تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١:
التخفيف

ملخص تقرير الفريق العامل الثالث

ملخص لواضعي السياسات
تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

الملخص الفني لتقرير الفريق العامل الثالث
تقرير قبله الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ دون الموافقة عليه بالتفصيل

جزء من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المحتويات

الصفحة

ملخص لواضعي السياسات 1

مقدمة 3

طبيعة التحدي الخاص بتخفيف الآثار 3

خيارات الحد أو التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة مصارفها 6

التكاليف والفوائد الإضافية المترتبة على إجراءات التخفيف 10

سبل ووسائل التخفيف 14

الفجوات في المعرفة 16

ملخص فني 21

١ – **نطاق التقرير** 21
١–١ معلومات أساسية 21
١–٢ توسيع سياق التخفيف من تغير المناخ 21
١–٣ إدراج مختلف المناظير 23

٢ – **سيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة** 24
٢–١ السيناريوهات 24
٢–٢ سيناريوهات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة 24
٢–٣ سيناريوهات مستقبل العالم 26
٢–٤ التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات 26
٢–٥ استعراض سيناريوهات التخفيف بعد التقرير الخاص 28

٣ – **الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات التخفيف** 30
٣–١ التطورات الرئيسية في المعارف المتعلقة بالخيارات التكنولوجية للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة حتى عام ٢٠١٠–٢٠٢٠ منذ تقرير التقييم الثاني 30
٣–٢ الاتجاهات في استخدام الطاقة وما يرتبط بذلك من انبعاثات غازات الدفيئة 31
٣–٣ الخيارات التكنولوجية للتخفيف على مستوى القطاعات 32
٣–٣–١ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع المباني 33
٣–٣–٢ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع النقل 43
٣–٣–٣ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع الصناعة 43

الصفحة

٣-٣-٤ خيارات التخفيف الرئيسية في القطاع الزراعي 44
٣-٣-٥ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إدارة النفايات 45
٣-٣-٦ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إمدادات الطاقة 45
٣-٣-٧ خيارات التخفيف الرئيسية بالنسبة للهيدروفلوروكربون والهيدروكربون كامل الفلورة 46

٣-٤ الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لتخفيف غازات الدفيئة: تجميع 47

٤ - الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات تعزيز مستودعات الكربون البيولوجي والهندسة الجيولوجية والمحافظة عليها وإدارتها 48
٤-١ التخفيف من خلال النظام الايكولوجي الأرضي وإدارة الأراضي 48
٤-٢ الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية 49
٤-٣ خيارات التخفيف 50
٤-٤ معايير لخيارات التخفيف البيولوجي للكربون 50
٤-٥ التكاليف الاقتصادية 51
٤-٦ النظام الايكولوجي البحري والهندسة الجيولوجية 51

٥ - الحواجز والفرص وإمكانيات السوق فيما يتعلق بالتكنولوجيات والممارسات 51
٥-١ مقدمة 51
٥-٢ مصادر الحواجز والفرص 53
٥-٣ الحواجز والفرص الخاصة بالقطاعات والتكنولوجيا 55

٦ - السياسات والتدابير والصكوك 57
٦-١ صكوك السياسات والمعايير الممكنة لتقديرها 57
٦-٢ السياسات والتدابير والصكوك القطرية 58
٦-٣ السياسات والتدابير الدولية 59
٦-٤ تنفيذ صكوك السياسات القطرية والدولية 60

٧ - منهجيات حساب التكاليف 60
٧-١ الأساس النظري 60
٧-٢ المناهج التحليلية 61
٧-٢-١ المنافع المشتركة والتكاليف والمنافع والتكاليف التجميعية 61
٧-٢-٢ تكاليف التنفيذ 62
٧-٢-٣ الخصم 62
٧-٢-٤ التكيف مع تكاليف التخفيف والصلات بينها 62
٧-٣ حدود النظام: المشروع والقطاع والمستوى الكلي 62
٧-٣-١ خطوط الأساس 62
٧-٣-٢ دراسة الخيارات التي لا ندم عليها 63
٧-٣-٣ المرونة 63
٧-٣-٤ قضايا التنمية والإنصاف والاستدامة 64
٧-٤ القضايا الخاصة المتعلقة بالبلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية 64
٧-٥ وضع نماذج لمناهج تقدير التكاليف 64

