ومستوى سطح البحر. وعلى أساس مجموعة حساسيات المناخ للزيادات في تركيزات غازات الدفيئة المشمولة بتقرير الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، والنطاقات المعقولة للانبعاثات (سيناريوهات الهيئة

الجدول ١: ملخص الافتراضات الواردة في سيناريوهات ١٩٩٢ التبادلية الستة التي وضعتها الهيئة (IPCC)

السيناريو	*عدد السكان*	*النمو الاقتصادي*	*إمدادات الطاقة* *
السيناريوهان «أ» و«ب» لعام ١٩٩٢ اللذان وضعتهما الهيئة	البنك الدولي ١٩٩١ ٣ر١١ بليون بحلول عام ٢١٠٠	١٩٩٠-٢٠٢٥: ٢ر٩٪ ١٩٩٠-٢١٠٠: ٢ر٣٪	١٢٠٠٠ إكسا جول من النفط العادي ١٣٠٠٠ إكسا جول من الغاز الطبيعي تكاليف الطاقة الشمسية تنخفض إلى ٠ر٠٧٥ دولار لكل كيلوواط في الساعة ١٩١ إكسا جول من الوقود الحيوي المتوافر بسعر ٧٠ دولاراً للبرميل الواحد[٥]
السيناريو «ج» لعام ١٩٩٢ الذي وضعته الهيئة	التقدير المنخفض في الإسقاط المتوسط للأمم المتحدة ٦ر٤ بليون بحلول عام ٢١٠٠	١٩٩٠-٢٠٢٥: ٠ر٢٪ ١٩٩٠-٢١٠٠: ٢ر١٪	٨٠٠٠ إكسا جول من النفط العادي ٧٣٠٠ إكسا جول من الغاز الطبيعي تكاليف الطاقة النووية تنخفض بنسبة ٤ر٠٪ سنوياً
السيناريو «د» لعام ١٩٩٢ الذي وضعته الهيئة	التقدير المنخفض في الإسقاط المتوسط للأمم المتحدة ٦ر٤ بليون بحلول عام ٢١٠٠	١٩٩٠-٢٠٢٥: ٧ر٢٪ ١٩٩٠-٢١٠٠: ٠ر٢٪	النفط والغاز مثل السيناريو «ج» لعام ١٩٩٢ تكاليف الطاقة الشمسية تنخفض إلى ٠ر٠٦٥ دولار لكل كيلووات في الساعة ٢٧٢ إكسا جول من الوقود الحيوي المتوافر بسعر ٥٠ دولاراً للبرميل الواحد
السيناريو «هـ» لعام ١٩٩٢ الذي وضعته الهيئة	البنك الدولي ١٩٩١ ٣ر١١ بليون بحلول عام ٢١٠٠	١٩٩٠-٢٠٢٥: ٥ر٣٪ ١٩٩٠-٢١٠٠: ٠ر٣٪	١٨٤٠٠ إكسا جول من النفط العادي الغاز مثل السيناريوهين «أ» و«ب» لعام ١٩٩٢ التخلص التدريجي من الطاقة النووية بحلول عام ٢٠٧٥
السيناريو «و» لعام ١٩٩٢ الذي وضعته الهيئة	التقدير المرتفع في الإسقاط المتوسط للأمم المتحدة ٦ر١٧ بليون بحلول عام ٢١٠٠	١٩٩٠-٢٠٢٥: ٩ر٢٪ ١٩٩٠-٢١٠٠: ٣ر٢٪	النفط والغاز مثل السيناريو «هـ» لعام ١٩٩٢ تكاليف الطاقة الشمسية تنخفض إلى ٠ر٠٨٣ دولار لكل كيلوواط في الساعة تكاليف الطاقة النووية ترتفع إلى ٠ر٠٩ دولار لكل كيلو واط في الساعة

* معامل التحويل التقريبي: ١ برميل = ٦ جيغا جول

المصدر: IPCC, 1992: Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Section A3, prpared by IPCC Working Group I [J. T. Houghton, B.A. Callander, asnd S.K. Varney (eds.) and WMO/UNEP. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 200 pp.

لعام ١٩٩٢، انظر الجدول ١)، تقدر النماذج المناخية، مع أخذ غازات الدفيئة والأهباء الجوية في الحسبان، أنه ستحدث زيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية مقدارها نحو ١ - ٣٫٥° س بحلول عام ٢١٠٠ وزيادة مرتبطة بها في مستوى سطح البحر مقدارها نحو ١٥ - ٩٥ سنتيمتراً. ولا تزال موثوقية التنبؤات على النطاق الإقليمي منخفضة، كما لا يزال عدم اليقين يكتنف المدى الذي قد يبلغه تغير التقلبية المناخية. بيد أنه تم تحديد التغيرات الخطيرة المحتملة، بما فيها حدوث زيادة في بعض المناطق في وقوع حالات ارتفاع الحرارة المتطرفة والفيضانات والجفاف، مع ما ينجم عنها من عواقب فيما يتعلق بالحرائق وتفشي الآفات وتركيب النظام الإيكولوجي وهيكله وعمله، بما في ذلك الإنتاجية الأولية.

وصحة الانسان والنظم الإيكولوجية الأرضية والمائية والنظم الاجتماعية الاقتصادية (مثل الزراعة والحراجة ومصائد الأسماك وموارد المياه) جوهرية جميعها للتنمية البشرية ورفاه الانسان وكلها حساسة للتغيرات في المناخ. وفي حين أن من المحتمل أن تعاني مناطق كثيرة من آثار تغير المناخ الضارة - التي قد لا يمكن التخلص من بعضها - فمن المحتمل أن تكون بعض آثار تغير المناخ مفيدة. ومن ثم يمكن توقع أن تواجه قطاعات مختلفة في المجتمع مجموعة منوعة من التغيرات وضرورة التكيف معها.

ويواجه واضعو السياسات ضرورة التصدي للمخاطر التي تثيرها انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ في ظل قدر كبير من عدم اليقين العلمي. ومن المناسب بحث أوجه عدم اليقين هذه في سياق المعلومات التي تبين أنه لا يمكن التخلص من التغيرات البيئية المستحثة مناخياً بسرعة، إن كان ذلك ممكناً على الاطلاق، بسبب النطاقات الزمنية الطويلة المرتبطة بالنظام المناخي (انظر الإطار ٢). وقد تحد القرارات التي ستتخذ في السنوات القليلة القادمة من مجموعة الخيارات السياسية الممكنة في المستقبل لأن الانبعاثات المرتفعة في الأجل القريب ستتطلب تخفيضات ضخمة في المستقبل لتحقيق أي تركيز مستهدف محدد. وقد يقلل تأجيل الإجراءات من تكاليف التخفيف الكلية بسبب التقدم التكنولوجي المحتمل. ولكنه يمكن أن يزيد من معدل تغير المناخ ومقداره النهائي، وأن يزيد بالتالي من تكاليف التكيف والأضرار.

الإطار ٢ - النطاقات الزمنية للعمليات المؤثرة في النظام المناخي

- دورة الطاقة الرأسمالية المسؤولة عن انبعاثات غازات الدفيئة: من سنوات إلى عقود
  (دون سحب قبل الأوان)
- تثبيت تركيزات غازات الدفيئة الطويلة العمر في الغلاف الجوي في ظل مستوى ثابت لانبعاثات غازات الدفيئة: من عقود إلى آلاف الأعوام
- تحقيق توازن النظام المناخي في ظل مستوى ثابت من تركيزات غازات الدفيئة: من عقود إلى قرون
- تحقيق توازن مستوى سطح البحر في ظل مناخ مستقر: قرون
- تجديد/ إصلاح النظم الإيكولوجية المتضررة أو المضطربة: من عقود إلى قرون
  (بعض التغيرات، مثل انقراض الأنواع الأحيائية، لا يمكن التخلص منها، وقد تتعذر إعادة بناء وإعادة ترسيخ بعض النظم الإيكولوجية المضطربة)

وسيتعين على واضعي السياسات أن يقرورا إلى أي مدى يريدون أن يتخذوا تدابير وقائية عن طريق تخفيف حدة انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة مرونة النظم المعرضة للخطر من خلال التكيف. ولا يعني عدم اليقين أنه لا يمكن لبلد ما أو للمجتمع الدولي أن يجعل نفسه في وضع أفضل للتصدي للمجموعة الكبيرة من تغيرات المناخ الممكنة أو أن يحمي نفسه من النتائج المستقبلية المحتملة الباهظة التكلفة. وقد يؤدي تأجيل هذه التدابير إلى جعل بلد ما، أو العالم، ضعيف

الاستعداد لمواجهة التغيرات الضارة، وقد يزيد من إمكانية حدوث العواقب التي لا يمكن التخلص منها أو الباهظة التكلفة. وخيارات التكيف مع التغيرات أو التخفيف من حدتها، التي يمكن تبريرها لأسباب أخرى اليوم (مثل الحد من تلوث الهواء والماء) وتجعل المجتمع أكثر مرونة أو قدرة على التكيف مع آثار تغير المناخ الضارة المتوقعة، تبدو مستصوبة بصورة خاصة.

٣- مدى سرعة التأثر بتغير المناخ

تعترف المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ صراحة بأهمية النظم الإيكولوجية الطبيعية وإنتاج الأغذية والتنمية الاقتصادية المستدامة. ويتناول هذا التقرير احتمالات حساسية النظم الإيكولوجية والاجتماعية الاقتصادية، بما فيها الهيدرولوجيا وإدارة موارد المياه والبنى الأساسية البشرية وصحة الانسان، للتغير في المناخ وقدرتها على التكيف مع هذه النظم وسرعة تأثرها بها (انظر الإطار ٣).

تغير المناخ بفعل الانسان يضيف إجهاداً جديداً هاماً. يمثل تغير المناخ بفعل الانسان اجهاداً إضافياً هاماً، وخاصة للنظم الإيكولوجية والاجتماعية الاقتصادية الكثيرة التي تعاني فعلاً من التلوث، والطلبات المتزايدة على الموارد، والممارسات الإدارية غير المستدامة. وأسرع النظم تأثراً هي أشدها حساسية لتغير المناخ وأقلها قدرة على التكيف معه.

الإطار ٣ - الحساسية والتكيف وسرعة التأثر

الحساسية هي مدى استجابة نظام ما للتغير في الأحوال المناخية (مثل مدى التغير في تركيب النظام الإيكولوجي وهيكله وعمله. بما في ذلك الإنتاجية الأولية، الناجم عن تغير معين في الحرارة أو التهطال).

القدرة على التكيف تشير إلى مدى امكانية تحقيق تعديلات في ممارسات أو عمليات أو هياكل النظم تبعاً لتغيرات المناخ المتوقعة أو الفعلية. والتكيف يمكن أن يكون تلقائياً أو مخططاً ويمكن تحقيقه استجابة للتغيرات في المناخ أو استباقاً لها.

سرعة التأثر تُعرَّف بأنها مدى ما قد يلحقه تغير المناخ من تلف أو ضرر بنظام ما. وهي لا تتوقف على حساسية النظام فحسب وإنما أيضاً على قدرته على التكيف مع الأحوال المناخية الجديدة.

ومقدار تغير المناخ ومعدله على السواء مهمان في تحديد حساسية نظام ما وقدرته على التكيف وسرعة تأثره.

معظم النظم حساسة لتغير المناخ. النظم الإيكولوجية الطبيعية والنظم الاجتماعية الاقتصادية وصحة الانسان حساسة كلها لمقدار تغير المناخ ومعدله.

التأثيرات صعبة القياس، والدراسات القائمة محدودة النطاق. على الرغم من أن معارفنا زادت زيادة كبيرة خلال العقد الأخير وأن من الممكن وضع التقديرات النوعية فإن الإسقاطات الكمية لتأثيرات تغير المناخ في أي نظام معين وفي أي موقع محدد صعبة لأن التنبؤات بتغير المناخ على النطاق الاقليمي يكتنفها عدم اليقين؛ وفهمنا الحالي لكثير من العمليات الحاسمة محدود؛ والنظم تخضع لإجهادات مناخية وغير مناخية متعددة ليست تفاعلاتها خطية أو جمعية دائماً. وقد قدرت غالبية دراسات التأثيرات الكيفية التي ستستجيب بها النظم لتغير المناخ الناجم عن تضاعف اعتباطي لتركيزات ثاني أكسيد الكربون المكافئ في الغلاف الجوي. وعلاوة على ذلك فإن دراسات قليلة جداً هي التي تناولت بالبحث الاستجابات الدينامية لتركيزات غازات الدفيئة المطردة التزايد؛ كما أن دراسات أقل منها هي التي تناولت بالبحث العواقب المترتبة على الزيادات التي تتجاوز ضعف تركيزات ثاني أكسيد الكربون المكافئ في الغلاف الجوي أو قدرت تأثيرات عوامل الإجهاد المتعددة.

التكيف الناجح يعتمد على التقدم التكنولوجي، والترتيبات المؤسسية وتوافر التمويل، وتبادل المعلومات. زاد التقدم التكنولوجي بوجه عام من خيارات التكيف بالنسبة للنظم المدارة، مثل الزراعة وإمدادات المياه. بيد أن امكانية التوصل إلى هذه التكنولوجيات والمعلومات الملائمة محدودة بالنسبة لمناطق كثيرة في العالم. وستتوقف كفاءة استراتيجيات التكيف واستخدامها بفعالية بالنسبة لتكلفتها على توافر الموارد المالية، ونقل التكنولوجيا، والممارسات الثقافية والتعليمية والإدارية والمؤسسية والقانونية والتنظيمية، المحلية والعالمية النطاق على السواء. وسيؤدي دمج الشواغل الخاصة بتغير المناخ في القرارات المتعلقة باستخدام الموارد وبالتنمية، وفي الخطط الخاصة بالاستثمارات المنظمة المواعيد في البنيات الأساسية، إلى تيسير التكيف.

تتزايد سرعة التأثر عندما تتناقص القدرة على التكيف. تتوقف سرعة تأثر صحة الانسان والنظم الاجتماعية الاقتصادية - وبدرجة أقل النظم الإيكولوجية - على الأحوال الاقتصادية والبنية الأساسية المؤسسية. ويعني هذا ضمناً أن النظم أسرع تأثراً، على نحو نمطي، في البلدان النامية حيث الأحوال الاقتصادية والمؤسسية أقل ملاءمة. والناس الذين يعيشون في الأراضي القاحلة أو شبه القاحلة، أو في المناطق الساحلية المنخفضة، أو في المناطق المحدودة المياه أو المعرضة للفيضانات، أو في الجزر الصغيرة، سريعو التأثر على نحو خاص بالمناخ. وقد أصبحت بعض المناطق أكثر تأثراً بمخاطر مثل العواصف والفيضانات والجفاف نتيجة للكثافة السكانية المتزايدة في المناطق الحساسة، مثل أحواض الأنهار والسهول الساحلية. وقد أدت الأنشطة البشرية التي تتسبب في تشظي أجزاء كثيرة من صفحة الأرض إلى زيادة سرعة تأثر النظم الإيكولوجية الضعيفة الإدارة أو غير المدارة. ويحد التشظي من امكانية التكيف الطبيعي ومن الفعالية المحتملة لتدابير المساعدة على التكيف في هذه النظم، مثل توفير ممرات للنزوح. والأمر الأكثر ترجيحاً أن تأثيرات المناخ المتغير القريبة الأجل على النظم الإيكولوجية والاجتماعية الاقتصادية ستنجم عن التغيرات في شدة مخاطر الطقس الشائعة، مثل العواصف والفيضانات والجفاف، وفي توزعها الفصلي والجغرافي. ويمكن، في معظم هذه الأمثلة، الحد من سرعة التأثر وذلك بتعزيز القدرة على التكيف.

سيكون الكشف صعباً، ولا يمكن استبعاد حدوث تغيرات غير متوقعة. ستثبت في العقود القادمة الصعوبة البالغة للكشف القاطع للتغيرات المناخية بفعل الانسان في معظم النظم الإيكولوجية والاجتماعية. وسبب هذا هو تعقد هذه النظم، وكثرة تغذياتها المرتدة غير الخطية، وحساسيتها لعدد كبير من العوامل المناخية وغير المناخية، وهي عوامل يتوقع أن تواصل كلها التغير على نحو متزامن. ووضع أساس لتقدير الأحوال المستقبلية بدون تغير المناخ أمر حاسم لأن جميع التأثيرات المقدرة تقاس على هذا الأساس. وحيث أن مناخ المستقبل يتجاوز حدود المعرفة التجريبية (أي التأثيرات الموثقة لتقلب المناخ في الماضي) فإن الأمر الأكثر ترجيحاً هو أن النتائج الفعلية ستتضمن مفاجآت وتغيرات سريعة غير متوقعة.

من الضروري إجراء مزيد من البحوث والمراقبة. إن الدعم المعزز للبحوث والمراقبة، بما في ذلك الجهود التعاونية من جانب المؤسسات الوطنية والدولية والمتعددة الأطراف، ضروري لتحقيق تحسينات كبيرة في التقديرات المناخية على النطاق الإقليمي؛ ولفهم استجابات صحة الانسان والنظم الإيكولوجية والاجتماعية الاقتصادية للتغيرات الحادثة في المناخ وعوامل الإجهاد الأخرى؛ ولتحسين فهمنا لكفاءة استراتيجيات التكيف وفعاليتها بالنسبة لتكلفتها.

٣-١ النظم الإيكولوجية الأرضية والمائية

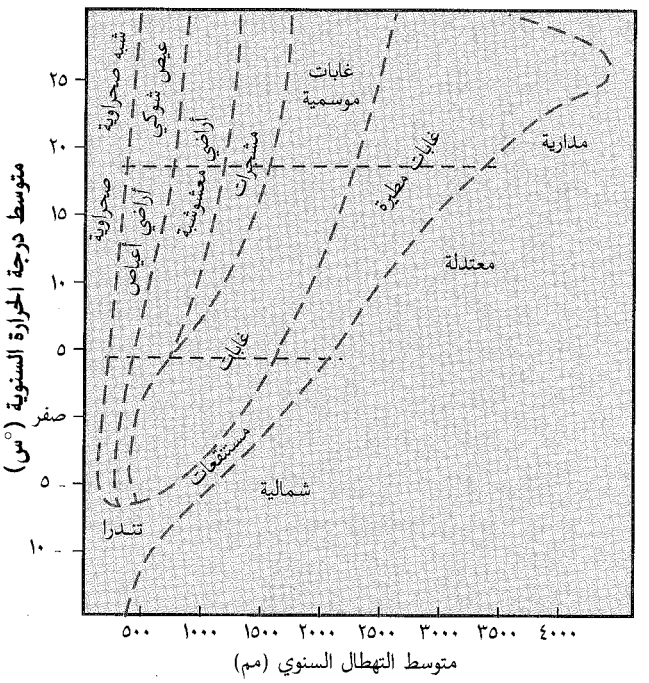
النظم الإيكولوجية تحتوي على احتياطي الأرض الكلي من تنوع العوامل الوراثية (الجينات) والأنواع الأحيائية وتوفر الكثير من السلع والخدمات البالغة الأهمية للأفراد والمجتمعات. وتتضمن هذه السلع والخدمات: '١' توفير الأغذية والألياف والأدوية والطاقة؛ '٢' معالجة وتخزين الكربون والمغذيات الأخرى؛ '٣' امتصاص النفايات وتنقية المياه وتنظيم صرف المياه ومكافحة الفيضانات وتدهور التربة وتحات الشواطئ؛ '٤' توفير فرص الاستجمام والسياحة. وهذه النظم والوظائف التي تقوم بها حساسة لمعدل التغيرات في المناخ ومداها. ويبين الشكل ١ أن متوسط درجة الحرارة السنوية ومتوسط التهطال السنوي يمكن أن يرتبطا بتوزع مناطق العالم الأحيائية الرئيسية.

وسيتغير تركيب نظم إيكولوجية كثيرة وتوزعها الجغرافي مع استجابة الأنواع الأحيائية فرادى للتغيرات في المناخ؛ وستكون هناك على الأرجح انخفاضات في التنوع الأحيائي وفي السلع والخدمات التي توفرها النظم الإيكولوجية للمجتمع. وقد لا تصل بعض النظم الإيكولوجية إلى توازن جديد على مدى عدة قرون بعد وصول المناخ إلى توازن جديد.

الغابات. تشير تقديرات النماذج إلى أن زيادة مستدامة مقدارها ١° س في متوسط درجة الحرارة على النطاق العالمي تكفي لإحداث تغيرات في المناخات الإقليمية تؤثر في قدرة الغابات في مناطق كثيرة على النمو والتجدد. وفي حالات كثيرة سيُحدث هذا تغييراً كبيراً في وظيفة الغابات وتركيبها ونتيجة للتغيرات الممكنة في الحرارة وتوافر المياه في ظل حالات تضاعف ثاني أكسيد الكربون المكافئ المحدَّثة للتوازن سيخضع جزء كبير (متوسط عالمي مقداره الثلث يتفاوت بحسب المناطق من السبع إلى الثلثين) من مساحة الغابات القائمة على نطاق العالم لتغيرات كبرى في أنواع النبات الرئيسية، وستحدث أكبر التغيرات في خطوط العرض القطبية وأقلها في المنطقة المدارية. ومن المتوقع أن يحدث تغير المناخ بمعدل سريع بالنسبة للسرعة التي تنمو بها الأنواع الأحيائية الحرجية وتتكاثر وتعاود الاستقرار. وفيما يتعلق بمناطق خطوط العرض الوسطى سيكون احترار عالمي متوسطه ١ - ٥ ر٣° س في السنوات المائة القادمة معادلاً لانتقال قطبي الاتجاه لخطوط التحارر الحالية بنحو ١٥٠ - ٥٥٠ كم، أو لانتقال عمودي مقداره نحو

١٥٠ - ٥٥٠ م؛ وفي مناطق خطوط العرض المنخفضة سترتفع درجات الحرارة بصفة عامة إلى مستويات أعلى مما هي عليه الآن. ويضاهي هذا معدلات نزوح الأنواع الشجرية السابقة التي يعتقد أنها كانت في حدود ٤ - ٢٠٠ كم في القرن ٠ ومن ثم فمن المحتمل أن يتغير تركيب الغابات من حيث الأنواع الأحيائية، وقد تختفي أنواع غابات كاملة بينما قد تنشأ مجموعات جديدة من الأنواع الأحيائية ومن ثم نظم إيكولوجية جديدة. ويوضح الشكل ٢ التوزع المحتمل للمناطق الأحيائية في ظل المناخ الحالي ومناخ يبلغ فيه تركيز ثاني أكسيد الكربون المكافئ ضعف مستواه. وعلى الرغم من إمكانية زيادة صافي الإنتاجية الأولية فقد لا تزيد الكتلة الأحيائية القائمة للغابات بسبب زيادة تواتر تفشيات الآفات والمُمرضات واتساع نطاقاتها وتزايد تواتر الحرائق وشدتها. ويمكن أن تنطلق مقادير كبيرة من الكربون في الغلاف الجوي أثناء التحول من نوع من الغابات إلى نوع آخر لأن المعدل الذي يمكن أن يُفقد به الكربون في أوقات المعدلات المرتفعة لفناء الغابات أكبر من المعدل الذي يمكن به اكتسابه خلال النمو حتى النضج.

المراعي. لا تؤدي زيادة متوسط درجة الحرارة في المراعي المدارية إلى تغيرات كبيرة في الإنتاجية وتركيب الأنواع الأحيائية، ولكن ستؤدي إلى ذلك التغيرات في كمية الأمطار والموسمية وزيادة التبخر - النتح. وقد تؤدي زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي إلى رفع نسبة الكربون إلى النيتروجين في كلأ العواشب، مما يقلل من قيمته الغذائية. وقد تفضي التغيرات في الحرارة والتهطال في المراعي المعتدلة إلى تغيرات في مواسم وتحولات حدودية بين الأراضي المعشوشبة والغابات وأراضي الجنيبات.



الشكل ١: يبين هذا الشكل أن متوسط درجة الحرارة السنوية ومتوسط التهطال السنوي يمكن أن يرتبطا بتوزع مناطق العالم الأحيائية الرئيسية. وفي حين أن دور هذين المتوسطين السنويين في التأثير في هذا التوزع مهم، تجدر الإشارة إلى أن توزع المناطق الأحيائية قد يعتمد أيضاً بقوة على العوامل الموسمية مثل مدة موسم الجفاف أو أقل درجة حرارة صغرى مطلقة، وعلى خواص التربة مثل القدرة على الاحتفاظ بالماء وتاريخ استخدام الأراضي، مثل الزراعة أو الرعي، وعلى أنماط الاضطراب مثل تواتر الحرائق.

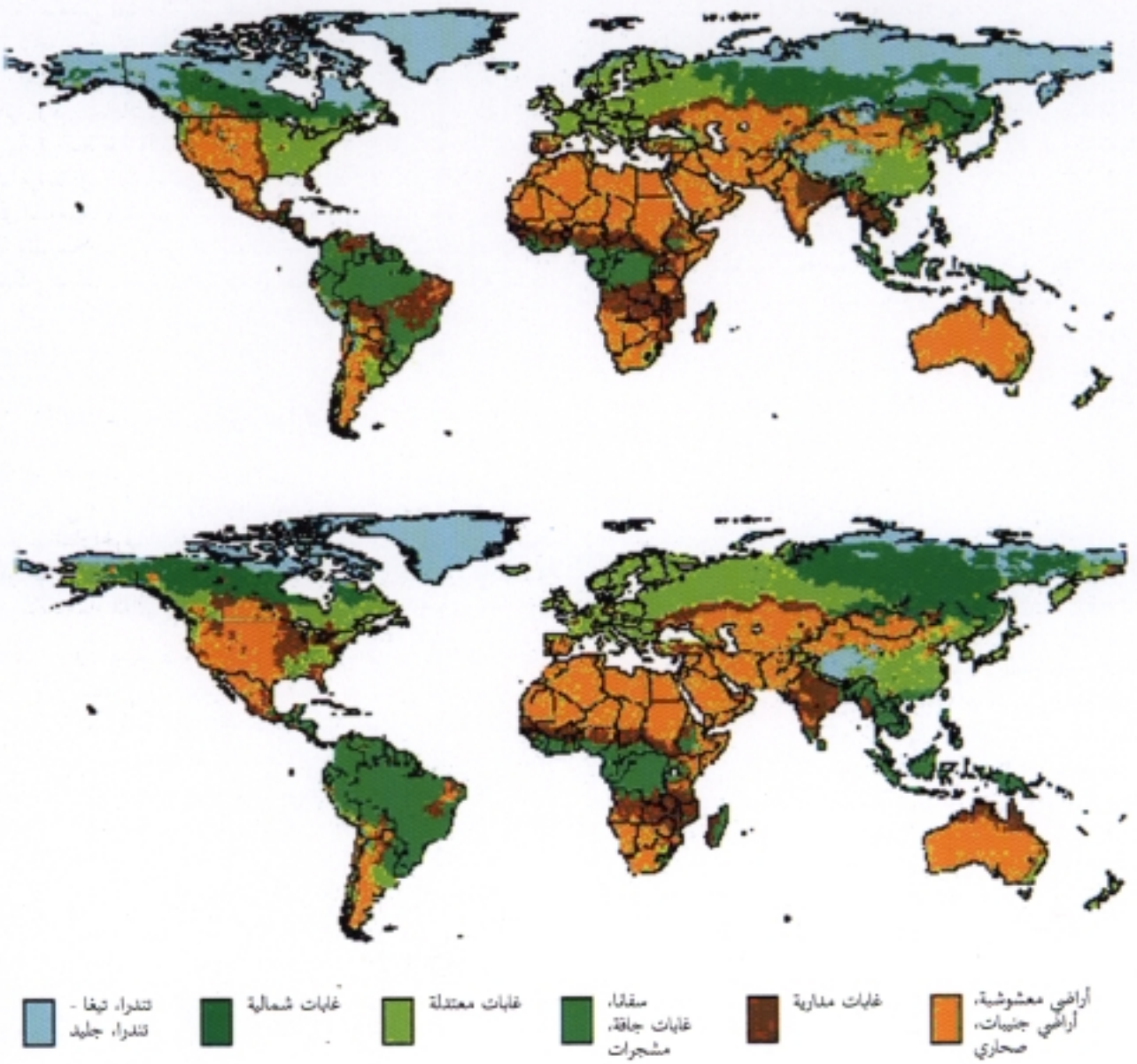
الصحاري والتصحر. من المتحتمل أن تصبح الصحاري أشد تطرفاً، إذ من المقدر أنها، باستثناءات قليلة، ستصبح أشد حرارة ولكنها لن تكون أشد رطوبة بدرجة كبيرة. ويمكن أن تشكل زيادات الحرارة تهديداً للكائنات التي تعيش قرب حدود احتمالها للحرارة. والتأثيرات على ميزانية المياه والهيدرولوجيا والنباتات يكتنفها عدم اليقين.

والتصحر، كما تُعرِّفه اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، هو تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وشبه الرطبة الجافة بسبب عوامل مختلفة، من بينها التقلبات المناخية والأنشطة البشرية. والأرجح أن يصبح التصحر أمراً لا يمكن التخلص منه إذا أصبحت البيئة أشد جفافاً وزاد تدهور التربة بفعل التحات والتراص. وقد يعتمد التكيف مع الجفاف والتصحر على إقامة نظم انتاج متنوعة.

الغلاف الجليدي. تشير تقديرات النماذج إلى أن ما بين ثلث ونصف كتلة الجليديات الجبلية القائمة يمكن أن يختفي خلال الأعوام المائة القادمة. كما سيؤثر انخفاض حجم الجليديات وعمق الغطاء الثلجي في التوزع الموسمي لتدفق الأنهار وإمدادات المياه اللازمة لتوليد الكهرباء بالقوة المائية وللزراعة. ومن الممكن أن تؤدي التغيرات الهيدرولوجية والانخفاضات المتوقعة في مساحة التربة الصقيعية وعمقها إلى حدوث ضرر واسع النطاق للبنية الأساسية وتدفق إضافي لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وتغيرات في العمليات التي تساعد على تدفق الميثان في الغلاف الجوي. وسيزيد انخفاض مساحة الجليد البحري وسمكه مدة موسم الملاحة في الأنهار والمناطق الساحلية المتأثرة الآن بالغطاء الجليدي الموسمي، وقد يزيد من إمكانية الملاحة في المحيط القطبي الشمالي. ويتوقع حدوث تغير طفيف في مساحة الأغطية الجليدية في غرينلاند والمنطقة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) خلال الفترة التي تتراوح بين الأعوام الخمسين والمائة القادمة.

المناطق الجبلية. إن الانخفاض المقدر في مساحة الجليديات الجبلية والتربة الصقيعية والغطاء الثلجي والذي يسببه المناخ الأدفأ سيؤثر في النظم الهيدرولوجية واستقرار التربة والنظم الاجتماعية الاقتصادية ذات الصلة. ومن المقدر أن يتحول التوزع العمودي للنباتات إلى الارتفاعات الأعلى؛ ومن الممكن أن تنقرض بعض الأنواع الأحيائية التي تقتصر نطاقاتها المناخية على قمم الجبال بسبب اختفاء الموئل أو انخفاض إمكانية الهجرة. وقد يحدث اضطراب في الموارد الجبلية، مثل الطعام والوقود اللازمين للسكان المحليين، في كثير من البلدان النامية. ومن المحتمل أيضاً أن تضطرب الصناعات الترويحية، وهي صناعات ذات أهمية اقتصادية متزايدة بالنسبة لمناطق كثيرة.

البحيرات والمجاري المائية والأراضي الرطبة. ستتأثر النظم الإيكولوجية المائية الداخلية بتغير المناخ من خلال التغيرات في درجات حرارة المياه ونظم التدفق ومناسيب المياه. وفي البحيرات والمجاري المائية سيكون للاحترار أكبر التأثيرات البيولوجية عند خطوط العرض القطبية حيث ستزيد الإنتاجية البيولوجية، وعلى حدود مآلف الأنواع الأحيائية بالمناطق الباردة ومناطق المياه الباردة عند خطوط العرض المنخفضة، حيث ستكون حالات الانقراض على أشدها. وسيزيد احترار البحيرات الأكبر والأعمق في المناطق المعتدلة المناخ من إنتاجيتها؛ وإن كان من الممكن في بعض البحيرات الضحلة وفي المجاري المائية أن يزيد الاحترار من احتمال حدوث نقص الأكسجين في الأنسجة. وستؤدي الزيادات في تغيرية التدفقات، وخاصة في تواتر ومدة الفيضانات وحالات الجفاف الكبيرة، إلى خفض جودة المياه والإنتاجية البيولوجية والموئل في المجاري المائية. وستكون حالات انخفاض مناسيب المياه بالغة الشدة في البحيرات والمجاري المائية وفي المصارف التبخرية الجافة وفي الأحواض ذات المستجمعات الصغيرة. ومن المحتمل أن يحدث تحول في التوزع الجغرافي للأراضي الرطبة مع التغيرات في الحرارة والتهطال. وسيكون لتغير المناخ تأثير



الشكل ٢: التوزع المحتمل لمناطق العالم الأحيائية الرئيسية في ظل الأحوال المناخية الحالية، محاكى بنموذج نظام خرائط الغلاف الجوي - النبات - التربة (MAPSS) (أعلى الصفحة). «التوزع المحتمل» يبين النباتات الطبيعية التي يمكن تلبية احتياجات بقائها في كل موقع، في ظل المدخلات الشهرية من التهطال والحرارة والرطوبة وسرعة الرياح. وتبين الخريطة الموجودة أسفله التوزع المقدر لمناطق العالم الأحيائية الرئيسية بمحاكاة آثار ارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون المكافئ إلى الضعف (نموذج الدوران العام الذي وضعه مختبر ديناميات السوائل الجيوفيزيائية (GFDL))، بما فيها الآثار الفيزيائية المباشرة لثاني أكسيد الكربون على النبات. والخريطتان مأخوذتان بتصرف من:

Neilson, R. p. and D. Marks, 1994 : Aglobal perspective of regional vegetation and hydrologic sensitivities from climatic change. Journal of Vegetation Science, 5, 715-730.