الصفحة

٨ – التكاليف العالمية والإقليمية والقطرية، والمنافع الإضافية 65
٨–١ مقدمة 65
٨–٢ التكاليف الكلية للحد من غازات الدفيئة في النماذج التكنولوجية التفصيلية 65
٨–٣ تكاليف السياسات المحلية لتخفيف انبعاثات الكربون 66
٨–٤ نتائج توزيع ضرائب الكربون 68
٨–٥ جوانب التجارة الدولية في انبعاثات الغازات 69
٨–٦ المنافع الإضافية لتخفيف غازات الدفيئة 70
٨–٧ التأثيرات "المتعدية" الناجمة عن الإجراءات التي تتخذ في المرفق باء بشأن البلدان غير المدرجة في الملحق 71
٨–٨ ملخص لأهم نتائج أهداف كيوتو 72
٨–٩ تكاليف تحقيق مجموعة من أهداف الاستقرار 74
٨–١٠ قضية التغير التكنولوجي المستحث 76

٩ – التكاليف القطاعية والمنافع الإضافية للتخفيف 76
٩–١ الاختلافات بين تكاليف تخفيف تغير المناخ عند تقديرها قطريا أو بحسب القطاع 76
٩–٢ نتائج قطاعية نوعية مختارة لتكاليف تخفيف تغير المناخ 77
٩–٢–١ الفحم 77
٩–٢–٢ النفط 77
٩–٢–٣ الغاز 79
٩–٢–٤ الكهرباء 79
٩–٢–٥ النقل 80
٩–٣ المنافع الإضافية القطاعية لتخفيف غازات الدفيئة 80
٩–٤ تأثير التخفيف على المنافسة القطاعية 80
٩–٥ لماذا تتباين نتائج الدراسات 80

١٠ – الأطر التحليلية للقرارات 81
١٠–١ مجال تحليلات قرارات تغير المناخ وتطوراتها الجديدة 81
١٠–٢ الأحكام الدولية وخيارات السياسات 82
١٠–٣ الارتباط بالخيارات القطرية والمحلية للتنمية المستدامة 83
١٠–٤ أهم المسائل العلمية المتعلقة بالسياسات 84

١١ – النقص في المعرفة 85

مسرد المصطلحات 89

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١:
التخفيف

ملخص لواضعي السياسات

تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

لقد قبل هذا الملخص إلا أنه لم يوافق عليه بالتفصيل خلال الدورة السادسة للفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (أكرا، غانا – ٢/٢٨ – ٣/٣/٢٠٠١). ويعني "قبول" تقارير الهيئة في دورة للفريق العامل أو الهيئة أن المادة لم تخضع لمناقشات، وموافقة على أساس سطر بسطر. ومع ذلك، يقدم وجهة نظر شاملة وموضوعية ومتوازنة عن الموضوع.

الكتاب الرئيسيون

طارق بنوري، تيري باركر، إغور باشماكوف، كورنيليس بلوك، دانيل بوي، رينيت كريست، أوغونليد دافيدسون، جي إدموندز، كين غريغوري، مايكل غروب، كريستن هالسنايز، توم هيلر، جان – تشارلز هوركاد، كاترينس جيبما، بيكا كاوبي، أنيل ماركانديا، بيرت ميتز، ويليام موماو، خوسيه روبرتو موريرا، تسوينيوكي موريتا، نيبوجسا ناكيسينوفيتش، لين برايس، ريتشارد رايشلس، جون روبنسون، هانز هولغر روغنر، جايانت ساشاي، روجر سيدغو، بريارادشي شوكلا، لينا سريفاستافا، روب سوارت، فرينك توث، جون ويانت.

مقدمة

١- يقيِّم هذا التقرير الجوانب العلمية والفنية والاقتصادية والاجتماعية المتعلقة بتخفيف آثار تغير المناخ، ومنذ صدور تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ استمر البحث في مجال تخفيف آثار تغير المناخ[١]، مع مراعاة تغيرات سياسية مثل الموافقة على بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) في عام ١٩٩٧، ويتناول هذا التقرير ذلك البحث. ويستند التقرير أيضاً إلى عدد من التقارير الخاصة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، ولاسيما التقرير الخاص بشأن الطيران والغلاف الجوي العالمي (SRAGA) والتقرير الخاص بشأن القضايا المنهجية والتكنولوجية في مجال نقل التكنولوجيا (SRTT) والتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاث والتقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة (SRLULUCF).