في انطلاق غازات الدفيئة من الأراضي الرطبة التي لا يحدث فيها المد والجزر، ولكن هناك عدم يقين فيما يتعلق بالتحديد الدقيق للآثار من موقع إلى آخر.

النظم الساحلية. النظم الساحلية مهمة اقتصادياً وإيكولوجياً، ويتوقع أن تتفاوت تفاوتاً كبيراً في استجابتها للتغيرات في المناخ ومستوى سطح البحر. ويمكن أن يؤدي تغير المناخ وارتفاع سطح البحر أو التغيرات في العواصف أو عرام العواصف إلى تآكل الشواطئ والموائل المرتبطة بها، وزيادة ملوحة مصاب الأنهار والمستودعات الأرضية للمياه العذبة، وتغير مدى المد والجزر في الأنهار والخلجان، وتغيرات في انتقال الرواسب والمغذيات، وتغير في نمط التلوث الكيميائي والميكروبيولوجي في المناطق الساحلية وزيادة الغمر الساحلي. وبعض النظم الإيكولوجية الساحلية معرضة للخطر بوجه خاص، ومن بينها مستنقعات المياه المالحة، ونظم المانغروف الإيكولوجية، والأراضي الرطبة الساحلية، والشعب المرجانية، والجزر المرجانية، ودلتات الأنهار. وستكون للتغيرات في هذه النظم الإيكولوجية آثار سلبية كبيرة على السياحة وإمدادات المياه العذبة ومصائد الأسماك والتنوع الأحيائي. وسوف تزيد هذه التأثيرات من التغيرات في أداء المياه الساحلية والمياه الداخلية، التي نتجت بالفعل عن التلوث والتغير الفيزيائي والمدخلات المادية الناجمة عن الأنشطة البشرية.

المحيطات. سيفضي تغير المناخ إلى تغيرات في مستوى سطح البحر تزيد من ارتفاعه بوجه عام، كما يمكن أن يؤدي إلى تعديل دوران المحيطات، وإلى الخلط العمودي والمناخ الموجي وتقليص غطاء الجليد البحري. ونتيجة لذلك قد يتأثر توافر المغذيات، والإنتاجية البيولوجية، وهيكل ووظائف النظم الإيكولوجية البحرية، والقدرة التخزينية للحرارة والكربون، مع حدوث تغذيات مرتدة مهمة للنظام المناخي. وسوف تكون لهذه التغيرات آثار بالنسبة للمناطق الساحلية. ومصائد الأسماك والسياحة والاستجمام والنقل والهياكل البحرية والمواصلات. وتوحي بيانات المناخ القديم والتجارب النموذجية بأن من الممكن أن تحدث تغيرات مناخية مفاجئة إذا أدى تدفق المياه العذبة من حركة وذوبان الجليد البحري أو الأغطية الجليدية إلى إضعاف الدوران العالمي المدفوع بالتباين الحراري والملحي إضعافاً شديداً.

٣-٢ الهيدرولوجيا وإدارة موارد المياه

سيؤدي تغير المناخ إلى تكثيف الدورة الهيدرولوجية العالمية ويمكن أن تكون له آثار كبيرة في موارد المياه الإقليمية. وسيؤثر التغير في حجم المياه وتوزعها في إمدادات المياه الجوفية والسطحية اللازمة للاستخدامات المنزلية والصناعية، والري وتوليد الكهرباء بالقوة المائية، والملاحة، والنظم الإيكولوجية في المجاري المائية، والاستجمام القائم على المياه.

وتؤثر التغيرات في كمية التهطال الكلية وفي تواتره وشدته تأثيراً مباشراً على حجم الجريان السطحي وتوقيته وشدة الفيضانات وحالات الجفاف؛ بيد أن الآثار الإقليمية النوعية يكتنفها الآن عدم اليقين. ويمكن أن تسفر التغيرات الصغيرة نسبياً في الحرارة والتهطال، مع الآثار غير الخطية على التبخر – النتح ورطوبة التربة، عن تغيرات كبيرة نسبياً في الجريان السطحي وخاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وقد تحدث في مناطق خطوط العرض القطبية زيادة في الجريان السطحي بفعل الزيادة في التهطال، بينما قد يقل الجريان السطحي عند خطوط العرض المنخفضة بفعل الآثار المشتركة لزيادة التبخر – النتح وتناقص التهطال. وستؤدي زيادة اشتداد الأمطار إلى زيادة الجريان السطحي وخطر حدوث الفيضانات، ولو أن هذا لن يتوقف على التغير في كمية الأمطار فحسب ولكنه سيتوقف أيضاً على الخصائص الفيزيائية والبيولوجية لمستجمعات المياه ويمكن أن يقلل المناخ الأدفأ من نسبة التهطال الثلجي مفضياً إلى خفض الجريان السطحي الربيعي وزيادة الجريان السطحي الشتوي.

وكمية إمدادات المياه ونوعيتها مشكلتان خطيرتان الآن بالفعل في مناطق كثيرة، بما فيها بعض المناطق الساحلية المنخفضة والدلتات والجزر الصغيرة، مما يجعل البلدان في هذه المناطق سريعة التأثر بشكل خاص بأي انخفاض إضافي في موارد المياه المحلية. والمياه المتوافرة حالياً تقل عن ١٠٠٠ متر مكعب للشخص في العام – معلم عام لندرة المياه – في عدد من البلدان (مثل الكويت والأردن وإسرائيل ورواندا والصومال والجزائر وكينيا) أو يتوقع أن تنخفض إلى أقل من هذا المعلم في العقدين القادمين أو العقود الثلاثة القادمة (في ليبيا ومصر وجنوب أفريقيا وإيران وإثيوبيا على سبيل المثال). وعلاوة على ذلك يعتمد عدد من البلدان الواقعة في المناطق المعرضة للنزاعات اعتماداً شديداً على مياه توجد منابعها خارج حدودها (مثل كمبوديا وسوريا والسودان ومصر والعراق).

وستتوقف تأثيرات تغير المناخ على الحالة الأساسية لنظام إمدادات المياه وقدرة مديري موارد المياه على التصدي لا لتغير المناخ فحسب ولكن كذلك للنمو السكاني والتغيرات في الطلب، والتكنولوجيا، والأحوال الاقتصادية والاجتماعية والتشريعية. وفي بعض الحالات – ولا سيما في البلدان الأغنى ذات النظم المتكاملة لإدارة المياه – قد تحمي الإدارة المحسنة مستخدمي المياه من تغير المناخ بتكلفة دنيا، بيد أنه في بلدان كثيرة أخرى يمكن أن تكون هناك تكاليف اجتماعية وبيئية كبيرة، وخاصة في المناطق محدودة الموارد المائية بالفعل وحيثما يوجد تنافس شديد فيما بين مستخدمي المياه. ويختلف الخبراء حول ما إذا كانت نظم إمدادات المياه ستتطور بصورة كافية في المستقبل للتعويض عن آثار تغير المناخ الضارة المتوقع حدوثها في موارد المياه، ولتلبية الزيادة المحتملة في الطلب.

وتتضمن خيارات التصدي للتأثيرات الممكنة لتغير المناخ وزيادة عدم اليقين بشأن الإمداد والطلب المستقبليين المتعلقين بالمياه العذبة زيادة كفاءة إدارة الإمدادات والبنى الأساسية القائمة؛ والترتيبات المؤسسية للحد من الطلب المستقبلي/ لتعزيز الصون؛ وتحسين نظم المراقبة والتنبؤ الخاصة بالفيضانات/ حالات الجفاف؛ وإصلاح مستجمعات المياه، وخاصة في المناطق المدارية؛ وبناء طاقة تخزينية جديدة لاحتجاز وتخزين التدفقات الزائدة الناتجة عن تغير أنماط الثلج الذائب والعواصف.

٣-٣ الأغذية والألياف

الزراعة. سوف تتباين الغلات المحصولية والتغيرات في الانتاجية بسبب تغير المناخ تبايناً شديداً من منطقة إلى أخرى وفيما بين المواقع، وبذلك تغير أنماط الإنتاج. ومن المقدر أن تزيد الإنتاجية في بعض المناطق وتقل في مناطق أخرى، وخاصة في المناطق المدارية وشبه المدارية (الجدول ٢). بيد أن الدراسات القائمة تبين أنه يمكن بوجه عام الحفاظ على تناسب الإنتاج الزراعي العالمي مع الإنتاج المرجعي في مواجهة تغير المناخ المنمذج بنماذج الدوران العام في ظل حالات تضاعف ثاني أكسيد الكربون المكافئ المحدِّثة للتوازن، ولكن الآثار الإقليمية ستتفاوت على نطاق واسع. وفي هذا الاستنتاج تؤخذ في الحسبان آثار تخصيب ثاني أكسيد الكربون المفيدة، ولكن لا تؤخذ في الاعتبار التغيرات في الآفات الزراعية ولا الآثار الممكنة للتقلبية المناخية المتغيرة.

والتركيز على الإنتاج الزراعي العالمي لا يعالج العواقب الخطيرة المحتملة للاختلافات الكبيرة على النطاقين المحلي والإقليمي، وحتى على نطاق خطوط العرض الوسطى. وقد يزيد خطر حدوث الجوع والمجاعة في بعض المواقع؛ ويتعرض كثيرون من أفقر سكان العالم – وخاصة أولئك الذين يعيشون في المناطق شبه المدارية والمدارية ويعتمدون على النظم الزراعية المنعزلة في المناطق شبه القاحلة والقاحلة – أشد التعرض لخطر زيادة الجوع. ويوجد كثير من هؤلاء السكان المعرضين للخطر في أفريقيا جنوب الصحراء، ومناطق جنوب آسيا وشرقها وجنوب شرقها، والمناطق المدارية في أمريكا اللاتينية، وبعض الدول الجزرية في منطقة المحيط الهاديء.

وسوف يكون التكيف – مثل التغييرات في المحاصيل وأصناف المحاصيل، والإدارة المحسنة للمياه ونظم الري، والتغييرات في مواعيد الزرع وممارسات الحرث – هاماً في الحد من الآثار السلبية وفي الاستفادة من تغيرات المناخ النافعة. ويعتمد مدى التكيف على القدرة على تحقيق هذه التدابير، ولا سيما في البلدان النامية؛ والتوصل إلى الدراية التقنية والتكنولوجيا؛ ومعدل تغير المناخ، والقيود الفيزيائية الأحيائية مثل توافر المياه وخصائص التربة والوراثيات المحصولية. ويمكن أن تضع التكاليف الإضافية لاستراتيجيات التكيف عبئاً ثقيلاً على عاتق البلدان النامية، وقد تفضي بعض استراتيجيات التكيف إلى تحقيق وفورات في التكاليف لبعض البلدان. وهناك قدر كبير من عدم اليقين فيما يتعلق بقدرة المناطق المختلفة على التكيف بنجاح مع تغير المناخ المقدر.

وقد يتأثر الإنتاج الحيواني بالتغيرات في أسعار الحبوب وإنتاجية المراعي. وعلى وجه العموم تبين التحليلات أن النظم الكثيفة الإدارة لتربية الحيوانات الزراعية

الجدول ٢: نتائج دراسة محاصيل مختارة من أجل سيناريوهات نموذج الدوران العام فيما يتعلق بحالة تضاعف ثاني أكسيد الكربون المكافئ المحدَّثة للتوازن

المنطقة	*المحصول*	*التأثير في الغلة (٪)*	*الملاحظات*
أمريكا اللاتينية	الذرة	- ٦١ إلى زيادة	البيانات من الأرجنتين والبرازيل وشيلي والمكسيك؛ المدى عبر سيناريوهات نموذج الدوران العام، مع وبدون تأثير ثاني أكسيد الكربون.
	القمح	- ٥٠ إلى - ٥	البيانات من الأرجنتين وأوروغواي والبرازيل؛ المدى عبر سيناريوهات نموذج الدوران العام، مع وبدون تأثير ثاني أكسيد الكربون.
	فول الصويا	- ١٠ إلى + ٤٠	البيانات من البرازيل؛ المدى عبرسيناريوهات نموذج الدوران العام، مع تأثير ثاني أكسيد الكربون.
الاتحاد السوفياتي	القمح	- ١٩ إلى + ٤١	المدى عبر سيناريوهات نموذج الدوران العام والمنطقة، مع تأثير ثاني أكسيد الكربون.
	الحبوب	- ١٤ إلى + ١٣	
أوروبا	الذرة	- ٣٠ إلى زيادة	البيانات من فرنسا وأسبانيا وشمالي أوروبا؛ مع التكيف وتأثير ثاني أكسيد الكربون؛ بافتراض مواسم أطول، وفقدان في كفاءة الري، والانتقال صوب الشمال.
	القمح	زيادة أو نقصان	البيانات من فرنسا والمملكة المتحدة وشمالي أوروبا؛ مع التكيف وتأثير ثاني أكسيد الكربون؛ بافتراض مواسم أطول، وانتقال صوب الشمال، وزيادة أضرار الآفات، وانخفاض خطر فقدان المحصول.
	الخضروات	زيادة	البيانات من المملكة المتحدة وشمالي أوروبا؛ بافتراض زيادة أضرار الآفات، وانخفاض خطر فقدان المحصول.
أمريكا الشمالية	الذرة	- ٥٥ إلى + ٦٢	البيانات من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا؛ المدى عبر سيناريوهات نموذج الدوران العام مع/بدون التكيف ومع/بدون تأثير ثاني أكسيد الكربون.
	القمح	١٠٠ إلى + ٢٣٤	
	فول الصويا	- ٩٦ إلى + ٥٨	البيانات من الولايات المتحدة الأمريكية؛ أقل حدة أو زيادة مع ثاني أكسيد الكربون والتكيف.
أفريقيا	الذرة	- ٦٥ إلى + ٦	البيانات من مصر وكينيا وجنوب أفريقيا وزمبابوي؛ المدى عبر الدراسات والسيناريوهات المناخية، مع تأثير ثاني أكسيد الكربون.
	الدخن	- ٧٩ إلى - ٦٣	البيانات من السنغال؛ انخفاض القدرة على التحمل بنسبة ١١ - ٣٨٪.
	الكتلة الأحيائية	نقصان	البيانات من جنوب أفريقيا؛ انتقال المناطق الزراعية.
جنوب آسيا	الأرز	- ٢٢ إلى + ٢٨	البيانات من بنغلاديش والهند والفلبين وتايلند وأندونيسيا وماليزيا وميانمار؛ المدى عبر سيناريوهات نموذج الدوران العام، مع تأثير ثاني أكسيد الكربون؛ تُدخل بعض الدراسات أيضاً التكيف في الحسبان.
	الذرة	- ٦٥ إلى - ١٠	
	القمح	- ٦١ إلى + ٦٧	
الصين	الأرز	- ٧٨ إلى + ٢٨	يشمل الأرز البعلي والمروي؛ المدى عبر المواقع وسيناريوهات نموذج الدوران العام، الاختلاف الجيني يوفر مجالاً للتكيف.
سائر آسيا، وحافة المحيط الهادي	الأرز	- ٤٥ إلى + ٣٠	البيانات من اليابان وكوريا الجنوبية؛ المدى عبر سيناريوهات نموذج الدوران العام؛ إيجابي بوجه عام في شمال اليابان وسلبي في الجنوب.
	الكلأ	- ١ إلى + ٣٥	البيانات من أستراليا ونيوزلندا؛ اختلاف إقليمي.
	القمح	- ٤١ إلى + ٦٥	البيانات من أستراليا واليابان؛ اختلاف كبير، تبعًا للأصناف المستولدة.

ملاحظة: بالنسبة لغالبية المناطق ركزت الدراسات على نوع أو نوعين من الحبوب الرئيسية. وتثبت هذه الدراسات بقوة التغيرية في التأثيرات المقدر حدوثها في الغلات فيما بين البلدان والسيناريوهات وطرق التحليل والمحاصيل، مما يجعل من الصعب تعميم النتائج على المناطق أو بالنسبة لسيناريوهات مناخية مختلفة.

لديها إمكانيات تكيف أكبر مما لدى النظم المحصولية. وقد لا تكون هذه هي الحالة في النظم الرعوية حيث معدل الأخذ بالتكنولوجيا بطيء والتغييرات في التكنولوجيا تعتبر أمراً محفوفاً بالمخاطر.

منتجات الغابات. وقد تصبح إمدادات الخشب العالمية خلال القرن القادم غير كافية بصورة متزايدة لتلبية الاستهلاك المتوقع وذلك بسبب عوامل مناخية وغير مناخية على السواء. ومن المحتمل أن تعاني الغابات الشمالية من خسائر غير عادية وواسعة النطاق في الأشجار الحية بسبب تأثيرات تغير المناخ المقدر. ويمكن أن تولد هذه الخسائر في البداية إمدادات خشب إضافية من القطع الإنقاذي، ولكنها يمكن أن تقلل بشدة من المخزونات القائمة ومن إنتاج الخشب في الأجل الطويل. وتوقيت هذا النمط ومداه على وجه الدقة يكتنفهما عدم اليقين. ويتوقع أن تكون تأثيرات المناخ واستخدام الأراضي على إنتاج منتجات الغابات المعتدلة صغيرة نسبياً. ومن المقدر أن ينخفض إنتاج منتجات الغابات في المناطق المدارية بنحو النصف لأسباب غير مناخية تتعلق بالأنشطة البشرية.

مصائد الأسماك. تتفاعل آثار تغير المناخ مع آثار تفشي الصيد المفرط، وتناقص مناطق التفريخ، والتلوث الواسع النطاق قرب الشواطئ وفي المناطق الساحلية. وعلى النطاق العالمي يتوقع أن يبقى إنتاج مصائد الأسماك البحرية كما هو تقريباً؛ ومن المرجح أن يزيد الإنتاج من المياه العذبة وتربية المائيات عند خطوط العرض القطبية بافتراض بقاء التقلبية المناخية الطبيعية وهيكل تيارات المحيط وقوتها كما هي تقريباً. وسيُشعر بالتأثيرات الرئيسية على الصعيدين الوطني والمحلي مع اختلاط الأنواع الأحيائية وانتقال مراكز الإنتاج. وقد تعادل العوامل السلبية – مثل التغيرات في الأنماط الإنتاجية القائمة، وطرق الهجرة، وعلاقات النظم الإيكولوجية – الآثار الإيجابية لتغير المناخ مثل زيادة طول مواسم النمو وانخفاض حالات الموت الطبيعية في الشتاء، وزيادة سرعة معدلات النمو عند خطوط العرض القطبية.

٣-٤ البنى الأساسية البشرية

يمكن أن يكون لتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر عدد من الآثار السلبية على الطاقة والصناعة والبنى الأساسية للنقل، والمستوطنات البشرية، وصناعة التأمين على الممتلكات، والسياحة، والنظم والقيم الثقافية.

وحساسية قطاعات الطاقة والصناعة والنقل منخفضة نسبياً بوجه عام بالمقارنة بحساسية النظم الإيكولوجية الزراعية أو الطبيعية، ويتوقع أن تكون القدرة على التكيف من خلال إدارة الأصول الرأسمالية والاستبدال العادي لها عالية. بيد أن البنى الأساسية والأنشطة في هذه القطاعات ستتأثر بالتغيرات المفاجئة والمفاجآت وزيادة تواتر أو شدة الظواهر المتطرفة. وتتضمن أشد القطاعات الفرعية والأنشطة حساسية لتغير المناخ الصناعة القائمة على الزراعة، والطلب على الطاقة، وإنتاج الطاقة المتجددة مثل الكهرباء المولدة بالقوة المائية والكتلة الأحيائية، والبناء، وبعض أنشطة النقل، والهياكل القائمة للتخفيف من حدة الفيضانات، والبنى الأساسي للنقل الموجود في مناطق كثيرة، بما فيها المناطق الساحلية المعرضة للخطر ومناطق التربة الصقيعية السريعة التأثر.

ومن الواضح أن تغير المناخ سيزيد من سرعة تأثر بعض سكان المناطق الساحلية بالفيضانات وفقد الأراضي بفعل التحات. وتشير التقديرات إلى أن نحو ٤٦ مليون شخص سنوياً معرضون حالياً لخطر الفيضانات التي تنجم عن عرام العواصف. وهذه التقديرات ناتجة عن ضرب العدد الإجمالي للسكان الذين يعيشون الآن في مناطق محتملة التأثر بفيضانات المحيطات في احتمال حدوث الفيضانات في هذه المواقع في أي سنة مع أخذ مستويات الحماية القائمة والكثافة السكانية في الحسبان. وفي غياب تدابير للتكيف فإن من شأن ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار ٥٠ سنتيمتراً أن يزيد هذا العدد إلى نحو ٩٢ مليون شخص، كما أن من شأن ارتفاع مستوى سطح البحر بمتر واحد أن يزيده إلى ١١٨ مليون شخص. وإذا أدرج المرء النمو السكاني المتوقع فإن التقديرات تزيد بدرجة كبيرة. وستكون بعض الدول الجزرية الصغيرة وبلدان أخرى أسرع تأثراً لأن نظمها الحمائية البحرية والساحلية أقل رسوخاً. كما ستكون البلدان الأشد كثافة سكانية أسرع تأثراً. وبالنسبة لهذه البلدان يمكن أن يفرض ارتفاع مستوى سطح البحر الهجرة الداخلية أو الدولية للسكان.

وقد تضمن عدد من الدراسات تقييماً للحساسية لارتفاع مقداره متر واحد في مستوى سطح البحر. وهذه الزيادة واردة في أعلى مجموعة التقديرات التي وضعها لعام ٢١٠٠ الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ؛ بيد أنه تجدر ملاحظة أن من المقدر فعلاً أن يواصل مستوى سطح البحر الارتفاع بعد عام ٢١٠٠. وتبين الدراسات القائمة على استخدام هذا التقدير البالغ متراً واحداً أن هناك خطراً خاصاً بالنسبة للجزر الصغيرة والدلتات. وتتراوح خسائر الأراضي المقدرة من ٠٫٠٥٪ لأوروغواي و١٫٠ بالنسبة لمصر و٦٪ بالنسبة لهولندا و١٧٫٥٪ بالنسبة لبنغلاديش وبين ٨٠٪ تقريباً بالنسبة لجزيرة ماجورو المرجانية في جزر مارشال، في ظل الحالة الراهنة لنظم الحماية. كما تتأثر أعداد كبيرة من الناس: نحو ٧٠ مليوناً في كل من الصين وبنغلاديش على سبيل المثال. وتواجه دول كثيرة خسائر في قيمة الطاقة الرأسمالية تتجاوز ١٠٪ من ناتجها المحلي الإجمالي. وعلى الرغم من أن تكاليف الحماية السنوية متواضعة نسبياً بالنسبة لكثير من البلدان (نحو ٠٫١٪ من الناتج المحلي الإجمالي)، فإن متوسط التكلفة السنوية بالنسبة لكثير من الدول الجزرية الصغيرة يبلغ عدة نقاط كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي. وبالنسبة لبعض الدول الجزرية فإن التكلفة المرتفعة لتوفير الحماية من عرام العواصف ستجعلها متعذرة التنفيذ أساساً وذلك بصفة خاصة نظراً لمحدودية توافر رأس المال اللازم للاستثمار.

وأسرع المستوطنات البشرية تأثراً تقع في مناطق العالم النامي المعرضة للضرر والتي لا توجد لديها الموارد اللازمة للتصدي للتأثيرات. ويمكن أن تساعد الإدارة الفعالة للمناطق الساحلية والتنظيم الفعال لاستخدام الأراضي في توجيه انتقال السكان إلى أماكن بعيدة عن المواقع السريعة التأثر، مثل السهول الفيضانية وجوانب التلال الشديدة الانحدار والخطوط الساحلية المنخفضة. وهجرة السكان الداخلية أو الدولية الاضطرارية تعد أحد التأثيرات المحتملة الفريدة في نوعها والمدمرة بالنسبة للمستوطنات البشرية. ويمكن أن تعوض برامج المساعدة في حالات الكوارث بعضاً من أكثر عواقب تغير المناخ السلبية خطورة وأن تقلل عدد اللاجئين الإيكولوجيين.

والتأمين على الممتلكات سريع التأثر بالظواهر المناخية المتطرفة. فمن الممكن أن يؤدي ارتفاع خطر حدوث الظواهر المتطرفة الناجمة عن تغير المناخ إلى زيادة الأقساط التأمينية أو التراجع عن تغطية الممتلكات في بعض المناطق السريعة التأثر. وقد يصعب اكتشاف التغيرات في التقلبية المناخية وخطر حدوث الظواهر المتطرفة أو التنبؤ بهذه التغيرات والظواهر، مما يجعل من الصعب على شركات التأمين ضبط أقساطها بصورة ملائمة. وإذا أدت هذه الصعوبة إلى إعسار مالي فقد لا تتمكن شركات التأمين من الوفاء بأحكام عقود التأمين، الأمر الذي يمكن أن يسبب ضعفاً اقتصادياً لقطاعات أخرى، مثل القطاع المصرفي. وتعاني صناعة التأمين حالياً من إجهاد سببته سلسلة من العواصف التي حملتها «بلايين الدولارات» منذ عام ١٩٨٧، مؤدية إلى زيادات هائلة في الخسائر، وانخفاض في توافر التغطية التأمينية، وارتفاع في التكاليف. ويلاحظ البعض في صناعة التأمين وجود اتجاه حالي إلى زيادة تواتر وشدة

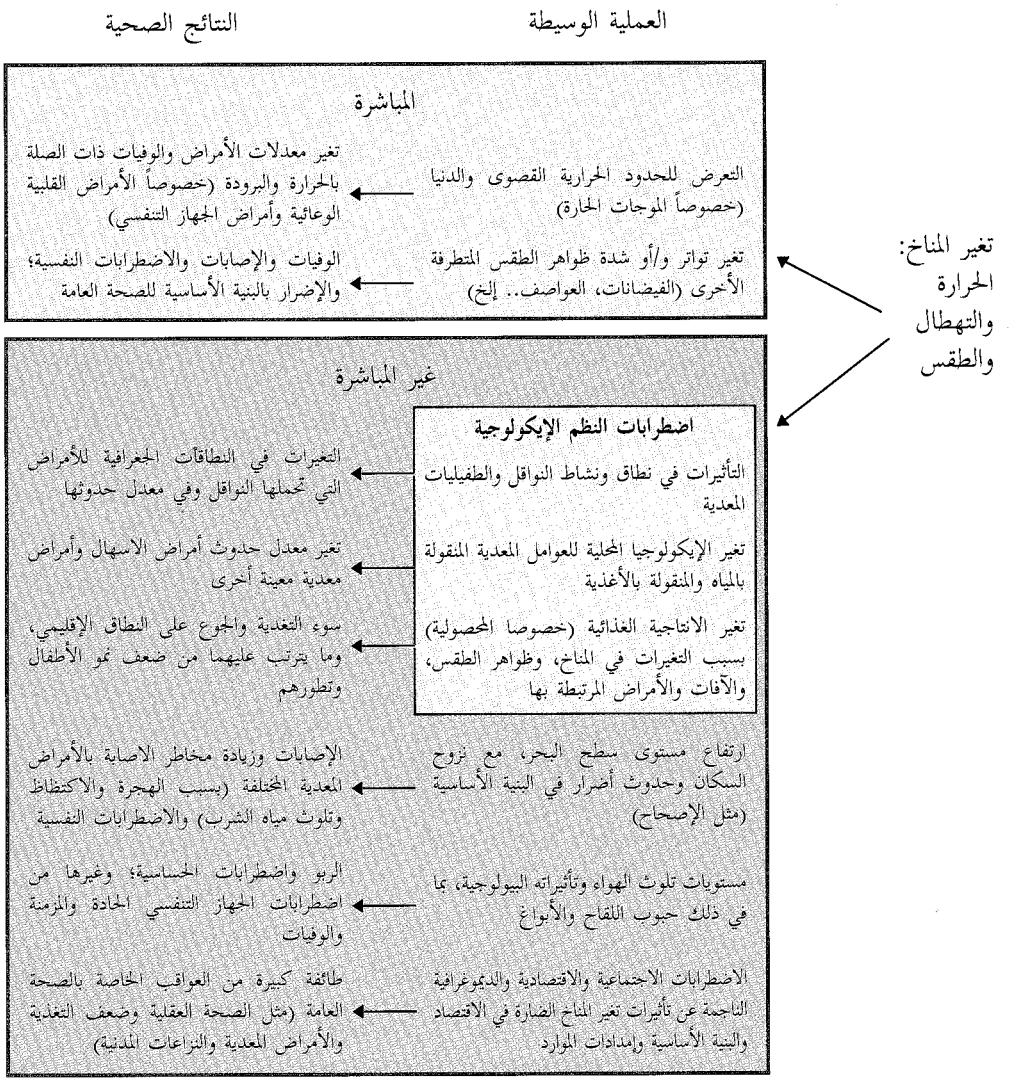
الظواهر المناخية المتطرفة. ولا يؤيد فحص بيانات الأرصاد الجوية هذه الملاحظة في سياق تغير طويل الأجل، ولو أنه ربما يكون قد حدث تحول داخل حدود التقلبية الطبيعية. والخسائر المرتفعة تعكس بقوة زيادات في البنى الأساسية والقيمة الاقتصادية في المناطق السريعة التأثر وكذلك تغيراً ممكناً في شدة وتواتر ظواهر الطقس المتطرفة.

٣ - ٥ صحة الانسان

من المحتمل أن تكون لتغير المناخ تأثيرات شديدة التباين وضارة في معظمها على صحة الانسان، مصحوبة بخسائر كبيرة في الأرواح. وستحدث هذه التأثيرات بطرق مباشرة وغير مباشرة على السواء (الشكل ٣) ومن المرجح أن تسود التأثيرات غير المباشرة في الأجل الأطول.

وتتضمن الآثار الصحية المباشرة حدوث زيادات في الوفيات واعتلالات الصحة (الناجمة عن أمراض القلب والجهاز التنفسي في المقام الأول) بسبب زيادة متوقعة في شدة موجات الحرارة ومدتها. ومن شأن الزيادات في الحرارة في المناطق الأكثر برودة أن تسفر عن انخفاض الوفيات ذات الصلة بالبرد. كما أن من شأن زيادة في الأحوال الجوية المتطرفة أن تؤدي إلى زيادة حدوث الوفيات والإصابات والاضطرابات العقلية والتعرض لإمدادات المياه الملوثة.

وتتضمن الآثار غير المباشرة لتغير المناخ حدوث زيادات في الانتقال المحتمل للأمراض المعدية التي تحملها النواقل (مثل الملاريا والضنك والحمى الصفراء وبعض أنواع التهاب الدماغ الفيروسي) نتيجة لامتداد النطاق الجغرافي لنواقل الأمراض ومواسم نشاطها. وتشير اسقاطات النماذج (التي تستلزم افتراضات تبسيطية ضرورية) إلى أن المنطقة الجغرافية لانتقال الملاريا المحتمل استجابة لزيادة الحرارة على النطاق العالمي والواردة في الجزء العلوي من المدى المقدر بمعرفة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (٣ - ٥° س بحلول عام ٢١٠٠) ستزيد من نحو ٤٥٪ من سكان العالم إلى نحو ٦٠٪ بحلول النصف الأخير من القرن القادم. ويمكن أن يؤدي هذا إلى زيادات محتملة



ملاحظة: سيختلف السكان ذوو مستويات الموارد الطبيعية والفنية والاجتماعية المختلفة في حساسيتهم للتأثيرات الصحية المستحثة مناخياً.

الشكل ٣: الطرق التي يمكن بها أن يؤثر تغير المناخ في صحة الإنسان

في الإصابة بالملاريا (في حدود ٥٠ - ٨٠ مليون حالة سنوية إضافية، بالنسبة لإجمالي أساسي عالمي مفترض قدره ٥٠٠ مليون حالة)، وذلك بصفة رئيسية بين سكان المناطق المدارية وشبه المدارية وسكان المناطق المعتدلة ذات الحماية الأقل. ويمكن أيضاً حدوث بعض الزيادات في الإصابة بالأمراض المعدية التي لا تحملها النواقل مثل داء السلمونيلات والكوليرا وداء الجيارديات - وذلك نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وزيادة الفيضانات.

وتتضمن الآثار غير المباشرة الإضافية أمراض الجهاز التنفسي والحساسية الناجمة عن الزيادات التي يعززها المناخ في بعض ملوّثات الهواء وحبوب اللقاح وأبواغ العفن. ويؤدي التعرض لتلوث الهواء مع ظواهر الطقس المجهدة إلى تزايد احتمال حدوث الأمراض والوفيات. ومن الممكن أن تعاني بعض المناطق من تدهور في الحالة التغذوية نتيجة للتأثيرات الضارة على الانتاجية الغذائية وانتاجية مصائد الأسماك. كما ستكون للقيود على امدادات المياه العذبة عواقب بالنسبة لصحة الانسان.

ويصعب إجراء قياس كمي للتأثيرات المقدرة لأن مدى الاضطرابات الصحية المستحثة مناخياً يتوقف على عوامل عديدة متواجدة معاً ومتفاعلة فيما بينها تحدد مدى سرعة تأثر السكان المعنيين، ومن هذه العوامل الظروف البيئية والاجتماعية الاقتصادية والحالة التغذوية والمناعية، والكثافة السكانية، وإمكانية الحصول على خدمات رعاية صحية جيدة. وتتضمن خيارات التكيف للحد من التأثيرات الصحية التكنولوجيا الوقائية (مثل الاسكان وتكييف الهواء وتنقية المياه والتطعيم)، والتأهب لمواجهة الكوارث، والرعاية الصحية الملائمة.

٤- خيارات تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز مصارفها

إن الأنشطة البشرية تزيد بصورة مباشرة تركيزات العديد من غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وعلى وجه الخصوص ثاني أكسيد الكربون والميثان ومركبات الهالوكربون وسادس فلوريد الكبريت وأكسيد النيتروز. وثاني أكسيد الكربون هو أهم هذه الغازات ويليه الميثان. كما تؤثر الأنشطة البشرية بصورة غير مباشرة في تركيزات بخار الماء والأوزون. والتخفيضات الكبيرة في صافي انبعاثات غازات الدفيئة ممكنة فنياً ومن الممكن أن تكون مجدية اقتصادياً. ويمكن تحقيق هذه التخفيضات باستخدام مجموعة كبيرة من التكنولوجيات وتدابير السياسات التي تسّرع استنباط التكنولوجيا ونشرها ونقلها في جميع القطاعات، بما فيها قطاعات الطاقة والصناعة والنقل والمباني السكنية/التجارية والزراعة/الحراجة. وسيتم بحلول عام ٢١٠٠ إبدال نظام الطاقة التجاري القائم في العالم مرتين على الأقل، مما سيتيح الفرص لتغيير نظام الطاقة دون سحب من الطاقة الرأسمالية قبل الأوان؛ كما سيتم إبدال مقادير كبيرة من الطاقة الرأسمالية في قطاعات الصناعة والتجارة والاسكان والزراعة/الحراجة. وتتيح دورات إبدال الطاقة الرأسمالية هذه الفرص اللازمة لاستخدام تكنولوجيات جديدة أفضل أداءً. وتجدر ملاحظة أن تحليلات الفريق العامل الثاني لا تسعى إلى تحديد مقدار العواقب الاقتصادية الكلية المحتملة التي قد ترتبط بتدابير التخفيف. وتوجد المناقشات المتعلقة بالتحليلات الاقتصادية الكلية في القسم الذي أسهم به الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في تقرير التقييم الثاني. وتعتمد درجة تحقيق الامكانات الفنية والفعالية بالنسبة إلى التكلفة على المبادرات الرامية إلى التغلب على نقص المعلومات وتخطي العوائق الثقافية والمؤسسية والقانونية والمالية والاقتصادية التي تفوق نشر التكنولوجيا أو التغييرات السلوكية. والمسعى الخاص بخيارات التخفيف يمكن تنفيذه ضمن حدود معاييرالتنمية المستدامة. بيد أنه يمكن للمعايير الاجتماعية والبيئية غير المتعلقة بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة أن تقيد الامكانات النهائية لكل خيار من خيارات التخفيف.

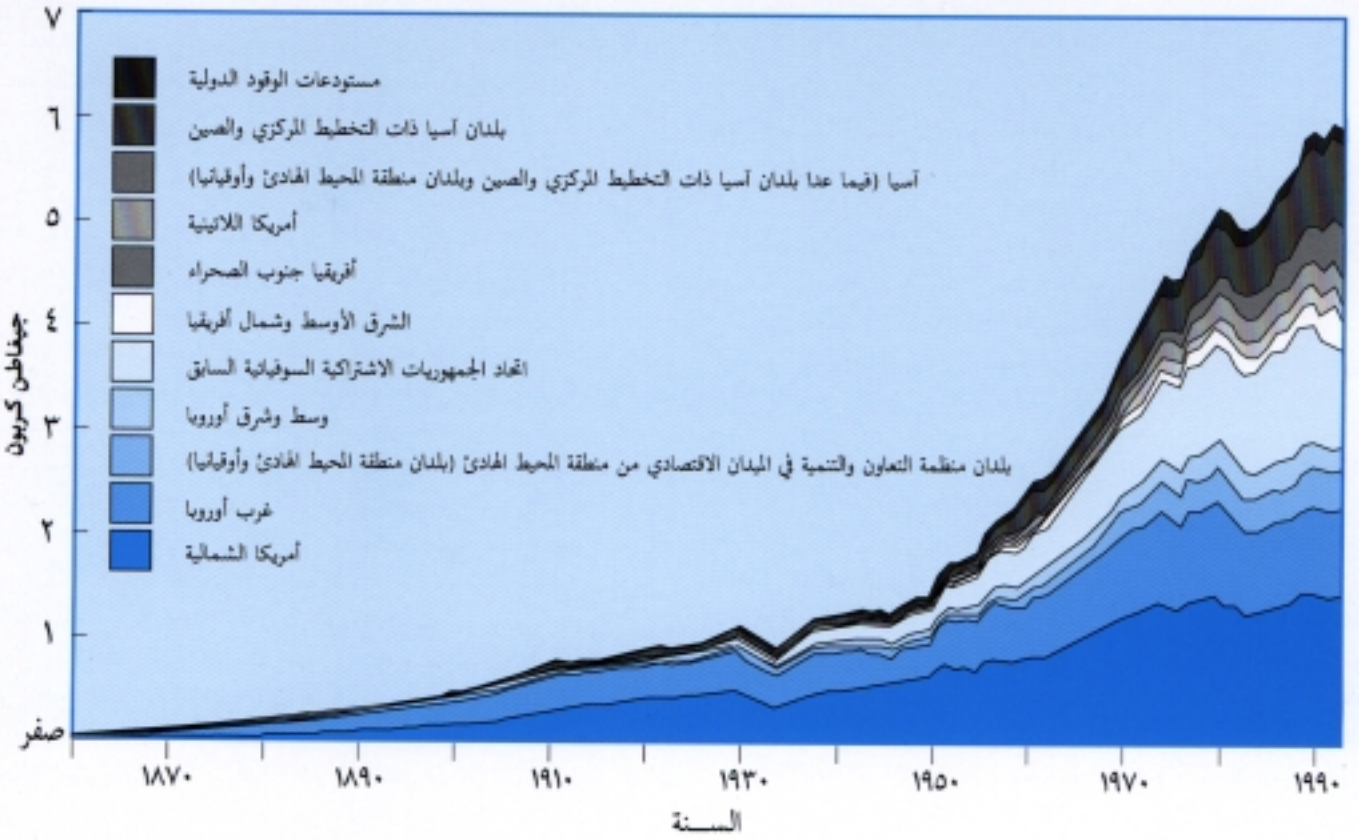
٤ - ١ الانبعاثات من الطاقة والعمليات الصناعية والمستوطنات البشرية

زاد الطلب العالمي على الطاقة بمعدل سنوي متوسط مقداره نحو ٢٪ لقرنين تقريباً، وإن كانت زيادة الطلب على الطاقة تتفاوت تفاوتاً كبيراً مع مرور الوقت ومن المناطق المختلفة. وفي الكتابات المنشورة تُستخدم طرق واتفاقيات مختلفة لبيان خصائص استهلاك الطاقة. وتختلف هذه الاتفاقيات، على سبيل المثال، تبعاً لتعريفها للقطاعات ومعالجتها لأشكال الطاقة. وعلى أساس الميزانيات الوطنية المجمعة للطاقة فقد استُهلك نحو ٣٨٥ إكساجول من الطاقة الأولية في العالم في عام ١٩٩٠ مما أسفر عن انطلاق ٦ جيغاطن كربون في صورة ثاني أكسيد كربون. وتم تسليم ٢٧٩ إكساجول من هذه الكمية إلى المستخدمين النهائيين، وتسببت هذه الكمية المسلمة في انبعاثات مقدارها ٣ر٧ جيغاطن كربون في صورة ثاني أكسيد كربون عند نقطة الاستهلاك. واستُخدمت الكمية المتبقية البالغة ١٠٦ إكساجول في تحويل الطاقة وتوزيعها، حيث تسببت في انبعاثات مقدارها ٣ر٢ جيغاطن كربون في صورة ثاني أكسيد كربون. وفي عام ١٩٩٠ كانت أكبر ثلاثة قطاعات مستهلكة للطاقة هي قطاع الصناعة (٤٥٪ من إجمالي انطلاقات ثاني أكسيد الكربون) وقطاع المباني السكنية/التجارية (٢٩٪) وقطاع النقل (٢١٪). وكان استخدام قطاع النقل للطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتصلة بهذا الاستخدام هي الأسرع نمواً في هذه القطاعات خلال العقدين الماضيين. وبالنسبة للتقييم القطاعي المفصل لخيارات التخفيف في هذا التقرير، ترتكز تقديرات استخدام الطاقة لعام ١٩٩٠ على مجموعة من مصادر الكتابات وعلى طائفة من الاتفاقيات المستخدمة لتحديد هذه القطاعات واستخدامها للطاقة، والذي يقدر أن مجموعه يبلغ ٢٥٩ - ٢٨٢ إكساجول.

ويبين الشكل ٤ إجمالي الانبعاثات المتعلقة بالطاقة بحسب مناطق العالم الرئيسية. وبلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) كانت وما زالت البلدان الرئيسية المستخدمة للطاقة والمبتعثة لثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري على الرغم من أن حصتها في الانبعاثات العالمية للكربون من الوقود الأحفوري أخذت تتناقص. ولا تزال البلدان النامية كمجموعة تتسبب في حصة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية أصغر من حصة البلدان الصناعية - منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والاتحاد السوفياتي السابق/شرق أوروبا - ولكن معظم التقديرات يبين أن حصة البلدان النامية في المستقبل ستتزايد في ضوء معدلات النمو الاقتصادي والسكاني المتنبأ بها. ومن المتوقع أن الطلب على الطاقة في المستقبل سيواصل التزايد، حتى نهاية النصف الأول من القرن القادم على الأقل. وتقدر الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١٩٩٢ و١٩٩٤) أنه ما لم يحدث تدخل على صعيد السياسات فإن من الممكن أن تحدث زيادة كبيرة في الانبعاثات من قطاعات الصناعة والنقل والمباني التجارية/السكنية.

٤-١-١ *الطلب على الطاقة*

تبين دراسات عديدة أن من الممكن تحقيق زيادات في كفاءة الطاقة مقدارها ١٠ - ٣٠٪ فوق المستويات الحالية بتكلفة صافية ضئيلة أو بدون أي تكلفة صافية في أنحاء كثيرة من العالم عن طرق تدابير الحفظ الفنية والممارسات الإدارية المحسنة خلال العقدين القادمين أو العقود الثلاثة القادمة. وباستخدام التكنولوجيات التي تحقق في الوقت الحاضر أعلى ناتج من خدمات الطاقة



الشكل ٤: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية المتعلقة بالطاقة بحسب مناطق العالم الرئيسية، محسوبة بالجيغاطن كربون/سنة. المصادر: Keeling, 1994; Marland et al., 1994 ; Grbler and Nakicenovic, 1992; Etemad and Luciani, 1991; Fujii, 1990; UN, 1952 (انظر Energy Primer للاطلاع على المعلومات المرجعية).

مقابل مدخل معين من الطاقة سيكون من الممكن فنياً تحقيق زيادة من الكفاءة مقدارها ٥٠ - ٦٠٪ في بلدان كثيرة خلال الفترة الزمنية ذاتها. وسيعتمد تحقيق هذه الاحتمالات على تخفيضات التكاليف في المستقبل، والتمويل، ونقل التكنولوجيا، وعلى تدابير تخطي مجموعة منوعة من العوائق غير الفنية. واحتمال إجراء تخفيضات في غازات الدفيئة يفوق احتمال تحقيق كفاءة استخدام الطاقة بسبب امكانية التحول عن أنواع وقود ومصادر طاقة إلى أنواع ومصادر أخرى. وبالنظر إلى تزايد استخدام الطاقة على النطاق العالمي فمن الممكن حتى لإحلال تكنولوجيا أكفأ محل التكنولوجيا الحالية أن يؤدي إلى زيادة مطلقة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل.

وفي عام ١٩٩٢ وضعت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ستة سيناريوهات (سيناريوهات الهيئة من «أ» إلى «و» لعام ١٩٩٢) لاستخدام الطاقة في المستقبل وما يرتبط به من انبعاثات غازات الدفيئة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٢، ١٩٩٥). وتوفر هذه السيناريوهات مجموعة كبيرة من المستويات المحتملة لانبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل بدون تدابير للتخفيف.

وفي تقرير التقييم الثاني أُعيد بحث استخدام الطاقة في المستقبل على أساس قطاعي أكثر تفصيلاً في ظل استخدام وعدم استخدام تدابير للتخفيف بالاستناد إلى الدراسات الموجودة. وعلى الرغم من نُهج التقييم المختلفة فإن ما أسفر عنه هذا من نطاقات الزيادات في استهلاك الطاقة حتى عام ٢٠٢٥ بدون تدابير تخفيف جديدة متسق بشكل عام مع النطاقات التي تتضمنها سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢. وإذا استمرت الاتجاهات السابقة فسوف تزداد انبعاثات غازات الدفيئة بوتيرة أبطأ من وتيرة استخدام الطاقة، باستثناء استخدامها في قطاع النقل.

وتلخص الفقرات التالية احتمالات تحسين كفاءة الطاقة، المقدرة في تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وسيتطلب الأمر اتخاذ تدابير قوية على صعيد السياسات لتحقيق هذه الاحتمالات. وتعتمد تخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة المتعلقة بالطاقة على مصدر الطاقة، ولكن التخفيضات في استخدام الطاقة ستؤدي عموماً إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة.

الصناعة. أشارت التقديرات إلى أن استخدام الطاقة في عام ١٩٩٠ بلغ ٩٨ - ١١٧ إكساجول، ويتوقع أن يرتفع إلى ١٤٠ - ٢٤٢ إكساجول في عام ٢٠٢٥ بدون تدابير جديدة. وتتفاوت البلدان تفاوتاً كبيراً في استخدامها الصناعي الحالي للطاقة وفي اتجاهات انبعاثات غازات الدفيئة المتعلقة بالطاقة. ويتوقع لانبعاثات غازات الدفيئة المتعلقة بالطاقة من القطاع الصناعي في معظم البلدان الصناعية أن تستقر أو أن تتناقص نتيجة لإعادة الهيكلة الصناعية والابتكار التكنولوجي، بينما يتوقع للانبعاثات الصناعية في البلدان النامية أن تتزايد نتيجة للنمو الصناعي في المقام الأول. ومن المقدر أن يبلغ الاحتمال القصير الأجل لتحسين كفاءة الطاقة في قطاع الصناعة التحويلية في البلدان الصناعية الرئيسية ٢٥٪. واحتمال تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة أكبر من ذلك. وتتضمن تكنولوجيات وتدابير تخفيض الانبعاثات المتعلقة بالطاقة من هذا القطاع تحسين الكفاءة (مثل الاقتصاد في استهلاك الطاقة والمواد، والتوليد المشترك، والتنظيم التعاقبي لاستخدامات الطاقة،

واستعادة البخار، واستخدام محركات وأجهزة كهربائية أخرى أكثر كفاءة)؛ وإعادة تدوير المواد والتحول إلى المواد التي تنتج عنها انبعاثات أقل من غازات الدفيئة؛ واستنباط عمليات أقل استخداماً للطاقة والمواد.

النقل. أشارت التقديرات إلى أن استخدام الطاقة في عام ١٩٩٠ بلغ ٦١ - ٦٥ إكساجول، ويتوقع أن يرتفع إلى ٩٠ - ١٤٠ إكساجول في عام ٢٠٢٥ بدون تدابير جديدة. ويمكن تخفيض الاستخدام المتوقع للطاقة في عام ٢٠٢٥ بالثلث تقريباً إلى ٦٠ - ١٠٠ إكساجول من خلال المركبات التي تستخدم فيها معدات قيادة شديدة الكفاءة مصممة بحيث تكون خفيفة الوزن وذات مقاومة منخفضة للهواء دون المساس بالراحة والأداء. ويمكن إجراء مزيد من التخفيضات في استخدام الطاقة عن طريق استخدام المركبات الصغيرة؛ وتغيير أنماط استخدام الأراضي ونظم النقل وأنماط الحركة وأساليب الحياة؛ والتحول إلى وسائل نقل تقل فيها كثافة استخدام الطاقة. ويمكن خفض انبعاثات غازات الدفيئة لكل وحدة طاقة من خلال استخدام أنواع الوقود البديلة والكهرباء من المصادر المتجددة. وتتيح هذه التدابير مجتمعة الفرصة لخفض انبعاثات غازات الدفيئة المتعلقة بالطاقة من قطاع النقل على النطاق العالمي بما يعادل ٤٠٪ من الانبعاثات المقدرة بحلول عام ٢٠٢٥. ومن الممكن أن تعالج إجراءات خفض انبعاثات غازات الدفيئة المتعلقة بالطاقة من قطاع النقل مشكلات أخرى، في الوقت ذاته، مثل تلوث الهواء المحلي.

قطاع المباني التجارية/السكنية. أشارت التقديرات إلى أن استخدام الطاقة في عام ١٩٩٠ بلغ ١٠٠ إكساجول تقريباً، ويتوقع أن يرتفع إلى ١٦٥ - ٢٠٥ إكساجول في عام ٢٠٢٥ بدون تدابير جديدة. ويمكن تخفيض الاستخدام المتوقع للطاقة بالربع تقريباً إلى ١٢٦ - ١٧٠ إكساجول بحلول عام ٢٠٢٥ دون تقليل الخدمات وذلك عن طريق استخدام تكنولوجيا ذات كفاءة فيما يتعلق بالطاقة. واحتمال تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة أكبر من ذلك. ويمكن أن تتضمن التغييرات الفنية الحد من انتقال الحرارة عبر هياكل المباني وزيادة كفاءة تكييف جو المباني وتحسين كفاءة نظم توفير المياه والإضاءة والتجهيزات. ويمكن تخفيض درجات الحرارة المحيطة في المناطق الحضرية عن طريق زيادة الغطاء النباتي وزيادة عاكسية أسطح المباني وتقليل الطاقة اللازمة لتكييف جو المباني. ويمكن تحقيق تخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة المتعلقة بالطاقة تتجاوز التخفيضات التي يتم الحصول عليها من خلال تخفيض استخدام الطاقة وذلك عن طريق إجراء تغييرات في مصادر الطاقة.

٤-١-٢ تخفيف الانبعاثات من العمليات الصناعية والمستوطنات البشرية

تنطلق انبعاثات غازات الدفيئة ذات الصلة بالعمليات الصناعية، ومن بينها ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهالوكربون وسادس فلوريد الكبريت، أثناء العمليات الانتاجية والصناعية، مثل انتاج الحديد والصلب والألومنيوم وغاز النشادر والأسمنت وغيرها من المواد. ويمكن تحقيق تخفيضات كبيرة في هذه الانبعاثات في بعض الحالات. وتتضمن التدابير في هذا الصدد تعديل عمليات الانتاج، واستبعاد المذيبات. واستبدال المواد الأولية، وإبدال المواد المستخدمة، وزيادة إعادة التدوير، وخفض استهلاك المواد الكثيفة المحتوى من غازات الدفيئة. ومن الممكن أيضاً أن يؤدي احتجاز واستخدام الميثان من مقالب القمامة ومرافق معالجة مياه المجارير، وخفض معدل تسرب المبردات الهالوكربونية من المصادر المتحركة والثابتة، إلى تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة.

٤-١-٣ إمدادات الطاقة

يركز هذا التقييم على التكنولوجيات الجديدة المتعلقة باستثمار رأس المال لا على التعديل التحديثي المحتمل للطاقة الرأسمالية بغية استخدام أشكال من الطاقة الأولية أقل كثافة كربونية. ويمكن من الناحية الفنية تحقيق تخفيضات ضخمة في الانبعاثات في قطاع امدادات الطاقة في توافق مع التوقيت العادي للاستثمارات اللازمة لإبدال البنى الأساسية والمعدات عندما تبلى أو تصبح عتيقة. كما ستؤدي خيارات كثيرة لتحقيق هذه التخفيضات الضخمة إلى تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية المتطايرة. وتبين أدناه النُهج المشجعة، دون ترتيب حسب الأولية.

٤-١-٣-١ *التخفيضات في غازات الدفيئة في نطاق استخدام الوقود الأحفوري*

التحويل الأكفأ للوقود الأحفوري. تتيح التكنولوجيا الجديدة تحقيق زيادة ضخمة في كفاءة التحويل. فمن الممكن مثلاً زيادة كفاءة انتاج الطاقة الكهربائية من المتوسط العالمي الحالي البالغ نحو ٣٠٪ إلى أكثر من ٦٠٪ في الأجل الأطول. كما يتيح الانتاج المشترك للطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية الذي يحل محل الانتاج المنفصل لكل من الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية - سواء لتوفير الحرارة اللازمة للعمليات الصناعية أو لتدفئة جو المباني - تحقيق زيادة كبيرة في كفاءة تحويل الوقود.

التحول إلى أنواع الوقود الأحفوري المنخفضة المحتوى من الكربون وكبح الانبعاثات. التحول من الفحم إلى النفط أو الغاز الطبيعي ومن النفط إلى الغاز الطبيعي يمكن أن يخفض الانبعاثات. فانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الغاز الطبيعي لكل وحدة من وحدات الطاقة هي أقل انبعاثاته من أي نوع من أنواع الوقود الأحفوري حيث تبلغ نحو ١٤ كغم كربون/جيغاجول بالمقارنة بانبعاثاته من النفط البالغة نحو ٢٠ كغم/جيغاجول ومن الفحم ومقدارها نحو ٢٥ كغم/جيغاجول. وأنواع الوقود الأقل اشتمالاً على الكربون يمكن، بوجه عام، تحويلها بكفاءة أعلى من كفاءة تحويل الفحم. وتوجد موارد كبيرة للغاز الطبيعي في مناطق كثيرة. وقد حققت التكنولوجيا الجديدة المختلطة الدورات لتوليد الطاقة، المنخفضة التكلفة الرأسمالية والعالية الكفاءة، تخفيض تكاليف الكهرباء بدرجة كبيرة في بعض المناطق. ومن الممكن أن يحل الغاز الطبيعي محل النفط في قطاع النقل. وتوجد نُهج لتخفيض انبعاثات الميثان من خطوط أنابيب الغاز الطبيعي وانبعاثات الميثان و/أو ثاني أكسيد الكربون من آبار النفط والغاز ومناجم الفحم.

إزالة الكربون من غازات المداخن وأنواع الوقود وتخزين ثاني أكسيد الكربون. من الممكن عملياً إزالة ثاني أكسيد الكربون من غازات مداخن محطات توليد الطاقة بالوقود الأحفوري وتخزينه، ولكن هذا يقلل كفاءة التحويل ويزيد تكلفة انتاج الكهرباء زيادة كبيرة. وثمة نهج آخر لإزالة الكربون وذلك باستخدام مواد الوقود الأحفوري الأولية لصنع أنواع الوقود الغنية بالهيدروجين. ويولد النهجان على السواء منتجاً ثانوياً هو ثاني أكسيد الكربون الذي يمكن تخزينه، على سبيل المثال، في حقول الغاز الطبيعي المستنفدة. وسيؤدي توافر تكنولوجيات التحويل في المستقبل، مثل الخلايا التي تعمل بالوقود والتي يمكنها استخدام الهيدروجين بكفاءة، إلى زيادة الجاذبية النسبية للنهج الأخير. وفيما يتعلق بالخيارات الأطول أجلاً لتخزين ثاني أكسيد الكربون فإن تكاليف هذه الخيارات وآثارها البيئية وفعاليتها لا تزال مجهولة إلى حد بعيد.

٤-١-٣-٢ *التحول إلى مصادر الطاقة غير الوقود الأحفوري*

التحول إلى الطاقة النووية. من الممكن أن تحل الطاقة النووية محل الوقود الأحفوري الأساسي في توليد الكهرباء في أنحاء كثيرة من العالم إذا أمكن التوصل إلى استجابات مقبولة عموماً للشواغل المتعلقة بأمور مثل أمان المفاعلات، ونقل النفايات المشعة والتخلص منها، والانتشار النووي.

التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة. تستخدم تكنولوجيات الطاقة الشمسية وطاقة الكتلة الأحيائية وطاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة الحرارية الأرضية استخداماً واسع النطاق بالفعل. ففي عام ١٩٩٠ أسهمت مصادر الطاقة المتجددة بنحو ٢٠٪ من استهلاك الطاقة الأولية في العالم، ومعظمها حطب وطاقة مائية. ويتيح التقدم التكنولوجي فرصاً جديدة لاستخدام الطاقة من هذه المصادر كما يتيح تحقيق تناقص تكاليف هذه الطاقة. وفي الأجل الأطول يمكن لمصادر الطاقة المتجددة تلبية جزء كبير من الطلب العالمي على الطاقة. وتستطيع نظم توليد الطاقة الكهربائية أن تستوعب بسهولة جزءاً محدوداً من الطاقة المتجددة المتولدة بصورة متقطعة، كما تستطيع، بإضافة وحدات احتياطية وتخزينية سريعة الاستجابة، أن تستوعب جزءاً أكبر. وحيثما يعاد إنماء الكتلة الأحيائية على نحو مستدام واستخدامها لتحل محل الوقود الأحفوري في انتاج الطاقة يتحقق تفادي انبعاثات الكربون الصافية لأن ثاني أكسيد الكربون الذي ينطلق في عملية تحويل الكتلة الأحيائية إلى طاقة يثبت مرة أخرى في الكتلة الأحيائية عن طريق التمثيل الضوئي. وإذا تسنى تحقيق تنمية طاقة الكتلة الأحيائية بطرق تعالج بفعالية الشواغل المتعلقة بالقضايا البيئية الأخرى والتنافس مع الاستخدامات الأخرى للأراضي فمن الممكن أن تحقق الكتلة الأحيائية اسهامات كبرى في أسواق كل من الكهرباء والوقود وأن توفر امكانيات لزيادة العمالة والدخول في الريف.

٤-١-٤ تكامل خيارات التخفيف على مستوى نظم الطاقة

لتقييم التأثير المحتمل للمجموعات المؤتلفة من التدابير الفردية على مستوى نظم الطاقة، مقابل مستوى التكنولوجيات الفردية، توصف أشكال مختلفة من نظام لإمدادات الطاقة منخفض الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون (LESS). وتصورات النظام LESS عبارة عن «تجارب مُروَّى فيها» تستكشف نظم الطاقة العالمية الممكنة.

ووُضعت الافتراضات التالية: يزيد عدد سكان العالم من ٥ر٣ بليون نسمة في عام ١٩٩٠ إلى ٥ر٩ بليون نسمة بحلول عام ٢٠٢٥ و٥ر١٠ بليون نسمة بحلول عام ٢١٠٠. ويزيد الناتج المحلي الإجمالي إلى سبعة أمثاله بحلول عام ٢٠٥٠ (٥ أمثال و١٤ مثلاً في البلدان الصناعية والبلدان النامية على التوالي) و٢٥ مثلاً بحلول عام ٢١٠٠ (١٣ مثلاً و٧٠ مثلاً في البلدان الصناعية والبلدان النامية على التوالي) بالنسبة إلى عام ١٩٩٠. وبسبب التشديد على كفاءة الطاقة يزيد استهلاك الطاقة الأولية بوتيرة أبطأ كثيراً من وتيرة زيادة الناتج المحلي الإجمالي. وقد أُعدت التصورات الخاصة بإمدادات الطاقة لتلبية الطلب على الطاقة في: (١) التقديرات الموضوعة لتقرير التقييم الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١٩٩٠) في شكل من أشكال النظام LESS ذي طلب منخفض على الطاقة، حيث يزيد الاستخدام العالمي للطاقة الأولية التجارية إلى الضعف تقريباً، دون أي تغير صافٍ بالنسبة للبلدان الصناعية ولكن مع زيادة مقدارها ٤ر٤ مثل بالنسبة للبلدان النامية من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠؛ (٢) شكل من أشكال النظام LESS ذي طلب أعلى على الطاقة في سيناريو الهيئة (IPCC) «أ» لعام ١٩٩٢، حيث يزيد الطلب على الطاقة إلى أربعة أمثاله من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠. ومستويات الطلب على الطاقة في تصورات النظام LESS متسقة مع الفصول الخاصة بالحد من الطلب على الطاقة والواردة في تقرير التقييم الثاني هذا.

ويبين الشكل ٥ مجموعات مؤتلفة من مصادر الطاقة المختلفة لتلبية مستويات الطلب المتغيرة خلال القرن القادم. ويفضي تحليل هذه الأشكال إلى الاستنتاجات التالية:

- يمكن من الناحية الفنية إجراء تخفيضات ضخمة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من نظم إمدادات الطاقة خلال ما بين ٥٠ و١٠٠ سنة باستخدام الاستراتيجيات التبادلية.
- يمكن لكثير من مجموعات الخيارات المؤتلفة المحددة في هذا التقييم تخفيض الانبعاثات العالمية لثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري من نحو ٦ جيغاطن كربون في عام ١٩٩٠ إلى نحو ٤ جيغاطن كربون/سنة بحلول عام ٢٠٥٠ وإلى حوالي ٢ جيغاطن كربون/سنة بحلول عام ٢١٠٠ (انظر الشكل ٦). وستتراوح انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية بين نحو ٤٥٠ ونحو ٤٧٠ جيغاطن كربون في تصورات النظام LESS التبادلية.
- ينصب التركيز على زيادة كفاءة الطاقة لتحقيق تخفيضات ضخمة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ولزيادة مرونة التصورات فيما يتعلق بالامدادات، ولخفض التكاليف الإجمالية لنظم الطاقة.
- تنمو التجارة الأقاليمية في الطاقة في تصورات النظام LESS بالمقارنة بمستوياتها اليوم، مما يزيد من خيارات التنمية المستدامة لأفريقيا وأمريكا اللاتينية والشرق الأوسط خلال القرن القادم.

وتتوقف تكاليف خدمات الطاقة في كل شكل من أشكال النظام LESS بالنسبة لتكاليف الطاقة التقليدية على الأسعار النسبية للطاقة في المستقبل، التي يكتنفها عدم اليقين إلى حد بعيد، وعلى خصائص الأداء والتكاليف المفترضة للتكنولوجيات البديلة. بيد أنه في نطاق المدى الواسع لأسعار الطاقة في المستقبل سيكون شكل أو أكثر من أشكال النظام LESS قادراً بشكل معقول على تقديم خدمات الطاقة المطلوبة بتكاليف تقديرية مماثلة تقريباً للتكاليف المستقبلية التقديرية للطاقة التقليدية الحالية. ولا يمكن أن يُحدد للأجل الأطول نظام طاقة مستقبلي ذي تكلفة دنيا لأن التكاليف النسبية للخيارات تتوقف على قيود الموارد والفرص التكنولوجية، وهي أمور غير معروفة معرفة تامة، وعلى إجراءات الحكومات والقطاع الخاص.

وتقدم الكتابات تأييداً قوياً لإمكانية تحقيق خصائص الأداء والتكاليف المفترضة لتكنولوجيات الطاقة في تصورات النظام LESS في غضون العقدين القادمين على الرغم من استحالة التأكد قبل أن تكتمل أعمال البحث والتطوير وتُختبر التكنولوجيات في السوق. وعلاوة على ذلك فإن خصائص الأداء والتكاليف هذه لا يمكن تحقيقها دون استثمار قوي

ومستدام في أعمال البحث والتطوير والارشاد. ويحتاج كثير من التكنولوجيات التي يجري استنباطها إلى دعم أولي من أجل دخول السوق والوصول إلى حجم يكفي لتقليل التكاليف بحيث تصبح تنافسية.