طبيعة التحدي الخاص بتخفيف الآثار

٢- تغير المناخ[٢] مشكلة ذات خصائص فريدة. فهي مشكلة عالمية وطويلة الأجل (تمتد عدة عقود من الزمان) وتنطوي على تفاعلات معقدة بين العمليات المناخية والبيئية والاقتصادية والسياسية والمؤسسية والاجتماعية والتكنولوجية. وقد تترتب على ذلك تأثيرات هامة على المستوى الدولي وعلى مستوى ما بين الأجيال في سياق أهداف مجتمعية أعم، مثل الإنصاف والتنمية المستدامة. ويتسم حدوث استجابة لتغير المناخ باتخاذ قرارات في إطار من عدم اليقين والمخاطر، بما في ذلك إمكانية حدوث تغيرات غير خطية و/ أو ذات أثر غير رجعي (الأقسام ١-٢-٥ و١-٣ و١٠-١-٢ و١٠-١-٤ و١٠-٤-٥).[٣]

٣- ويمكن أن تؤدي المسارات الخيارية للتنمية[٤] إلى انبعاثات شديدة التباين لغازات الدفيئة. ويوحي التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات (SRES) كما توحي سيناريوهات التخفيف المقيّمة في هذا التقرير بأن نوع التخفيف وحجمه وتوقيته وتكاليفه أمور تعتمد على ظروف وطنية شتى وعلى مسارات التنمية الاجتماعية الاقتصادية والتكنولوجية والمستوى المنشود لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي (انظر الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات) للاطلاع على مثال لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الكلية). وتعتمد مسارات التنمية التي تؤدي إلى خفض الانبعاثات على مجموعة كبيرة من الخيارات الخاصة بالسياسات، وتتطلب تغييرات في السياسات في مجالات غير تغير المناخ. (الأقسام ٢-٢-٢ و٢-٣-٢ و٢-٤-٤ و٢-٥).

٤- وسيتأثر تخفيف آثار تغير المناخ بسياسات واتجاهات اجتماعية اقتصادية أوسع نطاقاً، مثل السياسات والاتجاهات المتعلقة بالتنمية والاستدامة والإنصاف، كما ستكون له تأثيرات في هذه السياسات والاتجاهات. وسياسات تخفيف الآثار المناخية، عندما تكون هذه السياسات متسقة مع هذه الغايات المجتمعية الأعم، يمكن أن تعزز التنمية المستدامة. ويمكن أن تسفر بعض إجراءات التخفيف عن فوائد جمة في مجالات غير تغير المناخ: فعلى سبيل المثال يمكن أن تقلل المشاكل الصحية، وتزيد فرص العمل، وتحد من الآثار البيئية السلبية (مثل تلوث الهواء)، وتحمي الغابات والتربة ومستجمعات المياه وتحسن حالتها، وتحد من نظم المعونات والضرائب التي تزيد انبعاثات غازات الدفيئة، وتستحث التغيرات التكنولوجية ونشرها؛ مما يسهم في تحقيق أهداف أشمل للتنمية المستدامة. وبالمثل فإن مسارات التنمية التي تفضي إلى تحقيق أهداف التنمية قد تسفر عن خفض مستويات انبعاثات غازات الدفيئة (الأقسام ١-٣ و١-٤ و٢-٢-٣ و٢-٤-٤ و٢-٥ و٧-٢-٢ و٨-٢-٤).