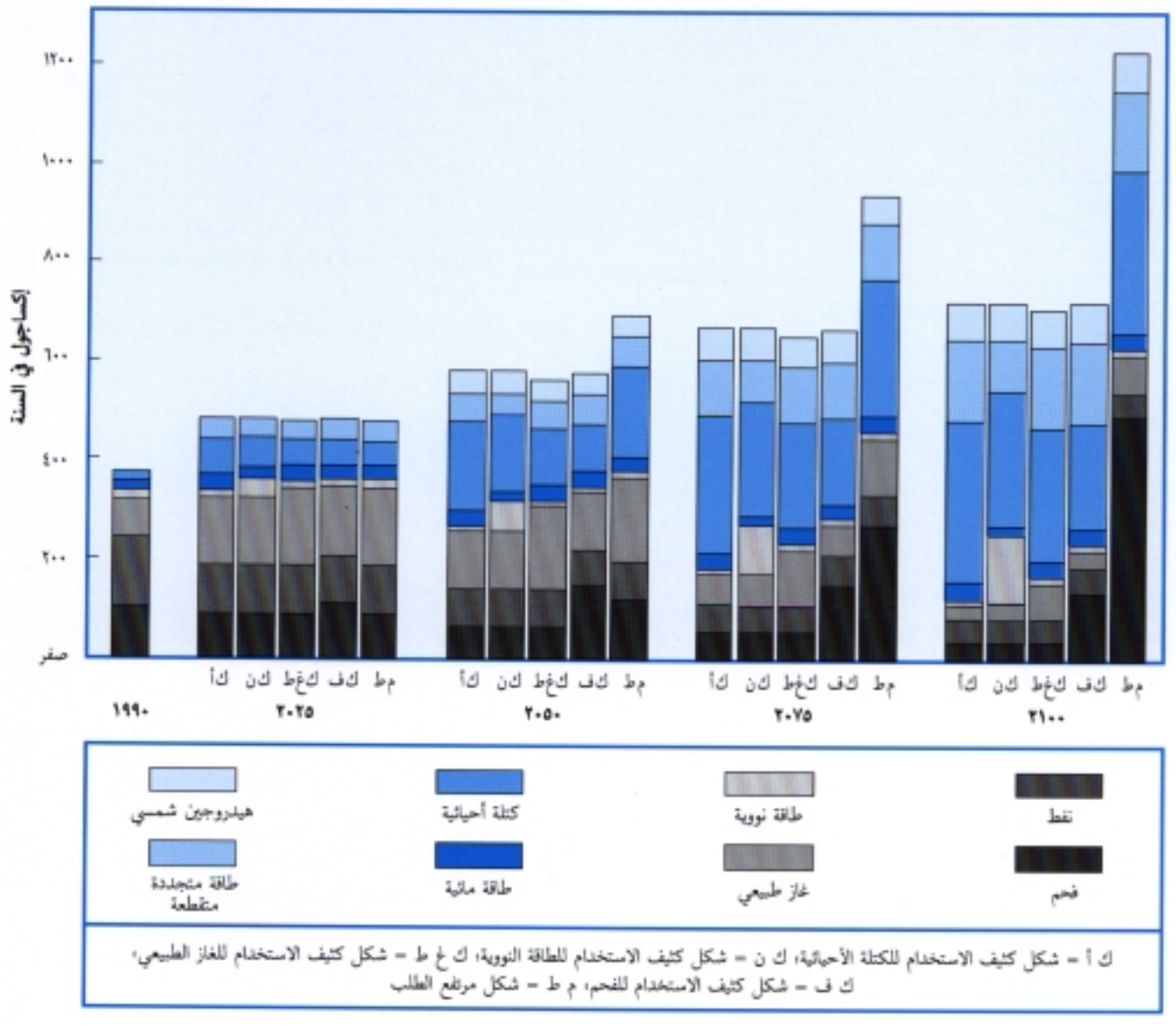
ودخول تكنولوجيات الطاقة المختلفة إلى السوق والتقبل المستمر لها يتوقفان بشكل أساسي على تكاليفها النسبية وأداءها (بما في ذلك الأداء البيئي) والترتيبات المؤسسية واللوائح والسياسات. وبسبب تفاوت التكاليف بحسب المواقع والاستخدامات فإن الظروف الشديدة التنوع تولد فرصاً أولية لدخول تكنولوجيات جديدة إلى السوق. وسيتطلب الفهم الأعمق لفرص تخفيضات الانبعاثات تحليلاً أكثر تفصيلاً للخيارات مع مراعاة الأحوال المحلية.

وبفضل العدد الكبير من الخيارات توجد مرونة فيما يتعلق بالكيفية التي يمكن بها أن يتطور نظام إمدادات الطاقة وأن تتأثر مسارات تطوير نظام الطاقة باعتبارات أخرى غير تغير المناخ، بما فيها الاعتبارات السياسية والبيئية (وخاصة تلوث الهواء في الأماكن المغلقة والمناطق الحضرية، والتحمض، وإصلاح الأراضي) والظروف الاجتماعية الاقتصادية.

٤-٢ *الزراعة والمراعي والحراجة*

فضلاً عن استخدام وقود الكتلة الأحيائية ليحل محل الوقود الأحفوري يمكن أن تؤدي إدارة الغابات والأراضي الزراعية والمراعي دوراً هاماً في تخفيض الانبعاثات الحالية لثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز وفي تعزيز مصارف الكربون. ومن الممكن أن يحقق عدد من التدابير حفظ وعزل مقادير ضخمة من الكربون (٦٠-٩٠ جيغاطن تقريباً في قطاع الحراجة وحده) خلال الأعوام الخمسين القادمة. وفي قطاع الحراجة من المقدر أن تكون تكاليف حفظ وعزل الكربون في الكتلة الأحيائية والتربة شديدة التفاوت ولكنها يمكن أن تكون تنافسية مع تكاليف خيارات التخفيف الأخرى. والعوامل المؤثرة في التكاليف تتضمن تكاليف الفرص البديلة فيما يتعلق بالأراضي؛ والتكاليف الأولية للزرع والانشاء؛ وتكاليف المشاتل. وستتفاوت الفوائد المباشرة وغير المباشرة تبعاً للظروف على الصعيد الوطني ويمكنها تعويض التكاليف. ويمكن أن تؤدي الممارسات الأخرى في قطاع الزراعة إلى تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة الأخرى مثل الميثان وثاني أكسيد النيتروز. وتتضمن تدابير استخدام الأراضي وإدارتها ما يلي:

- تحقيق استدامة الغطاء الحرجي
- تبطئة إزالة الغابات
- تجديد الغابات الطبيعية
- إنشاء المزارع الشجرية
- تعزيز الحراجة الزراعية
- تعديل أساليب إدارة الأراضي الزراعية والمراعي
- تحسين كفاءة استخدام الأسمدة
- اصلاح الأراضي الزراعية والمراعي المتدهورة
- استرداد الميثان من السماد الطبيعي المخزن
- تحسين نوعية تغذية الحيوانات المجترة



الشكل ٥: الاستخدام العالمي للطاقة الأولية فيما يتعلق بالتصورات التبادلية في نظام إمدادات الطاقة منخفض الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون (LESS): بدائل لتلبية المستويات المختلفة للطلب على الطاقة مع مرور الوقت، باستخدام مخاليط وقودية مختلفة.

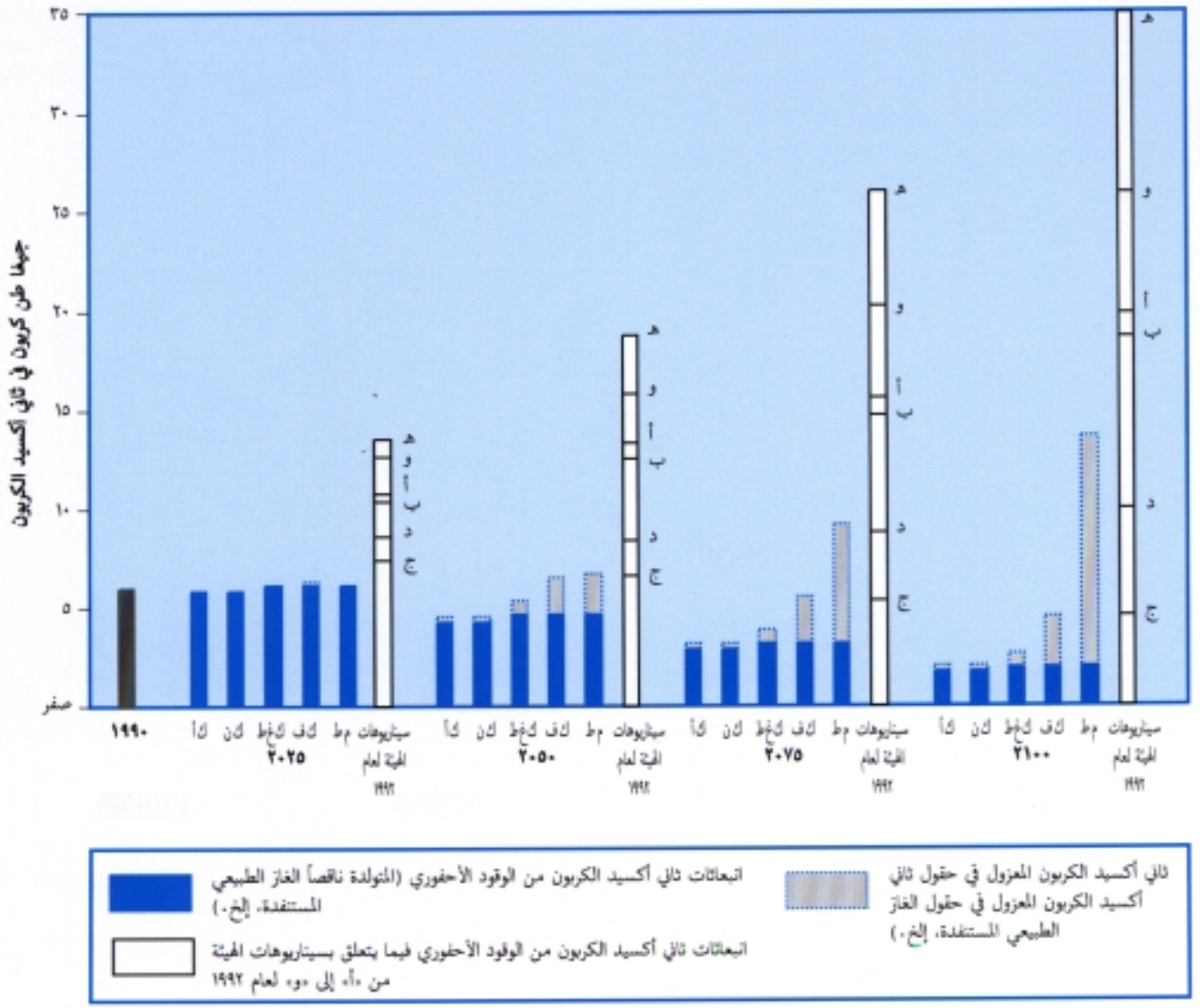
وصافي مقدار الكربون المحفوظ أو المعزول في الكتلة الأحيائية الحية في ظل ممارسة معينة لإدارة الغابات وفي ظل المناخ الحالي، والمحسوب على أساس وحدة المساحة، أمر مفهوم إلى حد بعيد نسبياً. وأهم أوجه عدم اليقين المرتبطة بتقدير قيمة عالمية هي: (١) مساحة الأرض المناسبة والمتاحة لبرامج التحريج والتجديد و/أو الاصلاح؛ (٢) المعدل الذي يمكن أن تخفّض به فعلاً وتيرة إزالة الغابات المدارية؛ (٣) استخدام هذه الأراضي الطويل الأجل (أمانها)؛ (٤) استمرارية ملاءمة بعض الممارسات لمواقع معينة بافتراض امكانية حدوث تغيرات في الحرارة وتوافر المياه وعوامل أخرى في ظل تغير المناخ.

٣-٤ القضايا الشاملة للقطاعات

يركز التقييم الشامل للقطاعات والمعني بمختلف المجموعات المؤتلفة من خيارات التخفيف على تفاعلات المجموعة الكاملة من التكنولوجيات والممارسات ذات القدرة المحتملة على تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة أو عزل الكربون. ويوحي التحليل الحالي بما يلي:

- **الاستخدامات المتنافسة للأراضي والمياه والموارد الطبيعية الأخرى.** سيؤدي النمو السكاني والتوسع الاقتصادي إلى زيادة الطلب على الأراضي والموارد الطبيعية الأخرى اللازمة لتوفير الأغذية والألياف والمنتجات الحرجية والخدمات الترويحية وغيرها. وسيتفاعل تغير المناخ مع ما ينجم عن ذلك من أنماط مكثفة لاستخدام الأراضي. ومن الممكن أيضاً أن تلزم الأراضي وغيرها من الموارد لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. ومن شأن تحسينات الانتاجية الزراعية في جميع أنحاء العالم، وخاصة في البلدان النامية، أن تزيد من توافر الأراضي لانتاج طاقة الكتلة الأحيائية.

- **خيارات الهندسة الجيولوجية.** اقترحت بعض نُهج الهندسة الجيولوجية الخاصة بموازنة تغير المناخ المستحث بفعل غازات الدفيئة (مثل وضع عاكسات الاشعاع الشمسي في الفضاء أو حقن هباء الكبريتات في الغلاف الجوي لمحاكاة التأثير التبريدي للثوران البركاني). ومن المرجح عموماً أن تكون هذه النُهج غير فعالة، وتكاليف تحقيق استدامتها باهظة، و/أو أن تكون لها آثار بيئية وغير بيئية خطيرة، وهي آثار غير مفهومة جيداً في حالات كثيرة.



الشكل ٦: الانبعاثات السنوية لثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري فيما يتعلق بالتصورات التبادلية في النظام LESS مع المقارنة بسيناريوهات الهيئة من «أ» إلى «و» لعام ١٩٩٢ (انظر الشكل ٥ للاطلاع على تعاريف المختصرات).

٤-٤ وسائل السياسات

يعتمد التخفيف على الحد من عوائق نشر التكنولوجيا ونقلها، وتعبئة الموارد المالية، ودعم بناء القدرات في البلدان النامية، ونُهج أخرى للمساعدة في تنفيذ التغييرات السلوكية والفرص التكنولوجية في جميع مناطق العالم. وستتباين مجموعة السياسات المثلى من بلد إلى آخر تبعاً للهيكل السياسي ومدى تقبل المجتمع لهذه السياسات. والدور القيادي للحكومات الوطنية في تطبيق هذه السياسات سيسهم في التصدي لعواقب تغير المناخ الضارة. ويمكن للحكومات اختيار سياسات تيسر تغلغل كل من التكنولوجيات ذات الاستخدام الأقل لغازات الدفيئة وأنماط الاستهلاك المعدَّلة. والواقع أن لدى بلدان كثيرة خبرة واسعة النطاق في مجموعة منوعة من السياسات التي يمكنها تسريع الأخذ بهذه التكنولوجيات. ومصدر هذه الخبرة هو الجهود المبذولة خلال الأعوام العشرين أو الثلاثين الماضية للتوصل إلى تحسين كفاءة الطاقة والحد من الآثار البيئية للسياسات الزراعية وتحقيق أهداف الحفظ والأهداف البيئية غير المتعلقة بتغير المناخ. وتبدو سياسات تخفيض صافي انبعاثات غازات الدفيئة أسهل تنفيذاً عندما تكون مصممة أيضاً لمعالجة شواغل أخرى تعوق التنمية المستدامة (مثل تلوث الهواء وتحات التربة). ويمكن لعدد من السياسات، التي قد يتطلب بعضها اتفاقاً إقليمياً أو دولياً، أن ييسر تغلغل كل من التكنولوجيات ذات الاستخدام الأقل كثافة لغازات الدفيئة وأنماط الاستهلاك المعدَّلة، بما في ذلك:

- إقامة أطر مؤسسية وهيكلية ملائمة
- استراتيجيات تسعير الطاقة (مثل ضرائب الانبعاثات الكربونية أوالطاقة وخفض الإعانات الخاصة بالطاقة)
- تخفيض أو إلغاء إعانات الدعم الأخرى (مثل إعانات دعم الزراعة والنقل) التي تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة
- تراخيص الانبعاثات القابلة للتداول
- البرامج الطوعية والاتفاقات المتفاوض عليها مع الصناعة
- برامج إدارة جانب الطلب على المنافع
- البرامج التنظيمية، بما في ذلك المعايير الدنيا لكفاءة الطاقة (فيما يتعلق بالأجهزة والاقتصاد في استهلاك الوقود على سبيل المثال)
- تنشيط أعمال البحث والتطوير والإرشاد لتوفير التكنولوجيات الجديدة
- برامج تعزيز الأسواق والإرشاد المستحثة لاستنباط التكنولوجيات المتقدمة وتطبيقها
- حوافز الطاقة المتجددة أثناء تعزيز الأسواق؛
- الحوافز مثل مخصصات الاستهلاك المعجَّل وتخفيض تكاليف المستهلكين؛
- التعليم والتدريب؛ والتدابير الإعلامية والاستشارية؛
- الخيارات الداعمة أيضاً لأهداف اقتصادية وبيئية أخرى.

ويتطلب الاستنباط المعجَّل للتكنولوجيات التي ستخفض انبعاثات غازات الدفيئة وتعزز مصارف هذه الغازات – وكذلك فهم العوائق التي تحول دون انتشار هذه التكنولوجيات في الأسواق – اضطلاع الحكومات والقطاع الخاص بأعمال بحث وتطوير مكثفة.

ملخص لواضعي السياسات:
الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية
لتغير المناخ

الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

ملخص لواضعي السياسات: الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية لتغير المناخ

١- مقدمة

أُعيدت هيكلة الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٢ وعُهد إليه بإجراء «التقييمات الفنية للجوانب الاجتماعية الاقتصادية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته في كل من الأجلين القصير والطويل وعلى الصعيدين الإقليمي والعالمي». واستجاب الفريق العامل الثالث لهذا التكليف بالتعهد أيضًا في خطة عمله بأن يضع المناظير الاجتماعية الاقتصادية في سياق التنمية المستدامة وأن يوفر، طبقًا لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC)، معالجة شاملة لخيارات التخفيف والتكيف مع تغطية جميع القطاعات الاقتصادية وكل مصادر غازات الدفيئة ومصارفها ذات الصلة.

ويقيّم التقرير جزءًا كبيرًا من الكتابات الموجودة عن الجوانب الاجتماعية الاقتصادية لتغير المناخ، ويعين المجالات التي ظهر فيها توافق آراء على القضايا الرئيسية، والمجالات التي توجد فيها خلافات[١]. وقد رُتبت فصوله بحيث تغطي عدة قضايا رئيسية. أولاً: تُبيَّن أطر التقييم الاجتماعي الاقتصادي لتكاليف وفوائد العمل واللاعمل. ويولى اهتمام خاص لإمكانية تطبيق تحليل التكاليف والفوائد ولدمج اعتبارات الإنصاف والاعتبارات الاجتماعية ولبحث قضايا الانصاف بين الأجيال. ثانيًا: تُستعرض الفوائد الاقتصادية والاجتماعية التي تترتب على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز المصارف. ثالثًا: تُقيَّم التكاليف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لعملية التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة. وبعد ذلك تُستعرض الخيارات العامة للتصدي بالتخفيف والتكيف وتلخص مناهج تقييم تكاليف وفعالية مختلف خيارات التصدي، وتناقش تقنيات التقييم المتكامل. وأخيرًا يقدم التقرير تقييمًا اقتصاديًا للوسائل التي تستخدم على صعيد السياسات لمكافحة تغير المناخ.

ويركز هذا التقييم للكتابات الاجتماعية الاقتصادية المتعلقة بتغير المناخ، طبقًا لخطة العمل المعتمدة، على الدراسات الاقتصادية، والمادة المأخوذة من العلوم الاجتماعية الأخرى موجودة بصفة رئيسية في الفصل الخاص باعتبارات الإنصاف والاعتبارات الاجتماعية. ويشكل التقرير تقييمًا لحالة المعرفة – ما نعرف وما لا نعرف – وليس بيانًا بالإجراءات الموصوفة لتنفيذ السياسات. ويمكن أن تستخدم البلدان المعلومات الواردة في هذا التقرير للمساعدة على اتخاذ القرارات التي تعتقد أنها أنسب القرارات لظروفها الخاصة.

٢- نطاق التقييم

يثير تغير المناخ لمتخذ القرارات مجموعة من التعقيدات الهائلة: عدد كبير من أوجه عدم اليقين المتبقية (الكامنة في تعقد المشكلة)، واحتمال تحمل أضرار أو تكاليف لا يمكن التخلص منها، وشدة طول أفق التخطيط، والفترات الطويلة الفاصلة بين الانبعاثات والآثار، والاختلافات الإقليمية الواسعة النطاق في الأسباب والآثار، ونطاق المشكلة العالمي الذي لا يمكن تقليصه، والحاجة إلى النظر في غازات دفيئة وأهباء جوية (أيروسولات) متعددة. وثمة تعقيد آخر ينشأ عن الحقيقة التي مؤداها أن الحماية الفعالة للنظام المناخي تتطلب تعاونًا عالميًا.

ومع ذلك يمكن أن يستخلص من الكتابات عدد من الأفكار النيرة التي قد تكون مفيدة لواضعي السياسات:

- تشير التحليلات إلى أن هناك طريقة رشيدة للتعامل مع تغير المناخ هي تطبيق مجموعة من الإجراءات تهدف إلى التخفيف والتكيف وتحسين المعرفة. وستختلف مجموعة الإجراءات الملائمة من بلد إلى آخر. وليس التحدي هو التوصل إلى أفضل سياسة اليوم للأعوام المائة المقبلة، ولكنه اختيار استراتيجية رشيدة وتعديلها مع مرور الوقت على ضوء المعلومات المستجدة.
- قد تزيد إجراءات التخفيف المبكرة من مرونة التحرك نحو تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي (المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ). ويستلزم اختيار سبل التخفيف الموازنة بين المخاطر الاقتصادية المترتبة على التخفيف السريع الآن (السحب من الطاقة الرأسمالية قبل الأوان سيثبت فيما بعد عدم لزومه) وبين الخطر المناظر في حالة التأخير (سيلزم عندئذ إجراء تخفيض أسرع يقتضي السحب قبل الأوان من الطاقة الرأسمالية للمستقبل).
- تشير الكتابات إلى أن فرصًا ضخمة «لا يُندم عليها»[٢] متاحة في معظم البلدان وأن احتمالات الأضرار الصافية الكلية التي يسببها تغير المناخ، واعتبارات تفادي الخطر، وتطبيق المبدأ الوقائي، توفر مبررات للعمل دون أي ندم.
- من المرجح أن تكون قيمة المعلومات الأفضل عن عمليات تغير المناخ وتأثيراته واستجابة المجتمع لها كبيرة. وتعطي الكتابات، بوجه خاص، قيمة كبيرة للمعلومات عن حساسية المناخ لغازات الدفيئة والهباء الجوي (الأيروسولات) وعن ما يحدثه تغير المناخ من أضرار وعن متغيرات مثل محددات النمو الاقتصادي ومعدلات تحسين كفاءة الطاقة. كما أن للمعلومات الأفضل عن تكاليف وفوائد تدابير التخفيف والتكيف والكيفية التي قد تتغير بها في العقود المقبلة قيمة كبيرة.
- يحظى تحليل القضايا الاقتصادية والاجتماعية المتصلة بتغير المناخ – خاصة في البلدان النامية حيث لم ينفذ إلا القليل من الأعمال التي تحمل هذا الطابع – بأولوية كبرى في مجال البحوث. وبشكل أعم يلزم إجراء

---

(١) تعرِّف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ «تغير المناخ» بأنه تغير في المناخ يُعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي والذي يلاحظ، بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة. ومسألة ما إذا كانت هذه التغيرات محتملة أو يمكن بالفعل تعيينها مشمولة بالتحليل في المجلد الذي يتناول علم تغير المناخ من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

(٢) التدابير التي «لا يُندم عليها» هي التدابير التي فوائدها، مثل انخفاض تكاليف الطاقة وانخفاض انبعاثات الملوِّثات المحلية/الإقليمية، تعادل أو تفوق تكاليفها بالنسبة للمجتمع، باستثناء فوائد تخفيف حدة تغير المناخ. وهي تعرف أحيانًا بأنها «تدابير جديرة بالتنفيذ على أية حال».

بحوث بشأن التقييم والتحليل المتكاملين لاتخاذ القرارات المتعلقة بتغير المناخ. وفضلاً عن هذا يلزم كذلك إجراء بحوث تعزز الفهم الاقتصادي للعلاقات اللاخطية والنظريات الجديدة للنمو الاقتصادي. كما تتيح أعمال البحث والتطوير المتعلقة بتكنولوجيات كفاءة الطاقة وخيارات الطاقة غير الأحفورية قيمة كبرى محتملة. وعلاوة على ذلك توجد أيضًا حاجة إلى إجراء بحوث عن تطوير أنماط الاستهلاك المستدامة.

ويمكن أن تتضمن مجموعة إجراءات ممكنة يستطيع واضعو السياسات أن ينظروا فيها، طبقًا للاتفاقات الدولية المعمول بها، لتنفيذ تدابير منخفضة التكلفة و/أو فعالة بالنسبة إلى تكلفتها لخفض انبعاثات غازات الدفيئة والتكيف مع تغير المناخ:

- تنفيذ تدابير لتحقيق كفاءة الطاقة، بما في ذلك إزالة العوائق المؤسسية التي تعترض سبيل تحسين كفاءة الطاقة؛
- الإلغاء التدريجي للسياسات والممارسات القائمة المسببة للاختلال والتي تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة، مثل بعض الإعانات واللوائح، وعدم اعتبار التكاليف البيئية أمرًا داخليًا، والاختلالات في تسعير النقل؛
- تنفيذ تدابير فعالة بالنسبة لتكاليفها للتحول عن الوقود الأكثر كثافة كربونية إلى الوقود الأقل كثافة كربونية وإلى الوقود الخالي من الكربون، مثل أنواع الوقود المتجددة؛
- تنفيذ تدابير لتعزيز مصارف أو خزانات غازات الدفيئة، مثل تحسين إدارة الغابات وممارسات استخدام الأراضي؛
- اتخاذ تدابير، واستنباط تقنيات جديدة، لخفض انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز وغيرهما من غازات الدفيئة؛
- تشجيع أشكال التعاون الدولي من أجل الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، مثل فرض ضرائب منسقة على الكربون/الطاقة، والأنشطة المنفذة على نحو مشترك، والحصص القابلة للتداول؛
- تعزيز وضع وتنفيذ معايير وطنية ودولية لكفاءة الطاقة؛
- تعزيز الأعمال الطوعية لخفض انبعاثات غازات الدفيئة؛
- تعزيز التعليم والتدريب، وتنفيذ تدابير إعلامية واستشارية بخصوص التنمية المستدامة وأنماط الاستهلاك التي ستيسر تخفيف حدة تغير المناخ والتكيف معه؛
- تصميم وتنفيذ تدابير للتكيف مع نتائج تغير المناخ؛
- الاضطلاع ببحوث تهدف إلى تحقيق فهم أفضل لأسباب تغير المناخ وتأثيراته وتيسير التكيف معه بمزيد من الفعالية؛
- إجراء البحوث التكنولوجية الهادفة إلى التقليل إلى أدنى حد ممكن من انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الاستعمال المستمر للوقود الأحفوري، وتطوير وتنمية مصادر طاقة غير أحفورية تجارية؛
- وضع آليات مؤسسية محسنة، مثل ترتيبات التأمين المحسنة، لتقاسم مخاطر الأضرار الناجمة عن تغير المناخ.

مساهمة الاقتصاد

- تقديرات تكاليف وفوائد تثبيت تركيزات غازات الدفيئة حساسة لجملة أمور من بينها التركيز النهائي المستهدف، ومسار الانبعاثات نحو هذا المستوى، وسعر الخصم، والافتراضات المتعلقة بالتكاليف، وتوافر التكنولوجيات والممارسات.
- على الرغم من الاستخدام الواسع الانتشار للناتج المحلي الإجمالي في تقييم السياسة الاقتصادية فمن المسلم به على نطاق واسع أنه مقياس غير دقيق لرفاه المجتمع وذلك، إلى حد بعيد، لأنه لا يدخل في الحسبان تدهور النظم البيئية والطبيعية. وتوجد منهجيات أخرى تحاول أن تدخل في الحسبان هذه القيم غير السوقية والاستدامة الاجتماعية والإيكولوجية. وستوفر هذه المنهجيات بيانًا أكثر اكتمالاً لكيفية إمكان تأثير تغير المناخ في رفاه المجتمع.
- في ظل هذه الطبيعة المترابطة للنظام الاقتصادي العالمي قد تكون لمحاولات تخفيف حدة تغير المناخ من خلال إجراءات في منطقة واحدة أو قطاع واحد تأثيرات اقتصادية معادلة تنطوي على خطر إحداث زيادة في الانبعاثات في مناطق أو قطاعات أخرى (ما يسمى بالتسربات). ويمكن تقليل تسربات الانبعاثات هذه من خلال إجراءات منسقة تتخذها مجموعات من البلدان.
- توحي الكتابات بأنه يمكن للسياسات المرنة والفعالة بالنسبة لتكاليفها والمعتمدة على الحوافز والوسائل الاقتصادية وكذلك الوسائل المنسقة أن تخفض بدرجة كبيرة تكاليف التخفيف أو التكيف، أو أن تزيد كثيرًا من فعالية تدابير خفض الانبعاثات بالقياس إلى تكلفتها.

اعتبارات الإنصاف

عند بحث مبادئ الإنصاف والقضايا المتعلقة بانبعاثات غازات الدفيئة يكون من المهم بالنسبة للاعتبارات الخاصة بالسياسات أن تؤخذ في الحسبان بصفة خاصة المواد ٣ و ٤-٢ (أ) و ١١-٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ، والمبدأ ٢ من إعلان ريو، والمبادئ العامة للقانون الدولي.

ولا يمكن للتحليلات العلمية أن تبين الكيفية التي ينبغي تطبيق الإنصاف بها عند تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ، وإنما يمكن للتحليلات أن توضح تأثيرات الاختيارات البديلة وأسسها الأخلاقية.

- تحتاج البلدان النامية إلى دعم لبناء قدراتها المؤسسية والمحلية لكي يتسنى لها أن تشارك مشاركة فعالة في صنع القرارات المتعلقة بتغير المناخ.
- من المهم مراعاة الشواغل المتعلقة بالكفاءة والإنصاف أثناء تحليل تدابير التخفيف والتكيف. ومن الممكن، لأغراض التحليل، أن يتم الفصل بين الكفاءة والإنصاف. وهذا الفصل التحليلي يفترض مسبقًا (وهو لا يصلح، لأغراض السياسات، إلا إذا كان هذا الافتراض صحيحًا) أن المؤسسات الفعالة موجودة أو يمكن إنشاؤها من أجل إعادة توزيع تكاليف تغير المناخ على نحو ملائم. وربما يكون إجراء تحليلات لتأثيرات الإنصاف المترتبة على تدابير معينة لتحقيق الكفاءة، بما في ذلك اعتباراتها وآثارها الاجتماعية، أمرًا جديرًا بالتنفيذ.

٣- أطر اتخاذ القرارات لمواجهة تغير المناخ

بما أن تغير المناخ قضية عالمية يلزم القيام بتحليلات شاملة لتدابير التخفيف والتكيف والبحوث بغية تحديد أكفأ وأنسب استراتيجية لمواجهة تغير المناخ. واتخاذ القرارات على الصعيد الدولي فيما يتعلق بتغير المناخ، كما حددته اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ، عملية جماعية تتضمن تشكيلة من الشواغل ذات الأهمية الخاصة للأجيال الحالية والقادمة، مثل الإنصاف والحماية الإيكولوجية والاقتصاد والأخلاقيات والقضايا المتعلقة بالفقر. ومعالجات موضوع اتخاذ القرارات في ظل عدم اليقين وتفادي الخطر وعمليات استنباط التكنولوجيات ونشرها واعتبارات التوزيع معالجات قليلة التطور نسبيًا الآن في الاقتصاديات البيئية الدولية، وخاصة في الكتابات المتعلقة بتغير المناخ.

ويجب أن تراعى في اتخاذ القرارات المتعلقة بتغير المناخ الخصائص الفريدة «للمشكلة»: أوجه عدم اليقين (العلمي والاقتصادي) الكبيرة، والعلاقات اللاخطية المحتملة، وعدم القابلية للإلغاء، والتوزع غير المتساوق جغرافيًا وزمنيًا للتأثيرات، والأفق الزمني البالغ الامتداد، والطابع العالمي لتغير المناخ وما يرتبط بذلك من احتمال الانتفاع المجاني. وفضلاً عن عدم اليقين العلمي (المناقش

في المجلد الذي يتناول علم تغير المناخ من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) وعدم اليقين فيما يتعلق بالتأثيرات (المجلد الذي يتناول التحليلات العلمية الفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) فإن عدم اليقين الاجتماعي الاقتصادي يتعلق بتقديرات الكيفية التي ستؤثر بها هذه التغيرات في المجتمع البشري (بما في ذلك التأثيرات الاقتصادية المباشرة والتأثيرات الأوسع نطاقًا الخاصة بالرفاه)، وبالآثار الاجتماعية الاقتصادية المترتبة على خفض الانبعاثات.

والبعد الآخر الذي يضخم عدم اليقين ويعقد اتخاذ القرارات هو البعد الجغرافي: تغير المناخ مشكلة عالمية تشمل خليطًا شديد التباين على نحو لا يمكن تصديقه من المجتمعات البشرية ذات التواريخ والظروف والقدرات المختلفة. ويوجد عدد كبير من البلدان النامية في مناطق ذات مناخات حارة نسبيًا، وهذه البلدان تعتمد اعتمادًا شديدًا على الزراعة وتتسم بنياتها الأساسية وهياكلها الاجتماعية بانخفاض مستوى تطورها، ومن ثم فإنها قد تعاني معاناة أشد، وربما أشد كثيرًا، من المعتاد. وربما تكون هناك في البلدان المتقدمة أيضًا تأثيرات كبيرة لتغير المناخ.

وتشدد الكتابات كذلك على أن التأخر في التصدي هو ذاته قرار ينطوي على تكاليف. وتوحي بعض الدراسات بأن التكلفة المترتبة على التأخر قليلة ويشدد غيرها على أن التكاليف يمكن أن تشمل فرص مخاطر على جميع الأطراف (ولا سيما أسرعها تأثرًا) وزيادة استخدام قدرة الغلاف الجوي المحدودة والإرجاء المحتمل للتطور الفني المنشود. ولا تظهر الكتابات أي توافق في الآراء.

إن الطبيعة العالمية للمشكلة - المستلزمة عملاً جماعيًا من جانب الدول ذات السيادة - والاختلافات الكبيرة في ظروف الأطراف المختلفة تثير قضايا تبعية وإجرائية على السواء. وتتعلق القضايا التبعية بالنتائج بينما تتعلق القضايا الإجرائية بكيفية اتخاذ القرارات. وفيما يتعلق بتغير المناخ يستلزم وجود إطار قانوني متفق عليه القيام بعملية جماعية داخل إطار متفاوض عليه (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC)). وطبقًا لذلك يمكن النظر في اتخاذ القرارات في نطاق ثلاث فئات من الأطر، لكل فئة منها آثارها المختلفة ومجالات تركيزها المميزة: تحقيق الوضع العالمي الأمثل (محاولة إيجاد النتيجة المثلى عالميًا) واتخاذ القرارات على الصعيد الإجرائي (وضع النظام الداخلي وتنقيحه) واتخاذ القرارات على نحو جماعي (تناول قضايا التوزيع والعمليات المنطوية على التفاعل بين العديد من متخذي القرارات المستقلين).

ويوفر تطبيق الكتابات الخاصة باتخاذ القرارات على تغير المناخ عناصر يمكن استخدامها في بناء استراتيجيات جماعية و/أو سوقية المنحى لتقاسم المخاطر وتحقيق فوائد متبادلة. ويوحي هذا بأن تكون الإجراءات متتالية (موزعة زمنيًا) وأن تنفذ البلدان مجموعة من تدابير التخفيف والتكيف والبحوث وتكيف هذه المجموعة باستمرار استجابة للمعارف الجديدة. ويمكن اعتبار احتمال نقل الموارد المالية والتكنولوجيا إلى البلدان النامية جزءًا من أي إطار تحليلي شامل.

وتتعلق عناصر استراتيجية خاصة بالسوق بالتأمين ضد المخاطر وبأسواق المخاطر. ولا يغير تقاسم المخاطر من المخاطر نفسها ولكنه يمكن أن يحسن الكفاءة الاقتصادية والرفاه الاقتصادي. وعلى الرغم من أن التأمين القادر على تحقيق تقاسم مخاطر تغير المناخ على أساس عالمي غير موجود الآن فإن تقاسم المخاطر واحد من المكاسب الهامة المحتملة من التعاون في إطار جماعي، مثل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ. ومن الصعب إنشاء نظام تأمينات يغطي مخاطر تغير المناخ[٣]، ولم ينشئ المجتمع الدولي بعد وسائل متطورة من هذا القبيل. بيد أن هذا لا يحول دون القيام بعمل دولي في المستقبل لإنشاء أسواق تأمينية تكفي لتلبية بعض الاحتياجات الدولية.

٤- اعتبارات الانصاف والاعتبارات الاجتماعية

إن اعتبارات الإنصاف جانب مهم من جوانب كل من السياسة الخاصة بتغير المناخ والاتفاقية. والإنصاف يعني، باللغة الدارجة، «صفة الحياد» أو «شيئًا عادلاً ومقسطًا». وتوفر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (UNFCCC)، بما في ذلك الإشارات إلى الإنصاف والمنصف في المواد ٣-١ و٤-٢ (أ) و١١-٢، سياقًا لجهود تطبيق الإنصاف في مجال تحقيق أغراض الاتفاقية وهدفها. كما يمكن للقانون الدولي، بما في ذلك قرارات محكمة العدل الدولية ذات الصلة، توفير الإرشادات اللازمة.

وقد تكون مجموعة منوعة من المبادئ الأخلاقية، بما فيها أهمية تلبية احتياجات الناس الأساسية، مناسبة لمواجهة تغير المناخ، لكن تطبيق المبادئ الموضوعة أصلاً لتوجيه السلوك الفردي على العلاقات فيما بين الدول أمر معقد وغير مستقيم. وينبغي ألا تفاقم السياسات المتعلقة بتغير المناخ الاختلافات القائمة بين منطقة وأخرى وألا تحاول معالجة جميع قضايا الإنصاف.

وينطوي الإنصاف على قضايا إجرائية وقضايا تبعية. وتتعلق القضايا الإجرائية بكيفية اتخاذ القرارات، أما القضايا التبعية فتتعلق بالنتائج. ولكي تكون الاتفاقات فعالة وتعزز التعاون يجب اعتبارها قانونية، والإنصاف عنصر هام في اكتساب الصفة القانونية.

ويشمل الإنصاف الإجرائي القضايا الخاصة بالعمليات والمشاركة. وهو يتطلب أن تكون جميع الأطراف قادرة على المشاركة بفعالية في المفاوضات الدولية المتعلقة بتغير المناخ. وتزيد التدابير الملائمة لتمكين البلدان النامية الأطراف من المشاركة على نحو فعال في المفاوضات من توقعات التوصل إلى اتفاقات فعالة ودائمة ومنصفة بشأن كيفية مواجهة تهديدات تغير المناخ على أفضل نحو. ويشير القلق بخصوص الإنصاف والتأثيرات الاجتماعية إلى الحاجة إلى بناء القدرات المحلية وتقوية الطاقات المؤسسية، ولا سيما في البلدان النامية، بغية اتخاذ القرارات الجماعية وتنفيذها بطريقة قانونية ومنصفة.

وللإنصاف التبعي عنصران: توزيع تكاليف الأضرار أو التكيف وتكاليف تدابير تخفيف حدة تغير المناخ. ولما كانت البلدان تتباين تباينًا شديدًا في مدى سرعة التأثر وفي الثروات والقدرات والموارد الطبيعية وفي العوامل الأخرى المبينة أدناه، فإن تكاليف الأضرار والتكيف والتخفيف قد يتم تحملها على نحو غير منصف ما لم يواجه توزيع هذه التكاليف مواجهة صريحة.

ومن المحتمل أن يفرض تغير المناخ تكاليف على أجيال المستقبل وعلى المناطق التي تقع فيها أضرار، بما فيها المناطق ذات الانبعاثات المنخفضة لغازات الدفيئة. وسوف تتوزع تأثيرات تغير المناخ بصورة متفاوتة.

وتعترف الاتفاقية في المادة ٣-١ بمبدأ المسؤوليات العامة المشتركة وإن كانت متباينة وقدرات كل طرف. والإجراءات خارج نطاق التدابير «التي لا يُندم عليها» تفرض تكاليف على الجيل الحالي. وتثير سياسات التخفيف، على نحو لا يمكن تجنبه، قضايا بشأن كيفية تقاسم التكاليف. وتمثل النوايا الأولية للأطراف المدرجين في المرفق الأول فيما يتعلق بالحد من الانبعاثات خطوة أولى جماعية اتفق عليها أولئك الأطراف لمواجهة تغير المناخ.

ويمكن أن تدعم حجج الإنصاف مجموعة منوعة من المقترحات الخاصة بتوزيع تكاليف التخفيف. ويبدو أن معظمها يدور حول نهجين رئيسيين:

(٣) بدون معرفة مدى التأثيرات المحتملة لا تُعرف قدرة الأسواق الخاصة على التأمين ضد الخسائر المرتبطة بتغير المناخ.

تحديد حصص متساوية للانبعاثات الفردية وتحديد حصص على أساس الانحرافات التزايدية عن الانبعاثات الأساسية الوطنية (الحالية أو المتوقعة). وتجمع بعض المقترحات بين هذين النهجين في محاولة لدمج شواغل الإنصاف التي لا تعالج بالاعتماد على أحد النهجين دون الآخر على سبيل الحصر. ويمكن أن توضح الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) بصورة علمية تأثيرات النهوج والمقترحات المختلفة، ولكن يبقى اختيار مقترحات معينة قرارًا سياسيًا.

وهناك اختلافات كبيرة فيما بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية على السواء تتعلق بتطبيق مبادئ الإنصاف على التخفيف. وهي تشمل الاختلافات في الانبعاثات التاريخية والتراكمية، والانبعاثات الإجمالية والفردية الجارية، وكثافات الانبعاثات والناتج الاقتصادي، وعوامل مثل الثروة وهياكل الطاقة والموارد الطبيعية. والكتابات عن تأثيرات الإنصاف المترتبة على هذه الاختلافات فيما بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية على السواء كتابات ضعيفة.

وبالإضافة إلى ذلك فإن تأثيرات تغير المناخ في البلدان النامية مختلفة عنها في البلدان المتقدمة. فغالبًا ما تكون للأولى أولويات ملحة ومؤسسات أضعف، وهي عامة أسرع تأثرًا بتغير المناخ. بيد أن من المحتمل أن تواصل حصة البلدان النامية في الانبعاثات التزايد لتلبية احتياجاتها الاجتماعية والإنمائية. ومن المحتمل أن تصبح انبعاثات غازات الدفيئة عالمية بصورة متزايدة، حتى مع احتمال أن تظل التفاوتات الفردية الكبيرة قائمة.

ومن المهم بحث الشواغل الخاصة بالكفاءة والإنصاف على السواء أثناء تحليل تدابير التخفيف والتكيف. وربما يكون إجراء تحليلات لتأثيرات الإنصاف المترتبة على تدابير معينة لتحقيق الكفاءة، بما في ذلك اعتباراتها وآثارها الاجتماعية، أمرًا جديرًا بالتنفيذ.

٥- الإنصاف والخصم بين الأزمنة

تثير السياسة المناخية – مثلها مثل قضايا كثيرة أخرى في مجال السياسات – مسائل معينة تتعلق بالإنصاف فيما بين الأجيال، نظرًا لأن أجيال المستقبل غير قادرة على التأثير بصورة مباشرة في السياسات التي يتم اختيارها اليوم والتي يمكن أن تؤثر في رفاهها، ولأنه ربما لا يمكن تعويض أجيال المستقبل عن التخفيضات اللاحقة في رفاههم.

وتمثل التنمية المستدامة نهجًا للإنصاف بين الأجيال. وتلبي التنمية المستدامة «احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة أجيال المستقبل على تلبية احتياجاتها.»[٤] ويوجد توافق آراء بين الاقتصاديين على أن هذا لا يعني أن على أجيال المستقبل أن ترث عالمًا لا يقل كل مورد من موارده عما هو عليه الآن على الأقل. ومع هذا تتطلب التنمية المستدامة التعويض الملائم عن استخدام الموارد الطبيعية القابلة للنضوب وما يحدث من تدهور في البيئة وذلك، على سبيل المثال، عن طريق زيادة الأصول الإنتاجية بحيث تكفي لتمكين أجيال المستقبل من التمتع بمستوى المعيشة ذاته الذي يتمتع به الناس اليوم على الأقل. وهناك وجهات نظر مختلفة في الكتابات عن مدى إمكانية أن تحل البنية الأساسية والمعارف، من ناحية، والموارد الطبيعية، مثل البيئة الصحية، من الناحية الأخرى محل بعضهما. وهذا أمر حاسم بالنسبة لتطبيق هذه المفاهيم. ويشدد بعض المحللين على أن هناك من الموارد القابلة للنضوب ما هو فريد ولا يمكن الاستعاضة عنه بغيره. ويعتقد آخرون أن الأجيال الحالية تستطيع أن تعوض أجيال المستقبل عن تناقص جودة الموارد البيئية أو كميتها عن طريق زيادة غيرها من الموارد.

والخصم هو الأداة التحليلية الرئيسية التي يستخدمها الاقتصاديون لمقارنة الآثار الاقتصادية التي تحدث في أوقات مختلفة. ولاختيار سعر الخصم أهمية فنية حاسمة لتحليلات السياسة المتعلقة بتغير المناخ لأن الأفق الزمني بالغ الطول وتكاليف التخفيف تنزع إلى المجيء قبل الفوائد التي تُجنى من تفادي الأضرار بوقت طويل. وكلما ارتفع سعر الخصم قلت الفوائد المستقبلية وزادت أهمية التكاليف الحالية في التحليل.

كما أن اختيار سعر خصم اجتماعي مسألة تتعلق بالقيم ذلك لأنه يربط بصورة وثيقة تكاليف التدابير الحالية بالأضرار التي يمكن أن تعاني منها أجيال المستقبل إذا لم تُتخذ أي إجراءات في هذا الصدد[٥]. وكيفية تحقيق أفضل اختيار لسعر الخصم هي مسألة غير محسومة في الاقتصاد ومن المرجح أنها ستبقى كذلك. ونتيجة لذلك، إلى حد ما، تُستخدم أسعار خصم مختلفة في البلدان المختلفة. وبصورة نمطية يجري المحللون دراسات الحساسية باستخدام أسعار خصم مختلفة. وينبغي أيضًا التسليم بأن سعر الخصم الاجتماعي يفترض مسبقًا أن كل الآثار تحوَّل إلى القيم المكافئة
لها في الاستهلاك، مما يجعل من الصعب تطبيقه على التأثيرات غير السوقية لتغير المناخ التي لا يجوز، لأسباب أخلاقية، أو لا يمكن لأسباب عملية، تحويلها إلى وحدات استهلاك.

ويمكن أن تصنف الكتابات عن سعر الخصم الاجتماعي الملائم لتحليل تغير المناخ إلى فئتين كبيرتين. ويخصم أحد النهجين استهلاك الأجيال المختلفة باستخدام «المعدل الاجتماعي للتفضيل الزمني»، وهو مجموع معدل «التفضيل الزمني الصرف» (عدم الصبر) ومعدل زيادة الرفاه المستخلص من الزيادات في الدخول الفردية في المستقبل. وتبعًا للقيم المأخوذة للبارامترات المختلفة ينزع سعر الخصم، باستخدام هذا النهج، إلى التراوح بين ٠٫٥٪ و٣٫٠٪ سنويًا على أساس عالمي. بيد أنه توجد اختلافات كبيرة في أسعار الخصم الإقليمية، ولكن ربما لا تزال هذه الاختلافات متسقة مع متوسط عالمي معين.

ويتناول النهج الثاني لسعر الخصم بالبحث العائدات السوقية على الاستثمار، التي تتراوح بين ٣٪ و ٦٪ بالقيمة الحقيقية فيما يتعلق بالاستثمارات العامة الطويلة الأجل الخالية من المخاطر. ومن الناحية النظرية يمكن استثمار الأموال في مشاريع تدر مثل هذه العائدات مع استخدام الإيرادات لزيادة استهلاك أجيال المستقبل.

واختيار سعر الخصم الاجتماعي للمشاريع الاستثمارية العامة هو مسألة تتعلق بتفضيل سياسات بعينها، ولكنه يؤثر تأثيرًا كبيرًا في التقييم الاقتصادي للإجراءات المتعلقة بتغير المناخ[٦]. وعلى سبيل المثال فإنه، بدولارات اليوم، سيتم تقييم الضرر الذي تبلغ قيمته ١٠٠٠ دولار والذي يحدث بعد ١٠٠ عام من الآن بمبلغ ٣٧٠ دولارًا باستخدام سعر خصم ١٪ (قريب من النهاية الصغرى لمدى النهج الأول) ولكن سيجري تقييمه بمبلغ ٧٫٦٠ دولار باستخدام سعر خصم ٥٪ (قريب من النهاية الكبرى لمدى النهج الثاني). بيد أنه في تحليلات فعالية السياسات بالنسبة لتكاليفها على مدى آفاق زمنية قصيرة يكون تأثير استخدام أسعار خصم مختلفة أقل بكثير. وفي جميع المجالات ينبغي للمحللين تحديد سعر الخصم الذي يستخدمونه (أسعار الخصم التي يستخدمونها) لتيسير المقارنة وتجميع النتائج.

---

(٤) ثمة مفهوم ذو صلة بالموضوع (وأقوى إلى حد ما) هو أن من حق كل جيل أن يرث كوكبًا وقاعدة موارد ثقافية في مثل جودة ما كان للأجيال السابقة على الأقل.

(٥) سعر الخصم الاجتماعي هو سعر خصم ملائم لكي تستخدمه الحكومات في تقييم السياسة العامة.

(٦) على الرغم من الاختلافات في قيمة سعر الخصم فإن السياسات الموضوعة على أساس النهجين قد تؤدي إلى نتائج متماثلة.

٦- إمكانية تطبيق تقديرات التكاليف والفوائد

ثمة حاجة إلى أخذ الكثير من العوامل في الحسبان في عملية تقييم ما يتعلق بتغير المناخ من المشاريع وقضايا السياسة العامة، بما في ذلك تحليل التكاليف والفوائد الممكنة. وعلى الرغم من أن التكاليف والفوائد لا يمكن أن تقاس كلها بالقيمة النقدية توجد تقنيات مختلفة توفر إطارًا مفيدًا لتنظيم المعلومات عن نتائج الإجراءات البديلة المتعلقة بمواجهة تغير المناخ.

وتتضمن مجموعة التقنيات التحليلية لبحث السياسات والقرارات الخاصة بالبيئة الاقتصادية التحليل التقليدي للفوائد بالقياس إلى التكاليف على مستوى المشروع، وتحليل الفعالية بالقياس إلى التكلفة، والتحليل متعدد المعايير، وتحليل القرارات. ويحاول التحليل التقليدي للفوائد بالقياس إلى التكاليف مقارنة جميع التكاليف والفوائد المعبر عنها بقيمة بوحدة نقدية شائعة. ويسعى تحليل الفعالية بالقياس إلى التكلفة إلى إيجاد أقل الخيارات تكلفة لتحقيق هدف محدد باستخدام معايير أخرى. والتحليل متعدد المعايير مصمم لمعالجة المشكلات التي تقاس فيها بعض الفوائد و/أو التكاليف بوحدات غير نقدية. ويركز تحليل القرارات بشكل محدد على اتخاذ القرارات في ظل عدم اليقين.

ويمكن من حيث المبدأ أن تسهم مجموعة التقنيات هذه في تحسين قرارات السياسة العامة بخصوص النطاق المنشود لإجراءات تخفيف حدة تغير المناخ العالمي، وتوقيت هذه الإجراءات، والأساليب التي يتعين استخدامها.

ويرتكز التحليل التقليدي للفوائد بالقياس إلى التكاليف على المفهوم الذي مؤداه أن مستوى مكافحة الانبعاثات في كل مرحلة زمنية محدد بحيث تساوي التكاليف الحدية الفوائد الحدية. بيد أن كلاً من التكاليف والأرباح قد يكون صعب التقدير أو مستحيل التقدير في بعض الأحيان. وربما يرجع هذا إلى أوجه عدم اليقين الواسعة النطاق، والكوارث الممكنة ذات الاحتمالات الأخرى البالغة الضآلة، أو قد يكون سببه ببساطة هو عدم وجود منهجية متسقة لتحديد قيمة الآثار بوحدات نقدية. وربما يمكن في بعض هذه الحالات تطبيق التحليل متعدد المعايير. ويزود هذا واضعي السياسات بمجموعة أكبر من المعلومات، بما في ذلك تقييم التكاليف والفوائد ذات الصلة، المقدرة داخل إطار عام.

ومن ثم فإن التطبيق العملي للتحليل التقليدي للفوائد بالقياس إلى التكاليف على مشكلة تغير المناخ صعب بسبب طابع المشكلة العالمي والإقليمي والمشترك بين الأجيال. كما أن تقديرات تكاليف خيارات التخفيف شديدة التباين. وعلاوة على ذلك فإن تقديرات الأضرار المادية المحتملة بسبب تغير المناخ شديدة التباين أيضًا. وبالإضافة إلى هذا فإن الثقة في التقديرات النقدية للنتائج الهامة (وخاصة النتائج غير السوقية) منخفضة. وقد تكون أوجه عدم اليقين هذه، وتبديد عدم اليقين مع مرور الوقت، حاسمة فيما يتعلق باختيار استراتيجيات مكافحة تغير المناخ. وهدف تحليل القرارات هو معالجة هذه المشكلات. وعلاوة على ذلك فإن المفاهيم الاقتصادية للقيمة، المقبولة على نطاق واسع، غير متاحة بالنسبة لبعض فئات التأثيرات الإيكولوجية والثقافية والتأثيرات الخاصة بصحة الإنسان. وبقدر ما يتعذر تقييم بعض الآثار والتدابير بالقيمة النقدية يعزز الاقتصاديون النهج التقليدي لتحليل الفوائد بالقياس إلى التكاليف بتقنيات مثل التحليل متعدد المعايير، مما يتيح قدرًا من البيان الكمي للمعاوضات التي يتعين القيام بها. ولا تحسم هذه التقنيات المسائل المتعلقة بالإنصاف، مثل تحديد من ينبغي أن يتحمل التكاليف. بيد أنها توفر معلومات هامة عن مدى الأضرار والتخفيف وتكاليف التكيف وعن المجالات التي يمكن أن تُتخذ فيها الإجراءات الفعالة بالقياس إلى تكلفتها.

وتوفر هذه التقنيات، على الرغم من عيوبها الكثيرة، إطارًا قيمًا لتحديد الأسئلة الجوهرية التي يجب على واضعي السياسات مواجهتها عند معالجة موضوع تغير المناخ، ألا وهي:

- بأي قدر ينبغي تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة ؟
- متى ينبغي تخفيض الانبعاثات ؟
- كيف ينبغي تخفيض الانبعاثات ؟

وتساعد هذه التقنيات التحليلية متخذي القرارات في مقارنة نتائج الإجراءات البديلة، بما فيها عدم اتخاذ أي إجراء، على أساس كمي، ويمكنها بالتأكيد أن تسهم في الإجابة عن هذه الأسئلة.

٧- التكاليف الاجتماعية لتغير المناخ بفعل الإنسان: أضرار تزايد انبعاثات غازات الدفيئة

الكتابات بشأن الموضوع الوارد في هذا القسم مثيرة للجدل وتقوم بشكل رئيسي على البحوث المتعلقة بالبلدان المتقدمة، والتي كثيرًا ما تقدر نتائجها بالنسبة للبلدان النامية بالاستقراء. ولا يوجد توافق آراء على كيفية تقييم الأعمار الإحصائية أو كيفية تجميع الأعمار الإحصائية بحيث تشمل جميع البلدان.(٧) ولا ينبغي للتقدير النقدي أن يحجب النتائج البشرية المترتبة على أضرار تغير المناخ بفعل الإنسان لأن قيمة الحياة يتجاوز معناها التقييم بالنقود. وينبغي الإشارة إلى أن إعلان ريو وجدول أعمال القرن ٢١ يطالبان بأن يظل الإنسان محور تركيز التنمية المستدامة. وقد يؤثر النهج المتبع في هذا التقييم في نطاق استراتيجيات الحد من الأضرار. وتجدر الإشارة إلى أنه في جل الكتابات التي نوقشت في هذا القسم لم تقيَّم الأعمار الإحصائية في البلدان النامية بالتساوي مع قيمة الأعمار الإحصائية في البلدان المتقدمة، كما لم تقيَّم الأضرار الأخرى في البلدان النامية بالتساوي مع قيمتها في البلدان المتقدمة. ونظرًا لتباين الظروف الوطنية، بما في ذلك تكاليف الاختيار، يقيِّم الاقتصاديون أحيانًا أنواعًا معينة من التأثيرات على نحو متفاوت فيما بين البلدان.

وفائدتا الحد من انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز المصارف هما: (أ) أضرار تغير المناخ المتجنبة؛ (ب) الفوائد الثانوية المرتبطة بالسياسات ذات الصلة. وتتضمن الفوائد الثانوية خفض الملوِّثات الأخرى التي تنتج مع غازات الدفيئة، وحفظ التنوع الأحيائي. وتشمل أضرار تغير المناخ الصافية كلاً من التأثيرات السوقية وغير السوقية بقدر ما يمكن تحديد كميتها في الوقت الحاضر وكذلك، في بعض الحالات، تكاليف التكيف. ويعبر عن الأضرار بالقيمة الصافية لمراعاة حقيقة أن هناك كذلك بعض تأثيرات مفيدة مترتبة على الاحترار العالمي ولكن تفوقها تكاليف الأضرار. وتشكل التأثيرات غير السوقية، مثل صحة الإنسان وخطر وفاة الإنسان والضرر الذي يلحق بالنظم الإيكولوجية، مكوِّنًا هامًا من مكوِّنات التقديرات المتاحة للتكاليف الاجتماعية لتغير المناخ. وتعكس الكتابات عن التقييم النقدي لهذه الآثار غير السوقية عددًا من وجهات النظر والنهج المتباينة. بيد أن تقديرات الأضرار غير السوقية تخمينية بدرجة كبيرة وليست شاملة.

وتقديرات الأضرار غير السوقية مصدر من مصادر عدم اليقين الواسع النطاق في تقييم آثار تغير المناخ العالمي بالنسبة لرفاه الإنسان. وفي حين ينظر البعض إلى التقييم النقدي لهذه التأثيرات على أنه ضروري لاتخاذ القرارات السليمة فإن البعض الآخر يرفض التقييم النقدي لبعض التأثيرات، مثل خطر وفاة الإنسان، لأسباب أخلاقية. وبالإضافة إلى هذا هناك خطر يتمثل في احتمال

(٧) تعرَّف قيمة العمر الإحصائي على أنها القيمة التي يحددها الناس لتغير في خطر حدوث الوفاة بين السكان.

محو ثقافات فريدة بكاملها. وليس هذا شيئًا يمكن بحثه بالقيمة النقدية، ولكنه مسألة خسارة للتنوع البشري ليست لدينا أي مؤشرات لقياس قيمتها الاقتصادية.

ولا تتضمن الكتابات المقيَّمة سوى تقديرات قليلة للأضرار المحسوبة بالقيمة النقدية والمرتبطة بسيناريوهات التركيز المضاعف لثاني أكسيد الكربون المكافئ. وتُجمع هذه التقديرات لتحديد التقديرات على النطاق العالمي، كما أنها تبين التأثيرات المحتملة لتغير المناخ في إطار سيناريوهات مختارة. وينطوي جمع القيم النقدية للأضرار فرادى للتوصل إلى التأثيرات الكلية التي تحدث في الرفاه الاجتماعي على قرارات صعبة بشأن الإنصاف فيما بين البلدان. وتقوم التقديرات العالمية على تجميع الأضرار بالقيم النقدية في جميع البلدان (الأضرار التي هي نفسها تجميعات ضمنية تشمل جميع الأفراد) يعكس الاختلافات فيما بين البلدان في الثروة والدخل، ويؤثر هذا تأثيرًا أساسيًا في التقييم النقدي للأضرار. ويعني أخذ اختلافات الدخل كما هي أن تُعطى لتأثير متماثل في بلدين (مثل زيادة متساوية في معدل وفيات البشر) قيم شديدة التباين في حسابات الأضرار العالمية.

ولإتاحة الاختيارات بين الطرق المختلفة لتعزيز رفاه الإنسان، التي يتعين تنفيذها على أساس متسق، سعى الاقتصاديون لسنوات كثيرة إلى التعبير عن مجموعة منوعة كبيرة من التأثيرات البشرية والبيئية بالقيم النقدية المعادلة مستخدمين في ذلك تقنيات متنوعة. وأكثر ما شاع استخدامه من تلك التقنيات نهج يرتكز على الاستعداد الملاحظ لدفع مقابل الفوائد غير السوقية المختلفة[٨]. وهذا هو النهج المتبع في معظم الكتابات المقيَّمة.

إن حياة الإنسان عنصر خارج نطاق السوق، وربما ترغب المجتمعات في الحفاظ عليها بطريقة متماثلة. فقد يسفر نهج يتضمن تقييمًا متماثلاً للتأثيرات في حياة الانسان حيثما تحدث عن تقديرات إجمالية عالمية مختلفة عن تلك الواردة أدناه. وعلى سبيل المثال فإن معادلة قيمة عمر إحصائي بمتوسط عالمي يمكن أن تترك الأضرار العالمية الكلية كما هي دون تغيير ولكن من شأنها أن تزيد زيادة ملحوظة من النصيب الذي يتحمله العالم النامي من هذه الأضرار. ومن شأن معادلة القيمة بالمستوى النمطي في البلدان المتقدمة أن تزيد الأضرار المقيَّمة نقديًا إلى عدة أمثال ما هي عليه، وأن تزيد كذلك من نصيب البلدان النامية في التقدير الإجمالي للأضرار.

ويمكن استخدام أساليب تجميع أخرى لتحقيق الضبط اللازم، لمراعاة الاختلافات في ثروات البلدان أو دخولها، في حسابات الأضرار بالقيم النقدية. ونظرًا لأن تقديرات الأضرار بالقيم النقدية تنزع إلى أن تكون نسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي على الصعيد الوطني أعلى فيما يتعلق بالبلدان منخفضة الدخل منها فيما يتعلق بالبلدان مرتفعة الدخل فمن المتوقع أن تسفر مخططات التجميع التي تحقق الضبط لمراعاة آثار الثروة أو الدخل عن تقديرات للأضرار العالمية أعلى من التقديرات المعروضة في هذا التقرير.

وتوفر الكتابات المقيَّمة التي تقيس كميًا الأضرار الكلية الناجمة عن احترار يتراوح بين ٢و٣° س مجموعة كبيرة من التقديرات النقطية للأضرار في ظل التغير المفترض في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وتنزع قيمة التقديرات الإجمالية إلى أن تكون نسبة مئوية ضئيلة من الناتج المحلي الإجمالي على النطاق العالمي، مع تقديرات أعلى كثيرًا، بوجه عام، للأضرار التي تلحق بالبلدان النامية في شكل حصة من ناتجها المحلي الإجمالي. وتخضع التقديرات الإجمالية لقدر كبير من عدم اليقين، ولكن مدى عدم اليقين لا يمكن أن يقاس من الكتابات. ولا يمكن تفسير مدى التقديرات على أنه نطاق ثقة، بالنظر إلى الافتراضات والمنهجيات الشديدة التباين في الدراسات. وكما ذُكر أعلاه فإن التجميع قد يحجب أوجه عدم اليقين الأكبر من ذلك بشأن عناصر الأضرار.

وتتضمن النهج الإقليمية أو القطاعية لتقدير نتائج تغير المناخ مجموعة أوسع نطاقًا من تقديرات الآثار الاقتصادية الصافية. ومن المقدر بالنسبة لبعض المناطق أن تكون الأضرار أكبر كثيرًا وأن يمكن لها أن تؤثر تأثيرًا سلبيًا في التنمية الاقتصادية. وبالنسبة لغيرها من المناطق من المقدر أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة الإنتاج الاقتصادي وإتاحة فرص للتنمية الاقتصادية. وبالنسبة للبلدان التي لديها بوجه عام اقتصاد صناعي متنوع وقوى عاملة متعلمة ومرنة فإن المجموعة المحدودة من التقديرات المنشورة للأضرار تتراوح بين واحد في المائة من الناتج المحلي الإجمالي ونسبة أعلى قليلاً من ذلك. أما بالنسبة للبلدان التي لديها بوجه عام اقتصاد متخصص وقائم على الموارد الطبيعية (يركز تركيزًا شديدًا، على سبيل المثال، على الزراعة أو الحراجة) وقوى عاملة قليلة التطور ومرتبطة بالأرض، فإن تقديرات الأضرار المأخوذة من الدراسات القليلة المتاحة أكبر من ذلك بعدة أمثال. والجزر الصغيرة والمناطق الساحلية المنخفضة سريعة التأثر بصورة خاصة.

ولا تعكس هذه التقديرات الأضرار التي مصدرها الكوارث الواسعة النطاق الممكنة، مثل التغيرات الرئيسية في دوران المحيطات. ولا تتضمن الدراسات سوى قدر ضئيل من الاتفاق على حجم كل فئة من فئات الأضرار أو الترتيب النسبي لفئات الأضرار على وجه الدقة.[٩] ولا يتوقع حدوث تغيرات مناخ بهذا الحجم لعقود عديدة، وفي غضون ذلك يمكن أن تكون الأضرار أقل. وربما تكون الأضرار أكبر على مدى فترة زمنية أطول[١٠].