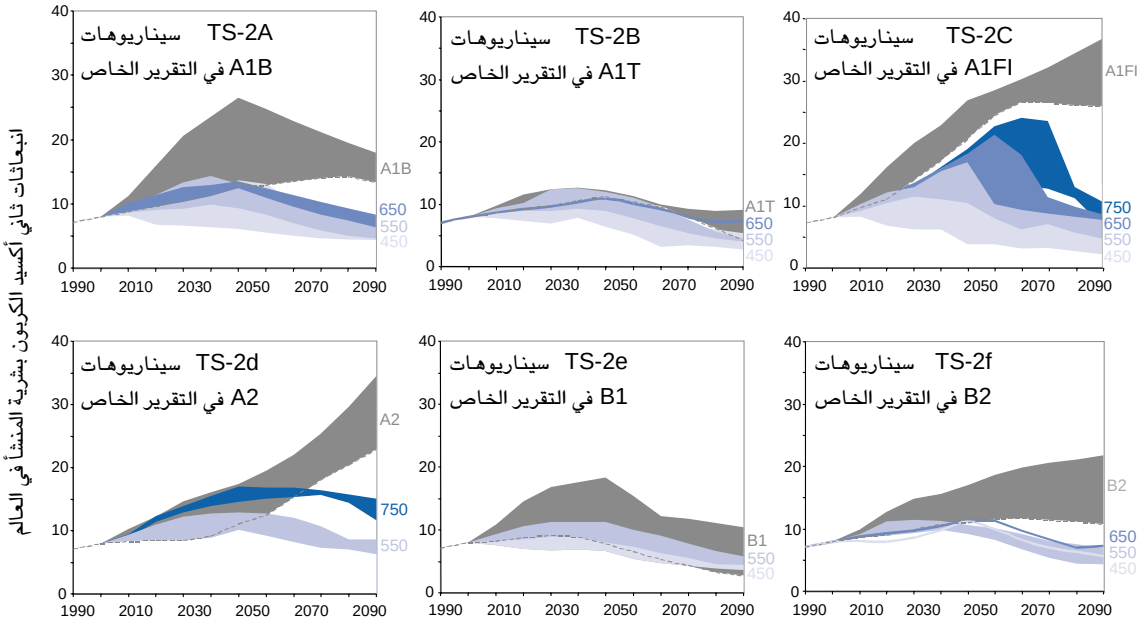
---

(١) يُعرف التخفيف هنا بأنه تدخل بشري المنشأ للحد من مصادر غازات الدفيئة أو تعزيز مصارفها.

(٢) تستعمل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) تعبير "تغير المناخ" للإشارة إلى أي تغير يحدث في المناخ بمرور الزمن سواء كان نتيجة سرعة التأثر الطبيعية أو نتيجة نشاط بشري. ويختلف هذا الاستعمال عن تعريفه في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، حيث يشير إلى تغير في المناخ يُعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي والذي يُلاحظ، بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ على مدى فترات زمنية متماثلة.

(٣) تشير أرقام الأقسام إلى متن التقرير.

(٤) يشير تعبير "المسارات الخيارية للتنمية" في هذا التقرير إلى تشكيلة من سيناريوهات محتملة للقيم المجتمعية وأنماط الإنتاج والاستهلاك في جميع البلدان، تشتمل ولا تقتصر على استمرار الاتجاهات السائدة اليوم. ولا تتضمن هذه المسارات مبادرات مناخية إضافية مما يعني عدم إدراج سيناريوهات تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو بلوغ أهداف بروتوكول كيوتو للحد من الانبعاثات ولكنها تشمل فرضيات بخصوص السياسات الأخرى التي لها تأثير غير مباشر في انبعاثات غازات الدفيئة.



الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات): مقارنة السيناريوهات المرجعية وسيناريوهات التثبيت. ينقسم الشكل إلى ستة أجزاء، جزء لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات المرجعية الواردة في التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات. ويبين كل جزء من أجزاء الشكل نطاق الانبعاثات العالمية الكلية لثاني أكسيد الكربون (بالجيغاطن كربون) من جميع المصادر البشرية المنشأ فيما يخص مجموعة السيناريوهات المرجعية (التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات) المظللة باللون الرمادي، والنطاقات الخاصة بسيناريوهات التخفيف المقيّمة في تقرير التقييم الثالث والمؤدية إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مستويات مختلفة (مظللة بالألوان). وتعرض سيناريوهات للزمرة A1 المقسمة إلى ثلاث مجموعات (المجموعة A1B الخاصة بالتوازن (الشكل ١، ملخص لواضعي السياسات)، والمجموعة A1T الخاصة بالاستعمال الكثيف للوقود غير الأحفوري (الشكل ١، ملخص لواضعي السياسات)، والمجموعة A1FI الخاصة بالاستعمال الكثيف للوقود الأحفوري (الشكل ١ لواضعي السياسات)؛ وتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مستوى ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم، ومع التثبيت عند مستوى ٥٥٠ و٧٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم فيما يخص المجموعة A2: في الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات)؛ والمجموعة B1 والتثبيت عند مستوى ٤٥٠ و٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم في الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات)؛ والمجموعة B2 بما في ذلك التثبيت عند مستوى ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم في الشكل ١. ولا تتوافر كتابات لتقييم سيناريوهات التركيز عند مستوى ١٠٠٠ جزء في المليون من حيث الحجم. ويبين الشكل أنه كلما انخفض مستوى التثبيت وزادت انبعاثات المستوى الأساسي اتسعت الفجوة. ويمكن أن يكون الاختلاف بين الانبعاثات في مجموعات السيناريوهات المختلفة بنفس اتساع الفجوة بين السيناريوهات المرجعية وسيناريوهات التثبيت داخل مجموعة سيناريوهات واحدة. وتعين مجموعة الخطوط المنقطة حدود النطاقات عند تداخلها. (انظر الإطار – التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات).