ولا تؤيد الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أي نطاق قيم معين للضرر الحدي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ولكن التقديرات المنشورة تتراوح بين ٥ دولارات و ١٢٥ دولارًا (الولايات المتحدة الأمريكية، ١٩٩٠) لطن الكربون المنبعث الآن. ولا يمثل نطاق التقديرات هذا المدى الكامل لعدم اليقين. وترتكز التقديرات أيضًا على النماذج التي تظل تبسيطية وتشكل تمثيلاً محدودًا للعمليات المناخية الفعلية القائمة وتستند إلى التقارير العلمية السابقة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتعكس المجموعة الكبيرة من تقديرات الأضرار تباينات في سيناريوهات النماذج وأسعار الخصم والافتراضات الأخرى. ويجب التشديد على أن تقديرات التكلفة الاجتماعية تنطوي على مجموعة كبيرة من أوجه عدم اليقين بسبب المعرفة المحدودة بالتأثيرات، والتنمية التكنولوجية والاجتماعية الاقتصادية المستقبلية التي يكتنفها عدم اليقين، وإمكانية وقوع أحداث أو مفاجآت فاجعة.

٨- التقييم الشامل لاستراتيجيات التصدي

ثمة مجموعة كبيرة من التكنولوجيات والممارسات متاحة للتخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز وغيرها من غازات الدفيئة. وهناك كذلك تدابير تخفيف كثيرة متاحة للتصدي لتأثيرات تغير

---

(٨) مفهوم الاستعداد للدفع مفهوم دلالي يبين، على أساس الرغبات المعبر عنها والموارد المتاحة والمعلومات، أفضليات إنسان ما في لحظة معينة من الزمن. وقد تتغير القيم على مر الزمن. وقد طورت أيضًا مفاهيم أخرى (مثل الاستعداد لقبول التعويض عن الأضرار) ولكنها لم تطبق حتى الآن على نطاق واسع في الكتابات، وقد يتطور تفسير مفهوم الاستعداد للدفع وغيره من المفاهيم وتطبيقها على مشكلة تغير المناخ.

(٩) بسبب الفوارق الزمنية بين الاستنتاجات في العلوم الطبيعية واستخدامها في تحديد الآثار الفيزيائية والبيولوجية المحتملة والدمج اللاحق في التحليلات الاقتصادية لتغير المناخ ترتكز تقديرات أضرار تغير المناخ بشكل رئيسي على النتائج العلمية المستقاة من تقريري الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعامي ١٩٩٠ و ١٩٩٢.

(١٠) انظر المجلد الذي يتناول علم تغير المناخ، والمجلد الذي يتناول التحليلات العلمية الفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته، من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

المناخ. وكل هذه التكنولوجيات والممارسات والتدابير لها تكاليف وفوائد مالية وبيئية. ويستقصي هذا القسم مجموعة الخيارات المتاحة حاليًا أو المناقشة في الكتابات، وستتباين المجموعة المثلى من خيارات التصدي بحسب البلدان وعلى مر الزمن مع تغير الأحوال المحلية والتكاليف.

ويوحي استعراض لخيارات التخفيف من انبعاثات **ثاني أكسيد الكربون** بما يلي:

- يوجد في قطاعات كثيرة احتمال كبير **لحفظ الطاقة الفعالة وللتحسينات في** الكفاءة، على نحو فعال بالقياس إلى التكلفة، في الإمداد بالطاقة واستخدامها. وتتيح هذه الخيارات فوائد اقتصادية وبيئية بالإضافة إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن نشر كثير من هذه الخيارات بسرعة بفضل حجم الوحدات الصغير وخصائص التصميم النموذجية والتكاليف المنخفضة مدى الحياة.
  وتتضمن خيارات **التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في استخدام الطاقة** أساليب بديلة وتحسينات في الكفاءة في قطاعات من بينها قطاعات البناء والإسكان والتجارة والزراعة والصناعة. ولا تقوم كل الاستراتيجيات الفعالة بالنسبة للتكلفة على تكنولوجيات جديدة؛ فقد يعتمد بعضها على تحسين نشر المعلومات والتثقيف الجماهيري، والاستراتيجيات الإدارية، وسياسات التسعير، والإصلاحات المؤسسية.
- تتباين تقديرات الاحتمال الفني **للتحول إلى أنواع الوقود الأقل كثافة كربونية** تباينًا شديدًا من منطقة إلى أخرى وحسب نوع التدابير ومدى التوافر الاقتصادي لاحتياطيات الوقود الأحفوري وأنواع الوقود البديلة. ويتعين أيضًا أن تُراعى في هذه التقديرات انبعاثات الميثان المحتملة من تسرب الغاز الطبيعي أثناء الإنتاج والتوزيع.
- بلغت **تكنولوجيات الطاقة المتجددة** (مثل الطاقة الشمسية والهيدروكهربية والريحية وطاقة الكتلة الأحيائية التقليدية والحديثة وتحويل الطاقة الحرارية للمحيطات) مستويات مختلفة من التطور الفني والنضج الاقتصادي والاستعداد التجاري. وليس هناك إدراك تام لإمكانات مصادر الطاقة هذه. وتقديرات تكلفة هذه التكنولوجيات حساسة لخصائص كل موقع على حدة ولمدى توافر الموارد ولشكل الطاقة النهائية المقدمة. وتقديرات التكاليف هذه شديدة التباين.
- **الطاقة النووية**[١١] تكنولوجيا نُشرت لعقود عديدة في كثير من البلدان. بيد أن هناك عددًا من العوامل أدى إلى بطء التوسع في استخدام الطاقة النووية، ومن هذه العوامل: (أ) نظرة الناس الحذرة الناتجة عن الحوادث النووية، (ب) القضايا التي لم تحل تمامًا حتى الآن والمتعلقة بأمان المفاعلات النووية وانتشار المواد الانشطارية وتفكيك وحدات الطاقة والتخلص الطويل الأجل من النفايات النووية وكذلك، في بعض الحالات، انخفاض مستويات الطلب على الكهرباء عما كان متوقعًا. وقد أدت الصعوبات التنظيمية وصعوبات تحديد المواقع إلى زيادة طول الفترات اللازمة لبدء الإنشاءات، مما أفضى إلى ارتفاع التكاليف الرأسمالية لهذا الخيار في بعض البلدان. وإذا كانت هذه القضايا بما فيها، ضمن غيرها، الجوانب الاجتماعية والسياسية والبيئية المذكورة أعلاه، يمكن حلها فإن الطاقة النووية تنطوي على إمكانية زيادة نصيبها الحالي في إنتاج الطاقة على النطاق العالمي.
- قد يجري في نهاية الأمر الحد من **احتجاز ثاني أكسيد الكربون والتخلص منه** لأسباب فنية وبيئية لأن منع دخول الكربون من جديد في الغلاف الجوي ليس أمرًا تكفله جميع أشكال التخلص من ثاني أكسيد الكربون.
- تتيح خيارات **الحراجة**، في بعض الظروف، إمكانية كبيرة وتكاليف متواضعة وخطرًا منخفضًا وفوائد أخرى. كما أن الاستخدام الحديث المحتمل للكتلة الأحيائية كمصدر للوقود والكهرباء يمكن أن يصبح مغريًا.

إن وقف إزالة الغابات أو إبطاء وتيرتها، وزيادة إعادة التحريج من خلال زيادة إنتاجية الحراجة وبرامج الإدارة المستدامة التي تزيد الإنتاجية الزراعية، وزيادة احتياطي الغابات، وتعزيز السياحة الإيكولوجية، هي من بين الخيارات الفعالة بالقياس إلى تكلفتها لإبطاء وتيرة تراكم ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وتثير برامج الحراجة اعتبارات هامة خاصة بالإنصاف.[١٢]

وهناك أيضًا مجموعة كبيرة من التقنيات والممارسات المتاحة لتخفيض انبعاثات **الميثان** من مصادر مثل نظم الغاز الطبيعي ومناجم الفحم ومقالب النفايات والمزارع. بيد أن قضية تخفيض الانبعاثات المتعلقة بإمدادات الأغذية قد تنطوي على معاوضات مع معدلات إنتاج الأغذية. ويجب تقدير هذه المعاوضات بعناية إذ أنها قد تؤثر في توفير الاحتياجات الأساسية في بعض البلدان، ولا سيما في البلدان النامية.

ويأتي معظم انبعاثات **أكسيد النيتروز** من مصادر الانتشار المتعلقة بالزراعة والحراجة. ومن الصعب تخفيض هذه الانبعاثات بسرعة. وتنزع الانبعاثات الصناعية **لأكسيد النيتروز والمركبات المهلجنة** إلى التركيز في قطاعات رئيسية قليلة، وتكون مكافحتها أيسر. وقد تكون تدابير الحد من هذه الانبعاثات مغرية لكثير من البلدان.

وهناك تفسيرات كثيرة ممكنة للتنفيذ البطيء لكثير من الخيارات المغرية تكنولوجيًا والفعالة بالنسبة لتكلفتها، المذكورة أعلاه، مع كون التكاليف الفعلية والمنظورة على السواء عاملاً رئيسيًا في هذا الصدد. ومن بين العوامل الأخرى التي تؤثر في معدل انتشار هذه التكنولوجيات مدى توافر رأس المال، وثغرات المعلومات، والعوائق المؤسسية، وعيوب السوق.

وتعيين الأسباب الخاصة ببلد بعينه شرط مسبق لوضع سياسات سليمة وفعالة لتشجيع اعتمادها على نطاق أوسع.

إن التعليم والتدريب وكذلك الإعلام والتدابير الاستشارية جوانب هامة لمختلف خيارات التصدي.

وكثير من تكنولوجيات وممارسات تخفيض الانبعاثات المبينة أعلاه يوفر فوائد أخرى للمجتمع. وتتضمن هذه الفوائد الإضافية تحسين نوعية الهواء، والحماية الأفضل للمياه السطحية والجوفية، وتعزيز الإنتاجية الحيوانية، وانخفاض خطر حدوث الانفجارات والحرائق، وتحسين استخدام موارد الطاقة.

وتتوافر أيضا خيارات كثيرة **للتكيف** مع تأثيرات تغير المناخ، مما يحد من الأضرار التي تلحق بالاقتصادات الوطنية والنظم الإيكولوجية الطبيعية. والخيارات التكيفية متوافرة في قطاعات كثيرة تمتد من الزراعة والطاقة إلى الصحة وإدارة المناطق الساحلية ومصائد الأسماك البعيدة عن الشواطئ والاستجمام. ويتيح بعض هذه الخيارات تعزيز القدرة على التصدي للتأثيرات الحالية لتقلب المناخ. بيد أن المعاوضات الممكنة بين تنفيذ تدابير التخفيف والتكيف مهمة للبحث في المستقبل. ويُعرض ملخص للخيارات القطاعية للتكيف في المجلد الذي يتناول التحليلات العلمية الفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

---

(١١) للاطلاع على مزيد من المعلومات عن الجوانب الفنية للطاقة النووية انظرالمجلد الذي يتناول التحليلات العلمية الفنية لتأثيرات تغير المناخ وللتكيف معه والتخفيف من حدته من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

(١٢) يتم تناول هذه الاعتبارات في القسم ٤ أعلاه وفي المجلد الذي يتناول الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية لتغير المناخ من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

وسوف تعتمد استراتيجية التصدي المثلى لكل بلد على الأحوال والظروف الخاصة التي يجب أن يواجهها ذلك البلد. وعلى الرغم من ذلك يوحي الكثير من الدراسات الحديثة والملاحظات التجريبية بأن من الممكن تنفيذ بعض أشد الخيارات فعالية بالنسبة لتكلفتها تنفيذًا بالغ النجاح على أساس مشترك أو تعاوني فيما بين الدول.

٩- تكاليف خيارات التصدي

يجب التشديد على أن النص الوارد في هذا القسم يمثل تقييمًا للكتابات الفنية ولا يقدم توصيات بشأن المسائل الخاصة بالسياسات. والكتابات المتاحة هي في المقام الأول من البلدان المتقدمة.

مفاهيم التكلفة

الأمر المهم من منظور القسم بشأن تقدير تكاليف التخفيف أو التكيف هو التكلفة الصافية (التكلفة الإجمالية ناقصًا الفوائد والتكاليف الثانوية). وتستبعد هذه التكاليف الصافية التكاليف الاجتماعية لتغير المناخ، التي تناقش في القسم ٧ أعلاه. وتقدم الكتابات المقيَّمة مجموعة كبيرة من تقديرات تكاليف خيارات التصدي. وتعكس هذه المجموعة الكبيرة إلى حد بعيد اختلافات هامة في الافتراضات بشأن كفاءة أسواق الطاقة والأسواق الأخرى، وبشأن قدرة المؤسسات الحكومية على مواجهة نواحي القصور والعيوب الملاحظة في الأسواق.

وقد تُحدث تدابير تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة تأثيرات اقتصادية إضافية (من خلال الآثار التكنولوجية الخارجية المرتبطة بتعزيز برامج البحث والتطوير، على سبيل المثال) و/أو تأثيرات بيئية (مثل تخفيض انبعاثات الأمطار الحمضية وسلائف الضباب الدخاني في المناطق الحضرية). وتوحي الدراسات بأن الفوائد البيئية الثانوية قد تكون كبيرة ولكن من المحتمل أن تختلف من بلد إلى آخر.

نتائج محددة

تعتمد تقديرات تكلفة تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة اعتمادًا جوهريًا على الافتراضات الخاصة بمستويات تحسين كفاءة الطاقة في السيناريو الأساسي (أي في غياب سياسة مناخية) وعلى مجموعة كبيرة من العوامل، مثل أنماط الاستهلاك، وتوافر الموارد والتكنولوجيا، والمستوى والتوقيت المنشودين للتخفيف، واختيار وسائل السياسات. وينبغي لواضعي السياسات ألا يثقوا ثقة بالغة في النتائج العددية المحددة لأي تحليل واحد. وعلى سبيل المثال فإن تحليلات تكاليف التخفيف تظهر تكاليف التخفيف بالنسبة لأساس معين، ولكن ينبغي عدم تفسير الأساس ولا سيناريوهات التدخل على أنهما يمثلان أحوالاً مستقبلية محتملة. وينبغي أن ينصب التركيز على وجهات النظر النيرة المتعلقة بالمحددات الأساسية للتكاليف.

إن تكاليف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى وداخل إطار زمني يحولان دون حدوث تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي (الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ) ستعتمد بشكل جوهري على اختيار المسار الزمني للانبعاثات. وستتأثر تكلفة برنامج التخفيف بمعدل استبدال رأس المال وسعر الخصم وتأثير البحث والتطوير.

إن عدم اعتماد سياسات في أقرب وقت ممكن لتشجيع الاستثمارات البديلة في نهاية العمر الاقتصادي لمصنع ومعدات (أي عند دوران الطاقة الرأسمالية) يفرض تكلفة اقتصادية على المجتمع. ومن المحتمل أن يكون تنفيذ تخفيضات الانبعاثات بمعدلات يمكن استيعابها خلال دورة الطاقة الرأسمالية العادية أرخص من فرض السحب السابق لأوانه الآن من الطاقة الرأسمالية.

وبذلك ينطوي اختيار مسارات التخفيف على الموازنة بين المخاطر الاقتصادية المترتبة على التخفيف السريع الآن (السحب من الطاقة الرأسمالية قبل الأوان سيثبت فيما بعد عدم لزومه) وبين الخطر المناظر في حالة التأخير (سيلزم عندئذ إجراء تخفيض أسرع، يقتضي السحب قبل الأوان من الطاقة الرأسمالية للمستقبل).

وتلزم إشارات ملائمة طويلة المدى لكي يتسنى للمنتجين والمستهلكين التكيف على نحو فعال بالنسبة للتكلفة مع القيود المفروضة على انبعاثات غازات الدفيئة، وتشجيع البحث والتطوير. وسوف تعوض الفوائد المرتبطة بتنفيذ أي سياسة «لا يُندم عليها»، تعويضًا جزئيًا على الأقل، تكاليف مجموعة كاملة من تدابير التخفيف. وسوف يزيد هذا أيضًا الوقت المتاح لمعرفة مخاطر المناخ ولجلب التكنولوجيات الجديدة إلى الأسواق.

وعلى الرغم من الاختلافات الكبيرة في الآراء يوجد اتفاق على أنه يمكن، خلال العقدين القادمين أو العقود الثلاثة القادمة، تحقيق زيادة كفاءة الطاقة بما قد يتراوح بين ١٠٪ و ٣٠٪ فوق الاتجاهات الأساسية بتكلفة صافية سالبة أو صفرية. (تعني التكلفة الصافية السالبة فائدة اقتصادية). وفي ظل الآفاق الزمنية الأطول، التي تتيح دورة أكثر اكتمالاً للطاقة الرأسمالية وتعطي فرصة

الإطار ١: النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى

النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل نماذج تجميعية للاقتصاد الكلي بأسره تعتمد على تحليل الاتجاهات والعلاقات التاريخية بغية التنبؤ بالتفاعلات الواسعة النطاق بين قطاعات الاقتصاد، ولا سيما التفاعلات بين قطاع الطاقة وبقية قطاعات الاقتصاد. وتتضمن هذه النماذج، على نحو نمطي، تفاصيل قليلة نسبيًا بشأن استهلاك الطاقة والتغير التكنولوجي، بالمقارنة مع النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى.

وعلى العكس فإن النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى تتضمن دراسات تفصيلية للتكاليف الهندسية لمجموعة كبيرة من التكنولوجيات المتاحة والمتنبأ بها، وتصف استهلاك الطاقة وصفًا شديد التفصيل. بيد أنها، بالمقارنة مع النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل، تتضمن على نحو نمطي تفاصيل قليلة نسبيًا بشأن السلوك الاستهلاكي غير المتعلق بالطاقة، والتفاعلات مع قطاعات الاقتصاد الأخرى.

وهذا الوصف البسيط للنماذج المصممة من أعلى إلى أسفل والنماذج المصممة من أسفل إلى أعلى مضلل بشكل متزايد لأن الأشكال الأحدث من كل نهج نزعت إلى تقديم تفاصيل أكثر في الجوانب التي كانت أقل تطورًا في الماضي. ونتيجة لهذا التقارب في هيكل النماذج تنزع نتائج النماذج إلى التقارب، وتعكس الفروق المتبقية الفروق في الافتراضات بشأن مدى سرعة وفعالية مؤسسات السوق في اعتماد تكنولوجيات جديدة فعالة بالنسبة لتكلفتها أو مدى إمكان حثها على اعتماد هذه التكنولوجيات عن طريق التدخلات على صعيد السياسات.

وكثير من النماذج الموجودة غير مناسب لدراسة الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية أو اقتصادات البلدان النامية. ويلزم مزيد من العمل لاستنباط المنهجيات والبيانات والنماذج الملائمة ولبناء القدرة المؤسسية المحلية على إجراء التحليلات.

للبحث والتطوير وسياسات التحول السوقي للتأثير في دورات الاستبدال المتعددة، يكون هذا الاحتمال أعلى كثيرًا. ويعتمد حجم هذه الاحتمالات التي «لا يُندم عليها» على وجود عيوب سوقية أو مؤسسية كبيرة تحول دون تنفيذ تدابير فعالة بالقياس إلى تكاليفها لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة. ومن ثم فالمسألة الرئيسية هي مدى إمكانية إزالة هذه العيوب والعوائق على نحو فعال بالقياس إلى التكلفة وذلك بمبادرات على صعيد السياسات مثل معايير الكفاءة، والحوافز، وإلغاء إعانات الدعم، وبرامج الإعلام، وتمويل نقل التكنولوجيا.

وقد أُحرز تقدم في عدد من البلدان في التخفيض الفعال بالنسبة إلى التكلفة للعيوب والعوائق المؤسسية في الأسواق من خلال وسائل في مجال السياسات ترتكز على الاتفاقات الطوعية، وحوافز كفاءة الطاقة، ومعايير كفاءة الإنتاج، وبرامج تحقيق كفاءة الطاقة التي تتضمن المنتجين، والإصلاحات التنظيمية للمرافق. وحيثما أُجريت تقييمات تجريبية وجد كثير منها أن نسبة فائدة زيادة الطاقة إلى تكلفتها نسبة مواتية، مما يوحي بالإمكانية العملية لتحقيق الاحتمالات التي «لا يُندم عليها» بتكلفة صافية سالبة. ويلزم مزيد من المعلومات عن البرامج المماثلة والمحسَّنة في مجموعة أكبر من البلدان.

والقرارات الخاصة بالبنية الأساسية حاسمة في تحديد الانبعاثات وتكاليف التخفيف الطويلة الأجل لأنها يمكن أن تزيد أو تقيد عدد الخيارات المستقبلية ونوعها. وتحدد القرارات الخاصة بالبنية الأساسية أنماط التطوير في مجالات النقل والمستوطنات الحضرية واستخدام الأراضي، وتؤثر في تطوير نظام الطاقة، وأنماط إزالة الغابات. ولهذه القضية أهمية خاصة بالنسبة للبلدان النامية وكثير من الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية حيث ستتخذ القرارات الرئيسية المتعلقة بالبنية الأساسية في الأجل القريب.

وإذا ما استخدمت ضريبة على انبعاثات الكربون أو الطاقة الكربونية كوسيلة من وسائل السياسات لخفض الانبعاثات فمن الممكن أن تحقق الضرائب إيرادات ضخمة وأن تؤثر كيفية توزيع الإيرادات تأثيرًا هائلاً في تكلفة التخفيف. وإذ وزعت الإيرادات بتخفيض ما يتضمنه النظام القائم من ضرائب مسببة للاختلال فإنها ستساعد على خفض العبء الزائد للنظام الضريبي القائم مع احتمال أن تحقق فائدة اقتصادية إضافية (ربحًا مزدوجًا). وعلى سبيل المثال فإن الدراسات الأوروبية الأكثر تفاؤلاً فيما يتعلق باحتمال إعادة تدوير الضرائب تشير إلى انخفاض التكاليف وكذلك، في بعض الحالات، إلى تكاليف سالبة بقدر طفيف. وعلى العكس يمكن أن تؤدي إعادة التدوير غير الفعالة للإيرادات الضريبية إلى زيادة التكاليف. وعلى سبيل المثال فإنه إذا استخدمت الإيرادات الضريبية لتمويل برامج حكومية تدر عائدًا أقل من استثمارات القطاع الخاص المضيعة بسبب الضريبة فسوف تزيد عندئذ التكاليف الإجمالية.

وهناك اختلافات كبيرة بين البلدان في تكاليف تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة بسبب حالة تنميتها الاقتصادية، وخياراتها المتعلقة بالبنية الأساسية، وقاعدة مواردها الطبيعية. ويبين هذا أنه يمكن للتعاون الدولي أن يقلل بدرجة كبيرة التكلفة العالمية لتخفيض الانبعاثات. وتوحي البحوث بأنه يمكن، من حيث المبدأ، تحقيق وفورات كبيرة إذا تم تخفيض الانبعاثات حيثما يكون ذلك بأقل تكلفة. ومن الناحية العملية يتطلب هذا آليات دولية تكفل تدفقات رأس المال الملائمة ونقل التكنولوجيا بين البلدان. وعلى العكس من ذلك فإن عدم تحقيق التعاون الدولي يمكن أن يضر بالمحاولات التي يبذلها بلد أو مجموعة بلدان من جانب واحد للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. بيد أن تقديرات ما يسمى بآثار التسرب شديدة التباين لدرجة أنها لا توفر إلا القليل من الإرشادات لواضعي السياسات.

وقد أُجريت حتى الآن تحليلات لتحديد احتمالات وتكاليف تخفيض الانبعاثات بالنسبة للبلدان المتقدمة أكثر مما أُجريت بالنسبة للأجزاء الأخرى من العالم. وعلاوة على ذلك فإن نماذج قائمة كثيرة غير مناسبة تمامًا لدراسة الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية أو اقتصادات البلدان النامية. ويلزم القيام بأعمال كثيرة لاستنباط وتطبيق نماذج للاستخدام خارج البلدان المتقدمة (لكي تبين بمزيد من الوضوح، على سبيل المثال، العيوب السوقية والعوائق المؤسسية والقطاعات الاقتصادية التقليدية وغير الرسمية). وعلاوة على ذلك فإن المناقشة الواردة أدناه ومعظم التقرير الأساسي يتناولان تكاليف خيارات التصدي على الصعيد الوطني أو الإقليمي من حيث التأثير في الناتج المحلي الإجمالي. ويتطلب الأمر مزيدًا من التحليل بخصوص آثار خيارات التصدي في التوظيف والتضخم والتنافس التجاري وغيرها من القضايا العامة.

وقد استُعرض عدد كبير من الدراسات التي تستخدم النهجين المصممين من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى (انظر الاطار ١ للاطلاع على تعريف كل منهما). وتقديرات تكاليف الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري (المعبر عنها بالكربون) شديدة التباين وتتوقف على اختيار المنهجيات، والافتراضات الأساسية، وسيناريوهات الانبعاثات، ووسائل السياسات، وسنة التقرير، ومعايير أخرى. وللاطلاع على النتائج المحددة للدراسات فرادى انظر المجلد الذي يتناول الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية لتغير المناخ من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. على الرغم من صعوبة التعميم توحي التحليلات من أعلى إلى أسفل بأن تكاليف التخفيضات الكبيرة تحت مستويات عام ١٩٩٠ يمكن أن تكون مرتفعة بحيث تبلغ عدة نقاط كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي. وفي الحالة المحددة الخاصة بتثبيت الانبعاثات عند مستويات عام ١٩٩٠ تقدر غالبية الدراسات أنه يمكن بلوغ تكاليف سنوية تتراوح بين - ٠٫٥٪ من الناتج المحلي الإجمالي (ما يعادل زيادة مقدارها نحو ٦٠ بليون دولار في الإجمالي الخاص ببلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بمستويات الناتج المحلي الإجمالي اليوم) وبين ٢ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي (ما يعادل نقصًا مقداره نحو ٢٤٠ بليون دولار) خلال عدة عقود مقبلة. بيد أن الدراسات تبين أيضًا أن التوقيت الملائم لتدابير التخفيف وتوافر البدائل المنخفضة التكلفة قد يخفضان بدرجة كبيرة حجم الفاتورة الإجمالية.

والدراسات من أسفل إلى أعلى أكثر تفاؤلاً فيما يتعلق باحتمال إجراء تخفيضات في الانبعاثات بتكلفة منخفضة أو سالبة، وبالقدرة على تحقيق هذا الاحتمال. وتبين هذه الدراسات أن تكاليف تخفيض الانبعاثات بنسبة ٢٠ ٪ في البلدان المتقدمة خلال عقدين أو ثلاثة عقود تتراوح بين تكاليف طفيفة وتكاليف سالبة. وتوحي الدراسات الأخرى من أسفل إلى أعلى بوجود احتمال لتحقيق تخفيضات مطلقة تتجاوز ٥٠٪ في الأجل الأطول، دون زيادة التكاليف الكلية لنظام الطاقة بل ربما مع تخفيض هذه التكاليف.

وتتباين نتائج التحليلات من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى بسبب عوامل مثل التقديرات الأعلى للاحتمالات «التي لا يُندم عليها» وللتقدم التكنولوجي، والتشبع المبكر في خدمات الطاقة لوحدة الناتج المحلي الإجمالي. وفي أكثر التقييمات ملاءمة يمكن تحقيق وفورات تتراوح بين ١٠ ٪ و ٢٠ ٪ في التكلفة الكلية لخدمات الطاقة.

الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية. إن احتمال تحقيق تخفيضات فعالة بالنسبة إلى تكلفتها في استخدام الطاقة قد يكون كبيرًا، ولكن الاحتمال القابل للتحقيق سيعتمد على مسار التنمية الاقتصادية والتكنولوجية المختار وعلى مدى توافر رأس المال اللازم لمواصلة اتباع المسارات المختلفة. وثمة

قضية حاسمة هي مستقبل التغييرات الهيكلية في هذه البلدان، التي يمكنها إحداث تغيير هائل في مستوى الانبعاثات الأساسية وتكاليف تخفيض الانبعاثات.

البلدان النامية. توحي التحليلات بأنه قد تكون هناك فرص للبلدان النامية لإجراء تخفيضات كبيرة منخفضة التكلفة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري. ومسارات التنمية التي تزيد من كفاءة الطاقة وتعزز تكنولوجيات الطاقة البديلة وتقلل من إزالة الغابات وتعزز الإنتاجية الزراعية وتوليد الطاقة من الكتلة الأحيائية يمكن أن تكون مفيدة اقتصاديًا. وقد يتطلب سلوك هذا المسار تعاونًا دوليًا واسع النطاق وتحويلات مالية وتكنولوجية كبيرة. بيد أن من المحتمل أن تكون هذه المسارات غير كافية لتعويض الانبعاثات الأساسية السريعة التزايد المرتبطة بتزايد النمو الاقتصادي والرفاه العام. ومن المرجح أن يكون تثبيت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون باهظ التكلفة.

وتجدر الإشارة إلى أن تحليلات التكاليف التي تقع على عاتق الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية والبلدان النامية تهمل بطريقة نمطية الآثار المحدِّثة للتوازن العام والمترتبة على الإجراءات التي تتخذها البلدان المتقدمة من جانب واحد. وربما تكون هذه الآثار إيجابية أو سلبية، ويصعب قياس حجمها.

وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن تقديرات التكاليف أو الفوائد التي تبلغ نسبة مئوية ضئيلة من الناتج المحلي الإجمالي قد تظهر اختلافات صغيرة في معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي، ولكنها مع ذلك كبيرة بالأرقام المطلقة.

وتوفر المحافظة على مصادر الكربون وزيادتها مكوِّنًا جوهريًا لاستراتيجية الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، وهو مكوِّن كثيرًا ما يكون فعالاً بالقياس إلى تكلفته. وتوحي الدراسات بأنه يمكن معادلة ما بين ١٥ و ٣٠ ٪ من انبعاثات عام ١٩٩٠ العالمية المتعلقة بالطاقة وذلك بعزل الكربون في الغابات لمدة تتراوح بين ٥٠ عامًا و ١٠٠ عام. وربما تختلف تكاليف عزل الكربون، التنافسية مع خيارات السيطرة على المصادر، من منطقة إلى أخرى في العالم.

ويمكن أن توفر مكافحة غازات الدفيئة الأخرى، وخاصة الميثان وأكسيد النيتروز، فرصًا كبيرة فعالة بالنسبة لتكلفتها في بعض البلدان. ويمكن خفض نحو ١٠٪ من انبعاثات الميثان البشرية المنشأ بتكلفة سالبة أو منخفضة باستخدام خيارات التخفيف المتاحة فيما يتعلق بمصادر للميثان مثل نظم الغاز الطبيعي، وإدارة النفايات، والزراعة.

١٠- التقييم المتكامل

تجمع نماذج التقييم المتكامل المعارف من مجموعة كبيرة من التخصصات بغية تقديم رؤى نيرة لا تلاحظ من خلال البحوث التخصصية التقليدية. وهي تُستخدم في استكشاف الأحوال المحتملة للنظم البشرية والطبيعية، وتحليل المسائل الرئيسية المتعلقة برسم السياسات، والمساعدة في وضع أولويات البحوث. ويساعد التكامل على تنسيق الافتراضات من مختلف التخصصات ويتيح تحليل التغذيات المرتدة والتفاعلات التي لا توفرها التخصصات فرادى. بيد أن نتائج هذه التحليلات ليست أفضل من المعلومات المستقاة من العلوم الاقتصادية والجوية والبيولوجية الأساسية. ونماذج التقييم المتكامل محدودة بسبب كل من قاعدة المعارف الأساسية التي تعتمد عليها والأساس التجريبي المحدود نسبيًا.

ومعظم نماذج التقييم المتكامل الحالية لا تعكس بشكل جيد الديناميات الاجتماعية والاقتصادية النوعية للاقتصادات النامية والاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية، وعلى سبيل المثال لا يتناول أي من النماذج الموجودة معظم العيوب السوقية أو العوائق المؤسسية أو عمل القطاع غير الرسمي في هذه البلدان. ويمكن أن يؤدي هذا إلى تحيزات في التقييمات العالمية عندما تقيَّم خيارات التخفيف وتأثيراته في الاقتصادات النامية أو الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية كما لو كانت هذه الاقتصادات تعمل على نحو مماثل لعمل اقتصادات البلدان المتقدمة.

وقد تطورت نماذج التقييم المتكامل لتغير المناخ تطورًا سريعًا على الرغم من أنها جديدة نسبيًا. وتنزع نماذج التقييم المتكامل إلى أن تندرج في فئتين: نماذج تقييم السياسات ونماذج تحقيق الوضع الأمثل للسياسات. ونماذج تقييم السياسات غنية بالتفاصيل الفيزيائية، وقد استُخدمت لتحليل احتمال إزالة الغابات كنتيجة للتفاعلات بين الجوانب الديموغرافية والإنتاجية الزراعية والنمو الاقتصادي، والعلاقة بين تغير المناخ وامتداد المناطق الملارية المحتملة. أما نماذج تحقيق الوضع الأمثل للسياسات فتعمل على الوصول بالمتغيرات الرئيسية (مثل معدلات الانبعاثات وضرائب الانبعاثات الكربونية) إلى الوضع الأمثل بغية تحقيق أهداف السياسة المرسومة (مثل خفض التكلفة إلى أدنى حد ممكن أو تحقيق الرفاه الأمثل).