٥- والفروق في توزع الموارد التكنولوجية والطبيعية والمالية فيما بين الدول والأقاليم والأجيال، وكذلك الفروق في تكاليف التخفيف، كثيراً ما تكون اعتبارات رئيسية في تحليل خيارات تخفيف آثار تغير المناخ. ويتناول جزء كبير من النقاش الدائر بشأن التفرقة في مساهمات البلدان في المستقبل في التخفيف وما يتصل بهذا من قضايا الإنصاف، كما يبحث هذه الظروف[٥]. ويثير التحدي الخاص بالتصدي لتغير المناخ قضية هامة خاصة بالإنصاف؛ أي مدى إحداث آثار تغير المناخ أو سياسات التخفيف للغبن أو مفاقمتها له داخل الدول والأقاليم أو فيما بينها. وسيناريوهات تثبيت غازات الدفيئة التي يتناولها هذا التقرير بالتقييم (باستثناء السيناريوهات التي يتم فيها التثبيت دون اتباع سياسات مناخية جديدة، مثل مجموعة السيناريوهات B1) تفترض أن البلدان المتقدمة والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية ستحد وتقلل من انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة عنها أولاً.[٦]

(٥) صُنفت مناهج تحقيق الإنصاف إلى مجموعة منوعة من الفئات، منها النهج القائمة على التوزيع والنتائج وأساليب المعالجة والحقوق والمسؤولية والفقر والفرص، مما يجسد التطلعات الخاصة المتنوعة للعدالة المتبعة في الحكم على العمليات الخاصة بالسياسات والنتائج المقابلة (القسمان ١-٣ و١٠-٢).

(٦) مختلف الانبعاثات الصادرة من جميع الأقاليم عن المستويات الأساسية عند نقطة معينة. والانبعاثات العالمية تختلف مبكراً وبدرجة أكبر لأن مستويات التثبيت تكون أدنى أو لأن مستويات السيناريوهات الأساسية تكون أعلى. وهذه السيناريوهات غير يقينية ولا توفر معلومات عن الآثار الضمنية الخاصة بالإنصاف ولا عن كيفية إجراء هذه التغييرات ولا عن كيفية تحمل أية تكاليف تحدث يُتعرض لها.

الإطار ١ سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

الزمرة .A1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة A1 عالماً مستقبلياً من النمو الاقتصادي السريع للغاية وسكان العالم الذين يبلغ عددهم ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك والأخذ المتسارع بتكنولوجيات جديدة وأكثر كفاءة. والمواضيع الأساسية الرئيسية هي التقارب بين الأقاليم وبناء القدرات وزيادة التفاعل الثقافي والاجتماعي، مع انخفاض كبير في الفروق الإقليمية في دخل الفرد. وتنقسم زمرة السيناريوهات A1 إلى ثلاث مجموعات تصف الاتجاهات الخيارية للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة. وتتميز المجموعات الثلاث المنبثقة عن الزمرة A1 بتركيزها على التكنولوجيا: الاستعمال الكثيف للوقود الأحفوري (المجموعة A1Fl)، أو مصادر الطاقة غير الوقود الأحفوري (المجموعة A1T) ، أو التوازن بين جميع المصادر (المجموعة A1B) (حيث يُعرف التوازن بأنه عدم الاعتماد الشديد جداً على مصدر واحد معين من مصادر الطاقة، بافتراض أن معدلات تحسين مماثلة تنطبق على جميع إمدادات الطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائي).