وتتضمن أوجه عدم اليقين الرئيسية في التقييمات المتكاملة الحالية حساسية النظام المناخي للتغيرات في تركيزات غازات الدفيئة، وخصائص وتقييم التأثيرات حيثما لا توجد أسواق، والتغيرات في الجوانب الديموغرافية الوطنية والإقليمية، واختيار أسعار الخصم، والافتراضات المتعلقة بتكلفة التكنولوجيات وتوافرها ونشرها.

١١- تقييم اقتصادي لوسائل السياسات لمكافحة تغير المناخ

قد تكون لدى الحكومات مجموعات مختلفة من المعايير لتقييم وسائل السياسات الدولية والمحلية الخاصة بغازات الدفيئة. ومن بين هذه المعايير الكفاءة، والفعالية بالنسبة إلى التكلفة، والفعالية في تحقيق الأهداف البيئية المحددة، والإنصاف في التوزيع (بما في ذلك الإنصاف بين الأجيال)، والمرونة إزاء المعارف الجديدة، والقدرة على تفهم الجماهير، والاتساق مع الأولويات والسياسات والمؤسسات والتقاليد الوطنية. كما أن اختيار الوسائل قد يعكس جزئيًا رغبة الحكومات في بلوغ أهداف أخرى، مثل التنمية الاقتصادية المستدامة، أوتحقيق أهداف التنمية الاجتماعية والأهداف المالية، أو التأثير في مستويات التلوث المتعلقة على نحو غير مباشر بانبعاثات غازات الدفيئة. وقد يكمن شاغل آخر للحكومات في آثار السياسات على القدرة التنافسية.

ويعاني الاقتصاد العالمي وكذلك، في الواقع، بعض آحاد الاقتصادات الوطنية من عدد من اختلالات الأسعار التي تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة، مثل بعض إعانات الزراعة والوقود والاختلالات في تسعير النقل. ويبين عدد من الدراسات الخاصة بهذه القضية أن من الممكن تحقيق تخفيضات في الانبعاثات على النطاق العالمي تتراوح بين ٤ و١٨٪، مع تحقيق زيادات في الدخول الفعلية، عن طريق الإلغاء التدريجي لإعانات الوقود. ويمكن عادة أن يؤدي الحد من هذه الاختلالات إلى تقليل الانبعاثات وزيادة الكفاءة الاقتصادية. بيد أنه كثيرًا ما يتم تقديم الإعانات والإبقاء على اختلالات الأسعار لأسباب اجتماعية وأسباب خاصة بالتوزيع، وقد تصعب إزالة هذه الإعانات والاختلالات.

ويمكن تحديد وسائل السياسات على مستويين مختلفين: الوسائل التي يمكن أن تستخدمها مجموعة من البلدان، والوسائل التي يمكن أن تستخدمها آحاد الدول من جانب واحد أو لتحقيق الامتثال لاتفاق متعدد الأطراف.

ويمكن لمجموعة[١٣] بلدان أن تختار ما يناسبها من تدابير ووسائل السياسات، بما فيها تشجيع الإجراءات الطوعية وإجراء مزيد من البحوث، والحصص القابلة للتداول، والتنفيذ المشترك (وعلى وجه التحديد الأنشطة المنفذة على نحو مشترك في إطار المرحلة الاسترشادية[١٤])، والضرائب المحلية المنسقة على الانبعاثات الكربونية، والضرائب الدولية على الانبعاثات الكربونية، والحصص غير القابلة للتداول، ومختلف المعايير الدولية. وإذا لم تتضمن المجموعة كل البلدان الرئيسية التي تصدر عنها انبعاثات غازات الدفيئة فربما يكون هناك عندئذ اتجاه إلى زيادة استخدام الوقود الأحفوري في البلدان غير المشتركة في المجموعة. وربما تقلل هذه النتيجة من القدرة التنافسية الدولية لبعض الصناعات في البلدان المشتركة ومن الفعالية البيئية لجهود البلدان.

وتبين الكتابات الاقتصادية على الصعيدين الدولي والوطني على السواء أن من المحتمل أن تكون الوسائل التي توفر الحوافز الاقتصادية، مثل الضرائب والحصص/التراخيص القابلة للتداول، أكثر فعالية بالقياس إلى التكلفة من النهج الأخرى. ومن المحتمل أن يكون من الصعب تحقيق معايير موحدة بين مجموعات البلدان المشتركة في اتفاق دولي. بيد أنه كان هناك اتفاق، بالنسبة لمجموعة واحدة من البلدان، على تطبيق بعض المعايير الموحدة.

وعلى الصعيد الدولي يمكن بحث جميع الوسائل المحتملة الكفاءة القائمة على آليات السوق خلال المفاوضات المستقبلية. وثمة نقيصة ينطوي عليها نظام الحصص القابلة للتداول هي أنه يجعل التكلفة الحدية للانبعاثات أمرًا يكتنفه عدم اليقين، في حين أن ضريبة الانبعاثات الكربونية (والوسائل المتصلة بها) تنطوي على نقيصة هي أنها تترك التأثير على المستوى الذي تتم فيه مكافحة الانبعاثات مشوبًا بعدم اليقين. وستكون القيمة المحددة لأهمية الحد من هذه الأنواع المختلفة من عدم اليقين عاملاً حاسمًا في إجراء مزيد من التقييم لهذه الوسائل البديلة. وبسبب الافتقار إلى معرفة علمية ملائمة ستظل هناك درجة عالية من عدم اليقين بشأن نتائج الحد من الانبعاثات على مستويات محددة. وسيكون لاعتماد مخطط للحصص القابلة للتداول أو ضرائب دولية آثار بالنسبة للتوزيع الدولي للثروة. وستخضع النتائج التوزيعية للتفاوض. ولضمان إمكانية استخدام هذه الوسائل يلزم إجراء دراسات إضافية بشأن التصميم الممكن للحصص القابلة للتداول والضرائب المنسقة وبشأن الإطار المؤسسي الذي يمكن تنفيذها فيه.

ويمكن أن تختار آحاد البلدان، التي تسعى إلى تنفيذ سياسات للتخفيف، ما يناسبها من مجموعة كبيرة من السياسات والوسائل الممكنة، بما فيها ضرائب الانبعاثات الكربونية، والتراخيص القابلة للتداول، ونظم الإيداع والاستعادة (والوسائل المتصلة بها)، والإعانات، والمعايير التكنولوجية، ومعايير الأداء، وحظر الإنتاج، والاستثمار الحكومي المباشر، والاتفاقات الطوعية. ويمكن أن تؤدي توعية الجماهير بالاستخدام المستدام للموارد دورًا هامًا في تعديل أنماط الاستهلاك وأشكال السلوك البشري الأخرى. وقد يعكس اختيار التدابير على المستوى المحلي أهدافًا أخرى غير الفعالية بالنسبة للتكلفة، مثل تحقيق الأهداف المالية، ويمكن استخدام الإيرادات من ضرائب الانبعاثات الكربونية أو التراخيص المباعة القابلة للتداول لكي تحل محل الضرائب الاختلالية القائمة. كما قد يعكس اختيار الوسائل أهدافًا بيئية أخرى، مثل تخفيض انبعاثات الملوِّثات من غير غازات الدفيئة، أو زيادة الغطاء الحرجي، أو شواغل أخرى مثل التأثيرات المحددة في مناطق أو مجتمعات معينة.

---

[١٣] يمكن أن تضم المجموعة بضعة بلدان فقط، أو عددًا كبيرًا من البلدان، أو حتى جميع البلدان.

[١٤] انظر المقرر 5/CP. 1 للمؤتمر الأول للأطراف (COP1) في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ.

التذييل: الكتاب الرئيسيون والكتاب والمشاركون

فريق صياغة التقرير التجميعي للمعلومات العلمية والفنية المشمولة بتقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والمتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ

برت بولين (رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ورئيس فريق الصياغة)؛ جون ت. هوتون، المملكة المتحدة، غيلفان ميرافيلهو، البرازيل؛ روبرت ت. واطسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ماروفو. ك. رينيويرا، زمبابوي؛ جيمس بروس، كندا؛ هوسونغ لي، جمهورية كوريا؛ بروس كالاندر، المملكة المتحدة؛ ريتشارد موس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إريك هايتس، كندا؛ روبرتو أكوستا مورينو، كوبا؛ طارق بنوري، باكستان؛ زو داي، الصين؛ برونسون غاردنر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ خوسيه غولدمبرغ، البرازيل؛ جان -شارل هوركاد، فرنسا؛ مايكل جيفرسون، المملكة المتحدة؛ جيري مليلو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إرفينغ مينتزر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ريتشارد أودينغو، كينيا؛ مارتين باري، المملكة المتحدة؛ مارثا بردومو، فنزويلا؛ كورنيليا كينيت-ثيلين، ألمانيا؛ بيير فلينغا، هولندا؛ ناراسيمهان ساندرارامان (أمين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ).

تقرير الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٥

الملخص الفني

د. ألبريتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. بولين، السويد؛ ب. كلاندر، المملكة المتحدة؛ ك. دنمان، كندا؛ ر. ديكينسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. غيتس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. غراسل، سويسرا؛ م. غروب، المملكة المتحدة؛ ن. هاريس، المملكة المتحدة؛ ج. هوتون، المملكة المتحدة؛ ب. جوناس، المملكة المتحدة؛ أ. كاتنبرغ، هولندا؛ ك. ماسكل، المملكة المتحدة؛ غ. ماكبين، كندا؛ م. مكفارلاند، كينيا؛ غ. ميرا، البرازيل؛ ج. مليلو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. نيكولز، استراليا؛ ل. أوغالو، كينيا، م. أوبنهايمر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. براثر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. سانتر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. شيمل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. شاين، المملكة المتحدة؛ ك. ترنبرث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. واريك، نيوزيلندا؛ ر. واطسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. زيلمان، استراليا

Chapter 1: The climate system : an overview

الكاتب الرئيسي المنسق

ك. ترنبرث، الولايات المتحدة الأمريكية

الكاتبان الرئيسيان

ج. هوتون، المملكة المتحدة؛ غ. ميرا البرازيل

Chapter 2: Radiative forcing of climate change

الكتاب الرئيسيون المنسقون

د. ألبريتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. جوناس، المملكة المتحدة؛ م. براثر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. شيمل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. شاين، المملكة المتحدة

الكتاب الرئيسيون

د. ألفيز، البرازيل؛ ر. تشارلسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. درونت، المملكة المتحدة؛ د. إهالت، ألمانيا؛ إ. إنتينغ، استراليا؛ إ. فوكار، فرنسا؛ ب. فريزر، استراليا؛ م. هيمان، ألمانيا؛ إ. إيزاكسين، النرويج؛ ف. جوس، سويسرا؛ م. لال، الهند؛ ف. راماسوامي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. رينو، فرنسا؛ هـ. رودهي، السويد؛ ج. ساداسيفان، الهند؛ ي. سانهويزا، فنزويلا؛ س. سولمون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج سرينيفاسان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. ويغلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. ويليس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ كز. زهو، الصين

المشاركون

ف. أليا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. أندرسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. أندريه، ألمانيا؛ د. بلاك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. بوشير، فرنسا؛ ك. بروهل، ألمانيا؛ ج. بتلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. كانولد، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ديغنون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. دلوغوكينشي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. إلكينس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. فونغ، كندا؛ م. غيلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. أوغلوستين، فرنسا؛ ج. هايوود، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هينتزينبرغ، ألمانيا؛ د. جاكوب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. جان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. كيلينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. خميليفستوف، الاتحاد الروسي؛ ج. ليليفيلد، هولندا؛ هـ. لو تروت، فرنسا؛ إ. ليفين، ألمانيا؛ م. ميس، ألمانيا؛ غ. مارلاند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. مارشال، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ميدغلي، ألمانيا؛ ب. ميلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ميتشيل، المملكة المتحدة؛ س. مونتزكا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. ناكاني، اليابان؛ ب. نوفيلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. أونيل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. أورام، المملكة المتحدة؛ س. بنكيت، المملكة المتحدة؛ ج. بينر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. برين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. كواي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. روبوك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. شوارت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. سيموندس، المملكة المتحدة؛ س. سينغ، الهند؛ أ. سلينغو، المملكة المتحدة؛ ف. ستوردال، النرويج؛ ي. سولزمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. تانس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ويس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. وارنر، ألمانيا؛ ت. هورف، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 3: Observed climate variability and change

الكاتب الرئيسي المنسق

ن. نيكولوز، استراليا

الكتاب الرئيسيون

ج. غروزا، الاتحاد الروسي؛ ج. جوزيل، فرنسا؛ ت. كارل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. أوغالو، كينيا؛ د. باركر، المملكة المتحدة

المشاركون

ج. أنغل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. أنجيان، الصين؛ ب. أركين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. بالنيغ جونيور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. باردين، الاتحاد الروسي؛ ر. باري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. بومين، الصين؛ ر. برادلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. بريغا، المملكة المتحدة؛ أ. كارلتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. كايان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. شيو، استراليا؛ ج. كريستي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. تشيرتش، استراليا؛ ي. كوك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. كراولي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. داتسينكو، الاتحاد الروسي؛ ر. ديفيز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. د ي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. ديا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. دروسدوسكي، استراليا؛ م. ديورات، الأرجنتين؛ ج. دوبلسي، فرنسا؛ د. إسترلينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. دايشيد، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. إليوت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. فيندلاي، كندا؛ هـ. فلوهن، ألمانيا؛ ك. فولاند، المملكة المتحدة؛ ر. فرانكي،

ألمانيا؛ ب. فريش، الدانمرك؛ د. غافن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. جورجيفسكي، الاتحاد الروسي؛ ت. غينسبرج، الاتحاد الروسي؛ و. غولد، المملكة المتحدة؛ ب. غرويسمان، الاتحاد الروسي؛ د. جوليت، كندا؛ و. هيبرلي، سويسرا؛ س. ها ستنراث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. هندرسون-سيلرز، استراليا؛ م. هويلزلي، سويسرا؛ و. هوغ، كندا؛ غ. هولند، استراليا؛ ل. هو بكينز، استراليا؛ م. هو لم، المملكة المتحدة؛ ن. إيفاشتشينكو، الاتحاد الروسي؛ ب. جونز، المملكة المتحدة؛ ر. كات، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. كينيمونث، استراليا؛ ر. نايت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. كونونوفا، الاتحاد الروسي؛ ل. كوروفكينا، الاتحاد الروسي؛ غ. كوكلا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. كومار، الهند؛ ب. لامب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. لاندسي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. ليفيتوس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. لويس، كندا؛ هـ. لينس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. لوف، استراليا؛ ل. مالون، كندا؛ ج. مارينغو، البرازيل؛ ت. مكماهون، استراليا؛ ي. ميكيس، كندا؛ أ. ميشتشيرسكيا، الاتحاد الروسي؛ ب. مايكلز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. نيكولسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. أويرليمانس، هولندا؛ غ. أوهرينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. بانت، الهند؛ ن. بلومر، استراليا؛ ف. كوين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. رانكوفا، الاتحاد الروسي؛ ي. ف. روشيفا، الاتحاد الروسي؛ ك. رو بيلوسكي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. سانتر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. شميدت، ألمانيا؛ ي. سيمينيوك، الاتحاد الروسي؛ ي. شيكلومانوف، الاتحاد الروسي؛ م. شينودا، اليابان؛ ن. سيدورينكوف، الاتحاد الروسي؛ ي. سولداتوفا، الاتحاد الروسي؛ د. سونتشكين، الاتحاد الروسي؛ ر. سبنسر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. سبيرانسكايا، الاتحاد الروسي؛ ك. ترنبرث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. تساي، تايوان؛ ج. وولش، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. وانغ، كندا؛ ن. وارد، إيطاليا؛ س. وارين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. ياسوناري، اليابان؛ ك. زو، الصين

Chapter 4: Climate processes

الكاتب الرئيسي المنسق

ر. ديكينسون، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون

ف. ميليشكو، الاتحاد الروسي؛ د. راندال، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. ساراتشيك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. سيلفا - دياز، البرازيل؛ أ. سلينغو، المملكة المتحدة

المشاركون

أ. باروس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. بوشير، فرنسا؛ ر. كيس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ديل غينيو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. دومينيل، ألمانيا؛ ر. فو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. غليكلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. هانسين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ليندزين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. مئير-ريمر، ألمانيا؛ ك. ماك نوتون، نيوزيلندا؛ ج. ماك ويليامز، الولايات المتحدة الأمريكية؛؛ غ. ميهل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. ميلر، المملكة المتحدة؛ د. نيلين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. أولاغير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. بالمر، المملكة المتحدة؛ ك. بنلاند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. بينكر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. راماسوامي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. رايند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. روبوك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. سالبي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. شليسينغر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. شميد، سويسرا؛ ك. سنيور، المملكة المتحدة؛ ك. شاو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. شاين، المملكة المتحدة؛ هـ. صندكويست، السويد؛ أ. فوغلمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ويفر، كندا

Chapter 5: Climate models - evalution

الكاتب الرئيسي المنسق

و. غيتس، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون

غ. بوير، كندا؛ أ. هندرسون - سيلرز، استراليا؛ ك. فولاند، المملكة المتحدة؛ أ. كيتوه، اليابان؛ ب. ماك آفاني، استراليا؛ ف. سمازي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. سميث، استراليا؛ أ. ويفر، كندا؛ ك. زينغ، الصين

المشاركون

ج. بويل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. كيس، الولايات المتحدة الأمريكية؛؛ ت. تشين، استراليا؛ ج. كريستي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. كوفي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. كرولي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. كوباش، ألمانيا؛ ج. ديغيز، المملكة المتحدة؛ م. فيورينو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. فلاتو، كندا؛ ك. فريديريكسن، استراليا؛ ف. جيورجي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. غليكلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. هاك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. هانسين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. صيغيرل، ألمانيا؛ ر. هوانغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. إيرانيجاد، استراليا؛ ت. جونز، المملكة المتحدة؛ ج. كيهل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. كويد، اليابان؛ ر. كوستر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. كوتزباتش، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. لامبرت، كندا؛ ر. لاتيف، ألمانيا؛ ن. لاو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ليمكي، ألمانيا؛ ر. ليفيزي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. لوف، استراليا؛ ن. مكفرلين، كندا؛ ك. مكغوفي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. ميهل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. موخوف، الاتحاد الروسي؛ أ. نودا، اليابان؛ ب. أوتو - بليسنر الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. بالمر، المملكة المتحدة؛ ت. فيليبس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. بيتمان، استراليا؛ ج. بولشير، فرنسا؛ غ. بوتر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. ب. باور، استراليا؛ د. راندال، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. راسك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. روبوك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. سانتر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. ساراتشيك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. ساتو، اليابان؛ أ. سمتنر جونيور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. سلينغو،
المملكة المتحدة؛ إ. سميث، المملكة المتحدة؛ ك. سبربر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ستوفر، الولايات
المتحدة الأمريكية؛ م. سوغي، اليابان؛ ج. سيكتوس، استراليا؛ ك. تيلور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. تيت، المملكة المتحدة؛ س. تيبالدي، إيطاليا؛ و. وانغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. وير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. ويليامسون الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. ياماغاتا، اليابان، ز. يانغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. زهانغ، الصين؛ م. رهانغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛، ف. زويرس، كندا

Chapter 6: Climate models - projections of future climate

الكاتب الرئيسي المنسق

أ. كاتنبرغ، هولندا

الكتاب الرئيسيون

ف. جيورجي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. غراسل، ألمانيا؛ غ. ميهل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. متيشيل، المملكة المتحدة؛ ر. ستوفر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. توكيوكا، اليابان؛ أ. ويفر، كندا؛ ت. ويغلي، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

أ. باروس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ بينيستون، سويسرا؛ غ. بوير، كندا؛ ت. بويشاند، هولندا؛ ج. كريستينسين، الدانمرك؛ ر. كولمان، استراليا؛ ج. كوبلاند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. كوكس، المملكة المتحدة؛ أ. كريس، ألمانيا؛ ي. كوباش، ألمانيا؛ م. ديك، فرنسا؛ غ. فلاتو، كندا؛ ك. فو، الصين؛ إ. فونغ، كندا؛ ج. غارات، استراليا؛ س. غان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. غوردون، استراليا؛ ج. غريغوري، المملكة المتحدة؛ ب. غوتورب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. هندرسون - سيلرز، استراليا؛ ك. هينسي، استراليا؛ هـ. هيراكوشيي، اليابان؛ غ. هولند، استراليا؛ ب. هورتون، المملكة المتحدة؛ ت. جونس، المملكة المتحدة؛ ر. جونز، المملكة المتحدة؛ م. كانااميتسو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. كارل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. كارولي، استراليا؛ أ. كين، المملكة المتحدة؛ ت. كيتل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. كنوستون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. كويد، اليابان؛ غ. كونين، هولندا، م. لال، الهند؛ ر. لابرايز، كندا؛ ر. ليونغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. لوبو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. لينتش، استراليا؛ ك. ما، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ماكنهاور، ألمانيا؛ إ. مئير - ريمر، ألمانيا؛ م. مارينوكي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ماك آفاني، استراليا؛ ج. ماك غريغور، استراليا؛ ل. ميرنس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. ميلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ميرفي، المملكة المتحدة؛ أ. نودا، اليابان؛ ن. نوغوير، المملكة المتحدة؛ ج. أويبرهيوبير، ألمانيا؛ س. باري، فرنسا؛ هـ. باليم، النرويج؛ ج. ريزانين، فنلندا؛ د. راندال، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. رابر، المملكة المتحدة؛ ب. راينر،

الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. رودز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. روكنر، ألمانيا؛ غ. راسل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. ساساكي، اليابان؛ ف. سمازي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. سنيور، المملكة المتحدة؛ ك. سكيلي، استراليا؛ ك. سبربر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. تيلور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. نيت، المملكة المتحدة؛ هـ. فون ستورتش، ألمانيا؛ ك. والش، استراليا؛ ب. ويتون، استراليا؛ د. ويلكس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. ودوارد، المملكة المتحدة؛ ف. زويرس، كندا

Chapter 7: Changes in sea level

الكاتب الرئيسي المنسق

د. واريك، نيوزيلندا

الكتاب الرئيسيون

ك. بروفوست، فرنسا؛ م. مئير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. أورلمانس، هولندا؛ ب. ود ورث، المملكة المتحدة

المشاركون

ر. ألاي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. بنتلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. بيندتشالدر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. بريثوايت، المملكة المتحدة؛ ب. دوغلاس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. ديورغيروف، الاتحاد الروسي؛ ن. فلمينغ، المملكة المتحدة؛ ك. غنثون، فرنسا؛ ف. غورنيث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. غريغوري، المملكة المتحدة؛ و. هيبرلي، سويسرا؛ ب. هيبرشتس، ألمانيا؛ ت. جوهانسون، أيسلندا؛ ي. ميكولاجويك، ألمانيا؛ س. رابر، المملكة المتحدة؛ د. ساهاجيان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. ويغلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. دي وولد، هولندا

Chapter 8: Detecton of climate change and attribution of causes

الكاتب الرئيسي المنسق

ب. سانتر، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون

إ. أينامبا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. بارنت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. ويغلي، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

ب. بلومفيلد، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. كوك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. كوفي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. كرولي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. ديلورث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. غيتس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. غراهام، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. غريغوري، المملكة المتحدة؛ ج. هانس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. هاسيلمان، ألمانيا؛ غ. هيغيرل، ألمانيا؛ ت. جونس، المملكة المتحدة؛ ب. جونز، المملكة المتحدة؛ ت. كارل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. كارولي، استراليا؛ هـ. كيشغي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. ماك كراكن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. ماسكيل، المملكة المتحدة؛ غ. ميهل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ميتشيل، المملكة المتحدة؛ ج. ميرفي المملكة المتحدة؛ ن. نيكولز، استراليا؛ غ. نورث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. أوبنهايمر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. بينر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. باور، استراليا؛ أ. روبوك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. سنيور، المملكة المتحدة؛ ك. تايلور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. تيت، المملكة المتحدة؛ ف. زويرس، كندا

Chapter 9: Terrestrial biotic responses to environmental change and feedbacks to climate

الكاتب الرئيسي المنسق

ج. مليلو، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون

غ. فاركوهار، استراليا؛ ك. برنتايس، السويد؛ و. سالا، الأرجنتين؛ إ. شولتز، ألمانيا

المشاركون

ب. بارتلين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. بازاز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. برادشو، السويد؛ ج. كلارك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. كلاوسن، ألمانيا؛ غ. كولات، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. كوغنور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. فيلد، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. فولي، استراليا؛ أ. فريند، المملكة المتحدة؛ ب. هنتلي، المملكة المتحدة؛ ك. كورنر، سويسرا؛ و. كور، كندا؛ ر. ليمانز، هولندا؛ ج. لويد، استراليا؛ ب. مارتن، إيطاليا؛ ك. ماك نوتون، نيوزيلندا؛ أ. ماكغوير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. نيلسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. أوشيل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. أوفربك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. بارتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. بيتيلكا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. رايند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. رانينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. شيمل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. سميث الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. ويب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. وايتلوك، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 10: Marine biotic responses to environmental change and feedbacks to climate

الكاتب الرئيسي المنسق

ك. دنمان، كندا

الكاتبان الرئيسيان

إ. هوفمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. مارشانت، استراليا

المشاركون

م. آبوت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. باتس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. كالفيرت، كندا؛ م. فاشام، المملكة المتحدة؛ ر. جانكي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. كمب، ألمانيا؛ ر. لارا، ألمانيا؛ ك. لو، المملكة المتحدة؛ ب. ليبس، المملكة المتحدة؛ أ. مايكلز، برمودا؛ ت. بيدرسون، كندا؛ م. بينا، كندا؛ ت. بلات، كندا؛ ك. فان سكوي، المملكة المتحدة؛ ج. شارب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ذ. توماس، إسرائيل؛ ج. والش، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. واطسون، المملكة المتحدة

Chapter 11 : Advancing our understanding

الكاتب الرئيسي المنسق

غ. ماكبين، كندا

الكاتبان الرئيسيان

ب. ليس، المملكة الممتحدة؛ س. شنايدر، الولايات المتحدة الأمريكية

تقرير الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٥

كتاب الملخص لواضعي السياسات والملخص الفني/المشاركون في كتابتهما

ر. ت. واطسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. ك. زينيويرا، زمبابوي؛ ر. هـ. موس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. أكوستا مورينو، كوبا؛ س. أدهيكاري، نيبال؛ م. أدلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. أغراوالا، الهند؛ أ. غويلرمو أغيلار، المكسيك؛ س. الخولي، المملكة العربية السعودية؛ ب. ألن - دياز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. أندو، اليابان؛ ر. أندرسن، فنزويلا؛ ب. و. أنغ، سنغافورة؛ ن. أرنيل، المملكة المتحدة؛ أ. أركيت - نيدربرغر، سويسرا؛ و. بيثغين، أوروغواي؛ ب. بيتس، استراليا؛ م. بنيستون، سويسرا؛ ر. بيربوم، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. بيجلسما، هولندا؛ م. بوكو، بنن؛ ب. بولين، السويد؛ س. بولتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. برافو، فنزويلا؛ س. براون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. بولوك، المملكة المتحدة؛ م. كانيل، المملكة المتحدة؛ أ. كانزياني، الأرجنتين؛ ر. كاركافالو، الأرجنتين؛ ك. كليمنت كيري، البرازيل؛ و. تشاندلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. تشيغي، كينيا، شونزهين ليو، الصين؛ ف. كول، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. كريمر، ألمانيا؛ ر. ف. كروز، الفلبين؛ أ. ديفيدسون، سيراليون؛ إ. ديسا، الهند، دينغ كزو، الصين؛ س. دياز، الأرجنتين؛ أ. دلوغولكي، المملكة المتحدة؛ ج. إدموندز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. إفيريت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. فيشلين، سويسرا؛ ب. فيتزهاريس، نيوزيلندا؛ د. فوكس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. فريع، تونس؛ أ. راوجا غاكوهي، كينيا؛ و. غالينسكي، بولندا؛ ح. غيتاي، استراليا؛ ب. غروفمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. غروبلر، النمسا؛ هـ.