الزمرة A2. تبين الوقائع المنظورة والزمرة A2 عالماً بالغ التباين. والموضوع الأساسي هو الاعتماد على الذات والمحافظة على الهويات المحلية. وتتقارب أنماط الخصوبة عبر الأقاليم ببطء شديد، مما يؤدي إلى زيادة مستمرة في عدد السكان. وتكون التنمية الاقتصادية موجهة إقليمياً في المقام الأول ويكون معدل النمو الاقتصادي والتغير التكنولوجي، حسب الفرد، أكثر تجزؤًا وأشد بطئاً من الوقائع المنظورة الأخرى.

الزمرة .B1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B1 عالماً متقارباً بنفس عدد السكان، الذي يبلغ ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك، المبين في الوقائع المنظورة A1، ولكن مع تغير سريع في الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد الخدمات والمعلومات وانخفاض كثافة استخدام المواد، واعتماد تكنولوجيات نظيفة وأكثر كفاءة فيما يتعلق باستعمال الموارد. وينصب التركيز على إيجاد حلول عالمية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك تعزيز الإنصاف ولكن دون اتخاذ مبادرات مناخية إضافية.

الزمرة .B2 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B2 عالماً ينصب فيه التركيز على الحلول الوطنية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. إنه عالم فيه زيادة مستمرة في عدد السكان بمعدل أقل من المعدل المذكور في الزمرة A2، ومستويات متوسطة للتنمية الاقتصادية، وتغير تكنولوجي أقل سرعة وأكثر تنوعاً من التغير التكنولوجي المشار إليه في الوقائع المنظورة B1 و.A1 وعلى الرغم من أن السيناريو موجه أيضاً نحو حماية البيئة والإنصاف الاجتماعي فإنه يركز على المستويات المحلية والإقليمية.

اختير سيناريو توضيحي لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات الست A1B وA1Fl وA1T وA2 وB1 وB2. وينبغي اعتبارها جميعاً متساوية في صحتها.

ولا تشمل سيناريوهات التقرير الخاص بشأن السيناريوهات مبادرات مناخية إضافية؛ مما يعني أنه ليست هناك سيناريوهات مدرجة تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف بروتوكول كيوتو الخاصة بالانبعاثات.