Chapter 1: Climate change impacts on forest

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

م. ي. ف. كير شبوم، استراليا؛ أ. فيشلين، سويسرا

الكتاب الرئيسيون

م. غ. ر. كانيل، المملكة المتحدة؛ ر. ف. أ. كروز، الفلبين؛ و. جالينسكي، بولندا؛ و. ب. كريمر، ألمانيا

المشاركون

أ. ألفاريز، كوبا؛ م. ب. أوستن، استراليا؛ هـ. ك. م. بوغمان، ألمانيا؛ ت. هـ. بوث، استراليا؛ ن. و. س. تشيبومفا، ملاوي؛ و. م. سيزلا، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة؛ د. إيموس، استراليا؛ ج. غ. غولدامر، ألمانيا؛ أ. هندرسون - سيلرز، استراليا؛ ب. هنتلي، المملكة المتحدة؛ ج. ل. إينس، سويسرا؛ م. ر. كوفمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. كراوتشي، سويسرا؛ غ. أ. كايل، استراليا؛ أ. أ. كوكورين، الاتحاد الروسي؛ تش. كورنر، سويسرا؛ ج. لاندسبرغ، استراليا؛ س. ليندر، السويد؛ ر. ليمانز، هولندا؛ ر. ج. لوكسمور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ماركام، الصندوق العالمي للطبيعة (WWF)؛ ر. إ. ماك مورتري، استراليا؛ ر. ب. نيلسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ج. نوربي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. أ. أوديرا، كينيا؛ إ. ك. برنتيس، السويد؛ إ. ب. راستتر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. م. سولومون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ستيورات، كندا؛ ج. فان مينن، هولندا؛ م. فيبر، ألمانيا؛ د. كزو، الصين

Chapter 2: Rangelands in a changing climate: impacts, adaptations, and mitigation

الكاتب الرئيسي المنسق

ب. ألن - دياز، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

ف. س. تشابين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. دياز، الأرجنتين؛ م. هاودن، استراليا؛ ج. بويديفابريغاس، أسبانيا؛ م. ستافورد سميث؛ استراليا

الكتاب الرئيسيون

ت. بينينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. بريانت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. كاميل، نيوزيلندا؛ ج. دي توا، زمبابوي؛ ك. غالفن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. هولند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. جويس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ك. ناب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ماتسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ميلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. أوجيما، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. بولي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. سيستدت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. سواريز، كوبا؛ ت. سفيجكار، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. وسمان، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

و. ن. إكايا، كينيا؛ ج. إليس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. د. إنكول، المملكة المتحدة؛ ج. كينيامايو، كينيا؛ ن. ماسيرا، الأرجنتين؛ ك. ماغادزا، زمبابوي؛ ت. أويكاوا، اليابان؛ ر. رودريغيز، الأرجنتين؛ أ. سالا، الأرجنتين؛ ك. سكوبا، الأرجنتين

Chapter 3: Deserts in a changing climate: impacts

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

إ. ر. نوبل، استراليا؛ ح. غيتاي، استراليا

المشاركون

أ. ن. الولاعي، المملكة العربية السعودية؛ م. ت. هوفمان، جنوب أفريقيا؛ أ. ر. ساوندرس، استراليا

Chapter 4: Land degradation and desertification

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

ب. بولوك، المملكة المتحدة، هـ. لو هويرو، فرنسا

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

م. ت. هوفمان، جنوب أفريقيا؛ م. روانسفيل، المملكة المتحدة؛ ج. سيهغال، الهند؛ غ. فاراليابي، هنغاريا

المشاركون

أ. عيدود، الجزائر؛ ر. بالينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ لونغ - جون، الصين؛ ك. جولدينغ، المملكة المتحدة؛ ل. ن. هارش، الهند؛ ن. خارين، غروينسبيشت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. هامبورغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. هوفمان، جنوب أفريقيا؛ ج. إ. هولتن، النرويج؛ هـ. إيشيتاني، اليابان؛ ف. إيتكوت، ألمانيا؛ ت. جوهانسون، السويد؛ ز. كاكزمارك، بولندا؛ ت. كاشيواغي، اليابان؛ م. كيرشبوم، استراليا؛ ب. كومور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. كروفنين، الاتحاد الروسي؛ ر. كلاين، هولندا؛ س. كولشرستا، الهند؛ هـ. لانغ، سويسرا؛ هـ. لو هويرو، فرنسا؛ ر. ليمانز، هولندا؛ م. لفاين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ لين إردا، الصين؛ د. لوش - بلدا، المكسيك؛ م. ماك كراكن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ماغنوسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. مايلو، كينيا؛ ج. موريا مايتيما، كينيا؛ غ. مارلاند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. ماسكل، المملكة المتحدة؛ ر. ماكلين، استراليا؛ أ. ماك مايكل، استراليا/المملكة المتحدة؛ ل. ميشليز، فرنسا؛ إ. مايلز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. موماو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. موريرا، البرازيل؛ ب. مولهولاند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. ناكسينوفيتش، النمسا؛ ر. نيكولز، المملكة المتحدة؛ س. نيشيوكا، اليابان؛ إ. نوبل، استراليا؛ ل. نرس، باربادوس؛ ر. أودونغو، كينيا؛ ر أوهاشي، اليابان؛ إ. أوكيموا، كينيا؛ م. أوكويست، السويد؛ م. باري، المملكة المتحدة؛ م. بردومو، فنزويلا؛ م. بيتي، فرنسا؛ و. بيغر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. س. راماكريشنان، الهند؛ ن. هـ. رافيند راناث، الهند؛ ج. ريلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ريداكر، فرنسا؛ هـ. - هـ. روغنر، كندا؛ ج. ساثاي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. سوربك، ألمانيا؛ م. سكوت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. شارما، الهند؛ د. شراينر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. ك. سينها، الهند؛ ج. سكي، المملكة المتحدة؛ أ. سولومون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. ستاكهيف، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ستاروسولسزكي؛ هنغاريا؛ سو جيلان، الصين؛ أ. سواريز، كوبا؛ ب. سفنسون، السويد؛ هـ. تاكاكورا، اليابان؛ م. تيلور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. تسيبه، فرنسا؛ د. تيرباك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ تران فييت لين، فييت نام؛ ج. - ب. تروادك، فرنسا؛ هـ. تسوكاموتو، اليابان؛ إ. تسوزاكا، اليابان؛ ب. فلينغا، هولندا؛ ت. ويليامز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. يونغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ يويو كزي، الصين؛ زو فنغكي، الصين

Chapter A: Ecophysiological, ecological, and soil processes in terrestrial ecosystems: a primer on general concepts and relationships

الكاتب الرئيسي المنسق

م. ي. ف. كيرشبوم، استراليا

الكتاب الرئيسيون

ب. بولوك، المملكة المتحدة، ج. ر. إيفانز، استراليا؛ ك. جولدينغ، المملكة المتحدة؛ ب. غ. جارفيس، المملكة المتحدة؛ إ. ر. نوبل، استراليا؛ م. راونسيفيل، المملكة المتحدة؛ ت. د. شاركي، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

م. ب. أوستن، استراليا؛ ب. بروكس، المملكة المتحدة؛ س. براون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. ك. م. بوغمان، ألمانيا؛ و. ب. كريمر، ألمانيا؛ س. دياز، الأرجنتين؛ ح. غيتاي، استراليا؛ س. ب. هامبورغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. هاريس، المملكة المتحدة؛ ج. ي. هولتن، النرويج؛ ب. إ. كريدمان، استراليا؛ هـ. ن. لو هويرو، فرنسا؛ س. ليندر، السويد؛ ر. ج لوكسمور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. إ. ماك مورتري، استراليا؛ ل. ف. بيتلكا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. بولسون، المملكة المتحدة؛ ر. ج. رايسون، استراليا؛ إ. ب. راستتر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. رويتير، ألمانيا؛ ج. روغاسيك، ألمانيا، د. ر. سوربك، ألمانيا؛ و. سومبروك، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO)؛ س. ك. فان دي غيجن، هولندا

Chapter B: Energy primer

الكاتب الرئيسي المنسق

ن. ناكيسينوفيتش، المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية (IIASA)

الكتاب الرئيسيون

أ. غروبلر، المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية؛ هـ. إيشيتاني، اليابان؛ ت. جوهانسون، السويد؛ غ. مارلاند، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ر. موريرا، البرازيل؛ ه - هـ. روغنر، كندا

تركمانستان؛ ج. لابراغا، الأرجنتين؛ ر. لال، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. ميلتون، جنوب أفريقيا؛ هـ. موتوري، كينيا؛ ف. ناشترغيل، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة؛ أ. بالمر، جنوب أفريقيا؛ د. بولسون، المملكة المتحدة؛ ج. بويد يفابريغاس، أسبانيا؛ ج. روغاسيك، ألمانيا؛ م. روستاغنو، الأرجنتين؛ ب. روكس، جنوب أفريقيا؛ د. سوربك، ألمانيا؛ د. سومبروك، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة؛ فالنتين، فرنسا؛ و. ليكسيان، الصين؛ م. يوشينو، اليابان

Chapter 5: Impacts of climate change on mountain regions

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

م. بنيستون، سويسرا؛ د. غ. فوكس، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

س. أد هيكاري، نيبال؛ ر. أندرسن، فنزويلا؛ أ. غيزان، سويسرا؛ ج. إ. هولتون، النرويج؛ ج. إينس، سويسرا؛ ج. مايتيما، كينيا؛ م. ف. برايس، المملكة المتحدة؛ ل. تسيبه، فرنسا

المشاركون

ر. باري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. بونار، سويسرا؛ ف. ديفيد، فرنسا؛ ل. غروموليتش، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. هالين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. هنتونن، فنلندا؛ ف – ك. هولتمير، ألمانيا، أ. جارفينن، فنلندا؛ س. جوناسون، الدانمرك؛ ت. كيتل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. كلوتزلي، سويسرا؛ ك. كورنر، سويسرا؛ ن. كراوتشي، سويسرا؛ أ. مولاو؛ السويد؛ ر. موسلمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. أوتسن، النرويج؛ د. بيترسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ سالتون، النرويج؛ كرويمي شاو، الصين؛ أ. سكر، النرويج؛ أ. سولومينا، الاتحاد الوسي، ر. سبيشيغر، سويسرا؛ إ. سولزمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. ثينون، فرنسا؛ ر. ويليامز، استراليا

Chapter 6: None-tidal wetlands

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

م. غ. أوكويست، السويد؛ ب. هـ. سفينسون، السويد

الكاتبان الرئيسيان الأساسيان

ب. غروفمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. تيلور، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

ك. ب. بارتليت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. بوكو، بنن؛ ج. بروير، هولندا؛ أ. ف. كانزياني، الأرجنتين؛ ك. ب. كرافت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. لين، فنلندا؛ د. لارسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ج. مارتيكنن، فنلندا؛ إ. ماثيوز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. موليبه، هولندا؛ س. بيج، المملكة المتحدة؛ ك. ج. ريتشاردسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ريلي، المملكة المتحدة؛ ن. روليه، كندا؛ سيلفولا، فنلندا، ي. زهانغ، الصين

Chapter 7: The cryosphere: changes and their impacts

الكاتب الرئيسي المنسق

ب. بلير فيتزهاريس، نيوزيلندا

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

إ. أليسون، استراليا؛ ر. ج. بريثويت، الدانمرك؛ ج. براون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. م. ب. فوهن، سويسرا؛ و. هيبيرلي، سويسرا؛ ك. هيغوشي، اليابان؛ ف. م. كوتلياكوف، الاتحاد الروسي؛ ت. د. براوس، كندا؛ ك. أ. رينالدي، الأرجنتين؛ ب. وادهامس، المملكة المتحدة؛ م. – ك. وو، كندا؛ كزي يويو، الصين

المشاركون

أ. أنيسيموف، الاتحاد الروسي؛ أ. أريستاريان، الأرجنتين؛ ر. أ. أسيل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. غ. باري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. د. براون، كندا؛ ف. دراميس، إيطاليا؛ س. هاستينراث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. غ. لوكويكز، كندا؛ إ. ك. مالاغينيو، الأرجنتين؛ س. نيالي، نيوز يلندا؛ ف. إ. نلسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. أ. روبنسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. سكفاركا، الأرجنتين؛ أ. إ. تيلور، كندا؛ أ. ويديك، الدانمرك

Chapter 8: Oceans

الكاتب الرئيسي المنسق

ف. إيتيكوت، ألمانيا

الكاتبان الرئيسيان الأساسيان

سو جيلان، الصين؛ إ. مايلز، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون

إ. ديزاي، الهند؛ ب. ن. ديزاي، الهند؛ ج. ت. إفيريت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ج. ماغنوسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. تسيبان، الاتحاد الروسي؛ س. زوتا، بيرو

المشاركون

إ. أكويز، بيرو؛ س. أرنوت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. أيون ديجو، د. بينيه، فرنسا؛ هـ. س. بولتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. كالينيس، بيرو؛ س. كاراسكو باريرا، بيرو؛ ج. أ. تشرتش، استراليا؛ أ. كوبينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. ل. فلو هارتي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ف. غليبوف، الاتحاد الروسي؛ ك. ب. كولترمان، ألمانيا؛ أ. س. كوليكوف، الاتحاد الروسي؛ س. نيكول، استراليا؛ ب. د. نان، فيجي؛ غ. ف. بانوف، الاتحاد الروسي؛ ب. ك. بارك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ب. بيتوك، استراليا؛ ب. شيفر، ألمانيا؛ س. شتشوكا، الاتحاد الروسي، هـ. تريفينو، بيرو؛ د. ج. ويب، المملكة المتحدة؛ ر. زاهن، ألمانيا

Chapter 9: Coastal zones and small islands

الكاتب الرئيسي المنسق

ل. بيجلسما، هولندا

الكتاب الرئيسيون

ك. ن. إهلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ج. ت. كلاين، هولندا؛ س. م. كولشريسثا، الهند؛ ر. ف. ماكلين، استراليا؛ ن. ميمورا، اليابان؛ ر. ج. نيكولز، المملكة المتحدة؛ ل. أ. نيرس، بربادوس؛ هـ. بيريز نيتو، فنزويلا؛ إ. ز. ستاكهيف، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ك. تيرنر، المملكة المتحدة؛ ر. أ. واريك، نيوزيلندا

المشاركون

و. ن. أدغر، المملكة المتحدة؛ دو بيلان، الصين؛ ب. إ. براون، المملكة المتحدة؛ د. ل. إيلدير، سويسرا؛ ف. م. غورنيتز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. هوفيوس، ألمانيا؛ ب. م. هوليغان، المملكة المتحدة؛ ف. م. ج. هوزيمانز، هولندا؛ د. هوبلي، استراليا؛ ي. هوسوكاوا، اليابان؛ غ. أ. ماول، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. ماك إينس، استراليا؛ د. ريتشاردسون، المملكة المتحدة؛ س. سوباك، المملكة المتحدة؛ م. سوليفان، استراليا؛ ل. فاليانوس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. ر. وايت، المملكة المتحدة؛ ب. ل. ودورث، المملكة المتحدة؛ يانغ هواتينغ، الصين

Chapter 10: Hydrology and freshwater ecology

الكتاب الرئيسيون المنسقون

ن. أرنيل، المملكة المتحدة، ب. بيتس، استراليا، هـ. لانغ، سويسرا؛ ج. ج. ماغنوسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. مولهولاند، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

س. فيشر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. ليو، الصين؛ د. ماك نايت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ستاروسولسزكي، هنغاريا، م. تيلور، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

إ. أكويز، بيرو؛ س. أرنوت، كندا؛ د. براك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. براون، ألمانيا؛ س. تشاليز، نيبال؛ ك. تشن،، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. ل. فولت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. غافني، إسرائيل؛ ك. هاناكي، اليابان؛ ر. هيكي، كندا؛ غ. هـ. ليفيسلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. لينز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ نيميك، سويسرا؛ ك. س. راماساستري، الهند؛ ل. سومليودي، هنغاريا؛ إ. ستاكهيف، الولايات المتحدة الأمريكية؛

Chapter 11: Industry, energy and transportation: impacts and adaptation

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

ر. أكوستا مورينو، كوبا؛ ج. سكيا، المملكة المتحدة

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

أ. غاكوهي، كينيا؛ د. ل. غريني، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. موماو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. أوكيتا، اليابان، أ. ريداكير، فرنسا؛ تران فييت ليين، فييت نام

الكتاب الرئيسيون

ر. بال، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. س. بريد، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. هيلسمان، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 12: Human settlements in a changing climate: impacts and adaptation

الكاتب الرئيسي المنسق

م. ج. سكوت، الولايات المتحدة الأمريكية؛

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

أ. غ. أغيلار، المكسيك؛ إ. دوغلاس، المملكة المتحدة؛ ب. ر. إبستين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. ليفرمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. مايلو، كينيا؛ إ. شوف، المملكة المتحدة

الكتاب الرئيسيون

أ. دلوغولكي، المملكة المتحدة؛ ك. هاناكي، اليابان؛ ي. ج. هوانغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. هـ. د. ماغادزا، زمبابوي؛ ج. غ. ج. أوليفييه، هولندا؛ ج. باريك، الهند؛ ت. هـ. ر. بيريس، سري لانكا؛ ج. سكي، المملكة المتحدة؛ م. يوشينو، اليابان

Chapter 13: Agriculture in a changing climate: impacts and adaptation

الكاتب الرئيسي المنسق

ج. ريلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛

الكتاب الرئيسيون

ي. ف. بيثغين، أوروغواي، ف. إ. تشيغي، كينيا؛ فان دي غيجن، هولندا؛ لين إردا، الصين؛ أ. إغليسياس، أسبانيا؛ غ. كيني، نيوزيلندا؛ د. باترسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. روغاسيك، ألمانيا؛ ر. روتير، هولندا؛ ك. روزنزويغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. سومبروك، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة؛ ج. وستبروك، الولايات المتحدة الأمريكية؛

المشاركون

د. باشليه، فرنسا؛ م. بركلاكيش، كندا؛ ي. دامغن، ألمانيا؛ م. هاودن، استراليا؛ ر. ج. ف. جويس، ويلز؛ ب. د. لينغرن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. شيملبفنيغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. سينغ، المعهد الدولي لبحوث الأرز (IRRI) الفلبين؛ أ. سيروتنكو، الاتحاد الروسي؛ إ. ويتون، كندا

Chapter 14: Water resources management

الكاتب الرئيسي المنسق

ز. كازماريك، بولندا

الكاتبان الرئيسيان الأساسيان

ن. و. أرنيل، المملكة المتحدة؛ إ. ز. ستاكهيف، الولايات المتحدة الأمريكية؛

الكتاب الرئيسيون

ك. هاناكي، اليابان؛ غ. م. مايلو، كينيا؛ ل. سومليودي، هنغاريا؛ ك. سترزبيك، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

أ. ج. أسكيو، سويسرا؛ ف. بولتوت، بلجيكا؛ ج. كيندلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ز. كندزويكز، سويسرا؛ د. ب. ليتنماير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. ج. لاييشر، ألمانيا؛ هـ. ف. لينز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. ك. ميجور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ب. بيتوك، استراليا؛ د. غ. روتاشوبيا، تنزانيا؛ هـ. هـ. ج. سافنيجي، هولندا؛ ك. سوموروفسكي، بولندا؛ ك. سزيسزتاي، هنغاريا

Chapter 15: Wood production under changing climate and land use

الكاتب الرئيسي المنسق

أ. م. سولومون، الولايات المتحدة الأمريكية؛

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

ن. هـ. رافيندراناث، الهند؛ ر. ب. ستيورات، كندا؛ م. فيبر، ألمانيا؛ س. نيلسون، السويد

الكتاب الرئيسيون

ب. ن. دوينكر، كندا؛ ب. م. فيرنسايد، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ج. هول، كندا؛ ر. إسماعيل، ماليزيا؛ ل. أ. جويس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. كوجيما، اليابان؛ و. ر. ماكوندي، تنزانيا؛ د. ف. و. بولارد، كندا؛ أ. شفيدنكو، الاتحاد الروسي؛ و. سكينر، كندا؛ ب. ج. ستوكس، كندا؛ ر. سوكومار، الهند؛ كزو ديينغ، الصين

Chapter 16: Fisheries

الكاتب الرئيسي المنسق

ج. ت. إفيريت، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون

أ. كروفنين، الاتحاد الروسي؛ د. لوش – بلدا، المكسيك؛ إ. أوكموا، كينيا؛ هـ. أ. ريجييه، كندا؛ ج. – ب. تروادك، فرنسا

المشاركون

د. بينيه، فرنسا؛ هـ. س. بولتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. كالندر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. كلارك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. إيفرسون، المملكة المتحدة؛ س. فيسك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. فليتنر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. غلانتز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. ج. غلوفا، نيوزيلندا؛ ك. غرايمز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. هير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. هينكلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ماكدوال، نيوزيلندا؛ ج. ماكفي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ميثوت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. ماونتين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. نيكول، استراليا؛ ل. بول، نيوزيلندا؛ ر. بارك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. بوينر، استراليا، ج. ريتشي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. شارب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. شيرمان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. سيبلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ثريشر، استراليا؛ د. ولش، كندا

Chapter 17: Financial services

الكاتب الرئيسي المنسق

أ. ف. دلوغولكي، المملكة المتحدة

الكتاب الرئيسيون

ك. م. كلارك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. كنيشت، سويسرا؛ د. ماك كولاي، جامايكا؛ ج. ب. بالوتيكوف، المملكة المتحدة؛ و. يامبي، تنزانيا

Chapter 18: Human population health

الكاتب الرئيسي المنسق

أ. ج. ماك مايكل، استراليا/ المملكة المتحدة

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

م. أندو، اليابان؛ ر. كاركافالو، الأرجنتين؛ ب. إبستين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. هاينز، المملكة المتحدة؛ ج. جندريتزكي، ألمانيا؛ ل. كالكستين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. أودونغو، كينيا؛ ج. باتز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. بيفر، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

ر. أندرسون، المملكة المتحدة؛ س. كورتو دي كاساس، الأرجنتين؛ ي. غاليندير غيرون، فنزويلا؛ س. كوفاتس، المملكة المتحدة؛ و. ج. م. مارتنز، هولندا؛ د. ميلز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ر. مورينو، المكسيك؛ و. رايزن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. سلوف، منظمة الصحة العالمية؛ د. والتنر – تويوز، كندا؛ أ. ودوارد، نيوزيلندا

Chapter 19: Energy supply mitigation options

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

ه. إيشيتاني، اليابان؛ ت. ب. جوهانسون، السويد

الكتاب الرئيسيون

س. الخولي، المملكة العربية السعودية؛ هـ. أودوس، الوكالة الدولية للطاقة (IEA)؛ إ. برتل، الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA)؛ إ. برافو، فنزويلا؛ ج. أ. إدموندز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. فراندسن، الدانمرك؛ د. هول، المملكة المتحدة؛ ك. هينولث، ألمانيا؛ م. جيفرسون، المجلس العالمي للطاقة (WEC)؛ ب. دي لاكيل الثالث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ر. موريرا، البرازيل؛ ن. ناكيسينوفيتش، العهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية؛ ي. أوغاوا،

اليابان؛ ر. باتشوري، الهند؛ أ. ريداكر، فرنسا؛ هـ. – هـ. روغنر، كندا؛ ك. سافيهارجي، فنلندا؛ ب. سورنسن، الدانمرك؛ غ. ستيفنس، منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD)/الوكالة الدولية للطاقة؛ و. ك. تركنبرغ، هولندا؛ ر. هـ. ويليامز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ زو فنغكي، الصين

المشاركون

إ. ب. فريدليفسون، إيسلندا؛ أ. إنابا، اليابان؛ س. راينر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. س. روبرتسون، المملكة المتحدة

Chapter 20: Industry

الكاتب الرئيسي المنسق

ت. كاشيواغي، اليابان

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

ج. بروغينك، هولندا؛ ب. ن. غيرو، فرنسا؛ ب. خانا، الهند؛ و. ر. موماو، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 21: Mitigation options in the transportation sector

الكاتب الرئيسي المنسق

ل. ميتشليز، منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

د. بليفس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. – ب. أورفوي، فرنسا؛ ر. بيشينغر، النمسا

الكتاب الرئيسيون

ج. كريستون، منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)؛ أ. ديفيدسون، سيراليون؛ ت. كرام، هولندا؛ ن. ناكيسينوفيتش، المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية؛ ل. شيبر، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

غ. بانجو، نيجيريا؛ د. بانيستر، المملكة المتحدة؛ هـ. ديمتريو، هونغ كونغ؛ د. غرين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. غرينينغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛؛ أ. غروبلر، المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية؛ س. هاوسبرغر، النمسا؛ د. ليستر، المملكة المتحدة؛ ج. فيلبوت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. رابينوفيتش، البرازيل؛ ن. ساغاوا، اليابان؛ ك. زغراس، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 22: Mitigation options for human settlements

الكاتب الرئيسي المنسق

م. د. لفاين، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

ه. أكبري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. بوش، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. دوت، الأرجنتين؛ ك. هوغان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. كومور، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. ميرز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. تسوتشيا، اليابان

الكتاب الرئيسيون

غ. هندرسون، المملكة المتحدة؛ ل. برايس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. ر. سميث، الولايات المتحدة الأمريكية؛ لانغ سيوي، الصين

Chapter 23: Agricultural options for mitigation of greenhouse gas emissions

الكاتب الرئيسي المنسق

ف. كول، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

ك. سيري، البرازيل؛ ك. مينامي، اليابان؛ أ. موسير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. روزنبرغ، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. سوربك، ألمانيا

الكتاب الرئيسيون

ج. دومانسكي، كندا؛ ج. دوكسبري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. فريني، استراليا؛ ر. غوبتا، الهند؛ أ. هينماير، ألمانيا؛ ت. كولشوغينا، روسيا؛ ج. لي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. بوستيان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. بولسون، المملكة المتحدة،؛ ن. سامبسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. تيسن، كندا؛ م. فان نوردويجك، إندونسيا؛ ك. زهاو، الصين

المشاركون

ي. ب. أبرول، الهند؛ ت. بارنويل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. أ. كامبل، كندا، د. ل. ديسجاردين، كندا؛ ك. فيلير، فرنسا؛ ب. غاران، فرنسا؛ م. ج. غلنديننغ، المملكة المتحدة؛ إ. غ غريجوريتش، كندا؛ د. جونسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. كيمبل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. لال، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. مونريال، كندا؛ د. أوجيما، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. بادغت، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. بوست، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و سومبروك، هولندا؛ ك. تارنوكي، كندا؛ ت. فينسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. فوغل، الولايات المتحدة الأمريكية؛ غ. وارد، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 24: Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions

الكاتب الرئيسي المنسق

س. بروان، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

ج. ساثاي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ فلفين كانل، المملكة المتحدة، ب. كاوبي، فنلندا

المشاركون

ب. بورشل، ألمانيا؛ أ. جرينغر، المملكة المتحدة؛ ج. هوفلدوب، ألمانيا؛ ر. ليمانز، هولندا؛ ب. مورا كوستا، البرازيل؛ م. بينارد، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. نيلسون، السويد؛ و. شوبفهاوزر، النمسا؛ ر. سيدجو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. سنيغ، الهند؛ م. تركسلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. فان مينن، هولندا؛ س. ويدز، ألمانيا

Chapter 25: Mitigation: cross-sectoral and other issues

الكاتب الرئيسي المنسق

ر. ليمانز، هولندا

الكتاب الرئيسيون

س. أغراوالا، الهند؛ ج. أ. إدموندز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. ك ماك كراكن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. موس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. س. راماكريشنان، الهند

Chapter 26: Technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptations

الكتاب الرئيسيون المنسقون

ت. كارتر، فنلندا؛ هـ. هاراساوا، اليابان؛ س. نيشيوكا، اليابان؛ م. باري، المملكة المتحدة

المشاركون

ر. كريست، برنامج الأمم المتحدة للبيئة؛ ب. إبستين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ن. س. جودها، نيبال؛ ج. تشيراغا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. ستاكهيف، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 27: Methods for assessment of mitigation options

الكاتب الرئيسي المنسق

د. أ. تيرباك، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون

م. أدلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. بليفيس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. كريستنسن، الدانمرك؛ أ. ديفيدسون، سيراليون؛ د. فانتو مفانيت، تايلند؛ ج. رابينوفيتش، الأرجنتين؛ ج. ساثاي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. سميسر، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 28: Inventory of technologies, methods, and practices

الكاتب الرئيسي المنسق

د. غ. ستريتس، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

و. ب. أشتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. هوغان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ويبولسواس، تايلند؛ ت. ويليامز، الولايات المتحدة الأمريكية

تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٥

Chapter 1: Introduction: scope of the assessment

الكتاب الرئيسيون

ج. غولدنبرغ، البرازيل؛ ر. سكويتييري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ستيغليتز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. أمانو، اليابان؛ كز. شاوكزيونغ، الصين؛ ر. ساها، موريشيوس

المشاركون

ي. كين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. ريلي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ت. تيسبرغ، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 2: Decision-making frameworks for addressing climate change

الكتاب الرئيسيون

ك. ج. أرو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. باريك، الهند؛ غ. بيليت، سويسرا

الكتاب الرئيسيون المشاركون

م. غروب، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. هايتس، كندا؛ ج. ك هوركاد، فرنسا؛ ك. باريك، الهند؛ ف. يامين، المملكة المتحدة

المشاركون

ب. غ. بابو، الهند؛ غ. تشيتشيلنسكي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. فوشو، فرنسا؛ غ. فروجيه، فرنسا؛ ف. غاسمان، سويسرا؛ و هديغر، سويسرا؛ س. كافي كومار، الهند؛ س. ك. بيك، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ريتشلز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. سواريز، الأرجنتين؛ ر. تول، هولندا

Chapter 3: Equity and social considerations

الكتاب الرئيسيون

ط. بنوري، باكستان؛ ك. غوران - ميلر، السويد؛ م. غروب، المملكة المتحدة؛ هـ. ك. جاكوسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. يامين، المملكة المتحدة

Chapter 4 : Intertemporal equity, discounting, and economic efficiency

الكتاب الرئيسيون

ك. ج. أرو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ و. ر. كلاين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. غوران - ميلر، السويد؛ م. موناسينغ، سري لانكا؛ ر. سكويتييري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. إ. ستيغليتز، الولايات المتحدة الأمريكية؛

Chapter 5: Applicability of techniques of cost - benefit analysis to climate change

الكتاب الرئيسيون

م. موناسينغ، سري لا نكا؛ ب. مئير، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. هويل، النرويج؛ س. و. هونغ، جمهورية كوريا؛ أ. أهايم، النرويج

Chapter 6: The social costs of climate change: greenhouse damage and the benefits of control

الكتاب الرئيسيون

د. و. بيرس، المملكة المتحدة؛ و. ر. كلاين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ن. أشانتا، الهند؛ س. فانكهاوزر، المملكة المتحدة؛ ر. ك باشوري، الهند؛ ر. س. ج. تول، هولندا؛ ب. فلنيغا، هولندا

Chapter 7: A generic assessment of response options

الكتاب الرئيسيون

ك. ج. جيما، هولندا؛ م. أسادوزامان، بنغلاديش؛ ي. مينتزر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. س. مايا، زمبابوي؛ م. المنيف، المملكة العربية السعودية

المشاركون

ج. بايرن، الولايات المتحدة الأمريكية؛ هـ. غيلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ك. أ م هندريكس، أسبانيا؛ م. جيفرسون، المملكة المتحدة؛ غ. ليتش، المملكة المتحدة؛ أ. قريشي، الولايات المتحدة الأمريكية؛؛ و. ساسين، النمسا؛ ر. أ. سيدجو، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. فان دير فين، هولندا

Chapter 8: Estimating the costs of mitigating greenhouse gases

الكاتب المنسق

ج. - ش. هوركاد، فرنسا

الكاتبان الرئيسيان الأساسيان

ر. ريتشلز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. روبنسون، كندا

الكتاب الرئيسيون

و. تشاندلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ديفيدسون، سيراليون؛ ج. إدموندز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. فينون، فرنسا؛ م. غروب، المملكة المتحدة؛ ك. هالسنيز، الدانمرك؛ ك. هوغان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. جاكارد، كندا؛ ف. كرواس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ إ. لا روفيري، البرازيل؛ و. د. مونتغومري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب. ناستاري، البرازيل؛ أ. بيغوف، الاتحاد الروسي؛ ك. ريتشاردز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. شراتنهولزر، النمسا؛ د. سينيسكالكو، إيطاليا؛ ب. ر. شوكلا، الهند؛ ي. سوكونا، السنغال؛ ب. ستورم، فرنسا؛ أ. تودیني، إيطاليا

Chapter 9: A Review of mitigation cost studies

الكاتب المنسق

ج. ك. هوركاد، فرنسا

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

ك. هالسنيز، الدانمرك؛ م. جاكارد، كندا؛ و. د. مونتغومري، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ريتشلز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. روبنسون، كندا؛ ب. ر. شوكلا، الهند؛ ب. ستورم، فرنسا

الكتاب الرئيسيون

و. تشاندلر، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. ديفيدسون، سيراليون؛ ج. إدموندز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ د. فينون، فرنسا؛ ك. هوغان، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ف. كرواس، الولايات المتحدة الأمريكية؛ أ. كوليسوف، الاتحاد الروسي؛ إ. لا روفيري، البرازيل؛ ب. ناستاري، البرازيل، أ. بيغوف، الاتحاد الروسي؛ ك. ريتشاردز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ل. شراتنهولزر، النمسا؛ ر. شاكيلتون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ي. سوكونا، السنغال؛ أ. تودیني، إيطاليا؛ ج. ويانت، الولايات المتحدة الأمريكية

Chapter 10: Integrated assessment of climate change: an overview of approaches and results

الكاتب الرئيسي المنسق

ج. ويانت، الولايات المتحدة الأمريكية

الكتاب الرئيسيون الأساسيون

أ. ديفيدسون، سيراليون؛ هـ. دولاثابادي، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. إدموندز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ م. غروب، المملكة المتحدة؛ إ. أ. بارسون، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ريتشلز، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ج. روثمانز، هولندا؛ ب. ر. شوكلا، الهند؛ ر. س. ج. تول، هولندا

الكاتبان الرئيسيان

و. كلاين، الولايات المتحدة الأمريكية؛ س. فانكهاوزر، المملكة المتحدة

Chapter 11: An economic assessment of policy instruments for combatting climate change

الكتاب الرئيسيون

ب. س. فيشر، استراليا؛ س. باريت، المملكة المتحدة؛ ب. بوهم، السويد؛ م. كورودا، اليابان؛ ج. ك. إ. موبازي، أوغندا؛ أ. شاه، الولايات المتحدة الأمريكية؛ ر. ن. ستافينز، الولايات المتحدة الأمريكية

المشاركون

إ. هايتس، كندا؛ م. هينتشي، استراليا؛ س. ثورب، استراليا

قائمة الوثائق التي أصدرتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

أولاً - IPCC FIRST ASSESSMENT REPORT (1990)

أ) CLIMATE CHANGE - The IPCC Scientific Assessment. The 1990 report of the IPCC Scientific Assessment Working Group (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والفرنسية).

ب) CLIMATE CHANGE - The IPCC Impacts Assessment. The 1990 report of the IPCC Impacts Assessment Working Group (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والفرنسية).

ج) CLIMATE CHANGE - The IPCC Response Strategies. The 1990 report of the IPCC Response Strategies Working Group (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والفرنسية).

د) Overview and Policymaker Summaries, 1990

Emissions Scenarios (أعدها الفريق العامل المعني باستراتيجات التصدي والتابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ)، 1990.

Assessment of the vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise - A Common Methodology, 1991.

ثانياً - IPCC FIRST SUPPLEMENT (1992)

أ) CLIMATE CHANGE 1992 - The Supplementary report to the IPCC Scientific Assessment. The 1992 report of the IPCC Scientific Assessment Working Group.

ب) CLIMATE CHANGE 1992 - The Supplementary report to the IPCC Impacts Assessment. The 1990 report of the IPCC Impacts Assessment Working Group.

CLIMATE CHANGE - The IPCC 1990 and 1992 Assessments - IPCC First Assessment Report Overview and. Policymaker Summaries, and 1992 IPCC Supplement (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والفرنسية)

Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea. Coastal Zone Management Subgroup of the IPCC Response Strategies Working Group, 1992.

Report of the IPCC Country Study Workshop, 1992.

Preliminaty Guidelines for Assessing Impacts of Climate Change, 1992

ثالثاً - IPCC SPECIAL REPORT, 1994

أ) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (٣ مجلدات)، 1994 (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والفرنسية).

ب) المبادئ التوجيهية الفنية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لتقدير آثار تغير المناخ وإجراءات التكيف معه، ١٩٩٤ (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والعربية والفرنسية).

ج) CLIMATE CHANGE 1994 - Radiative Forcing of Climate Change and an evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios.

رابعاً - IPCC SECOND ASSESSMENT REPORT, 1995

أ) Report of IPCC CLIMATE CHANGE 1995 - The Science of Climate change Working Group I, 1995. (مع ملخص لواضعي السياسات).

ب) CLIMATE CHANGE 1995 - Scientific - Technical Analysis of Impacts, Adaptations and Mitigation of Report of IPCC Working Group II, 1995.Climate Change. (مع ملخص لواضعي السياسات)

ج) CLIMATE CHANGE 1995 - The Economic and Social Dimensions of Climate Change. Report of IPCC Working Group III, 1995. (مع ملخص لواضعي السياسات)

د) التقرير التجميعي للمعلومات العلمية والفنية المشمولة بتقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والمتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ، ١٩٩٥.

(رجاء الإحاطة علماً بأن التقرير التجميعي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والملخصات الثلاثة لواضعي السياسات صدرت في مجلد واحد وأنها متوافرة باللغات الأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والعربية والفرنسية).