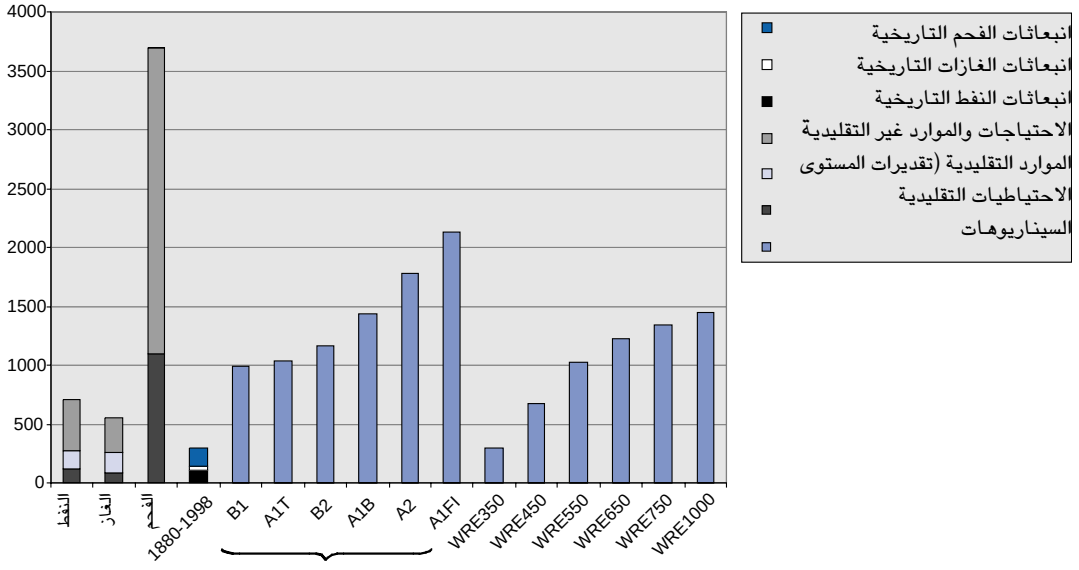
٦- وتتطلب سيناريوهات الانبعاثات المنخفضة أنماطاً مختلفة من تنمية موارد الطاقة. ويقارن الشكل ٢ (ملخص لواضعي السياسات) بين انبعاثات الكربون التراكمية للفترة ١٩٩٠-٢١٠٠ في مختلف سيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات مع الكربون الموجود في الاحتياطيات والموارد العالمية من الوقود الأحفوري[٧]. ويبين هذا الشكل أن هناك موارد وفيرة للوقود الأحفوري ستؤدي إلى عدم الحد من الانبعاثات في القرن ٢١. بيد أنه على خلاف الرواسب الكبيرة نسبياً من الفحم واحتياطيات النفط والغاز غير التقليدية فإن الكربون الموجود في احتياطيات النفط والغاز التقليدية المؤكدة أو في موارد النفط غير التقليدية أقل كثيراً من انبعاثات الكربون التراكمية المرتبطة بتثبيت ثاني أكسيد الكربون عند مستوى ٤٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم أو أعلى من ذلك (الإشارة إلى مستوى تركيز معين لا تعني ضمناً استصواباً متفقاً عليه للتثبيت عند هذا المستوى). وقد تدل بيانات الموارد هذه ضمناً على تغيير في مزيج مصادر الطاقة وإدخال مصادر جديدة للطاقة في القرن ٢١. وسيحدد اختيار مزيج مصادر الطاقة وما يرتبط به من استثمار ما إذا كان يمكن تثبيت تركيزات غازات الدفيئة أم لا، وإذا كان التثبيت ممكناً سيحدد مستوى التثبيت وتكلفته. وفي الوقت الحالي يُوجَّه معظم هذا الاستثمار نحو استكشاف وتنمية

(٧) الاحتياطيات هي المواد الموجودة المحددة والمقيسة باعتبارها مجدية اقتصادياً وفنياً باستعمال التكنولوجيات الموجودة وبالأسعار الحالية. أما الموارد فهي المواد الموجودة ذات الخصائص الجيولوجية و/ أو الاقتصادية الأقل يقينية ولكن يعتبر استخراجها محتملاً مع التكنولوجيات والتطورات الاقتصادية المتوقعة. وتشمل قاعدة الموارد كلتا الفئتين. وفي مقدمة هذه القاعدة توجد كميات إضافية وجودها معروف يقيناً و/ أو أهميتها الاقتصادية غير معروفة أو منعدمة في المستقبل المنظور ويشار إليها بتعبير"موجودات إضافية". (تقرير التقييم الثاني، الفريق العامل الثاني). ومن أمثلة موارد الوقود الأحفوري غير التقليدية الرمل القطراني والزيت الحجري وسائر الزيوت الثقيلة والغازات المضغوطة في طبقات الأرض العميقة والغازات الموجودة في طبقات مستجمعات المياه الجوفية، وغيرها.

المزيد من موارد الوقود الأحفوري التقليدية وغير التقليدية. (الأقسام ٢-٥-١ و٢-٥-٢ و٣-٨-٣ و٨-٤).

خيارات الحد أو التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة مصارفها

٧- منذ تقرير التقييم الثاني الصادر عام ١٩٩٥ أُحرز تقدم فني كبير فيما يتصل بالتقليل من انبعاثات غازات الدفيئة، وكان هذا التقدم أسرع من المتوقع. ويتحقق تقدم في مجموعة كبيرة من التكنولوجيات في مراحل تطوير مختلفة، مثل إدخال التوربينات التي تعمل بقوة الرياح إلى الأسواق، والإزالة السريعة للغازات الثانوية الناتجة عن العمليات الصناعية مثل أكسيد النتروز من إنتاج حمض الأديبيك وانبعاثات الهيدروكربونات المشبعة من إنتاج الألومنيوم، والسيارات ذات المحركات المختلطة الفعالة وتقدم التكنولوجيا الخاصة بالخلايا العاملة



سيناريوهات التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات

الشكل ٢(ملخص لواضعي السياسات): مقادير الكربون في احتياطيات وموارد النفط والغاز والفحم مقارنة بانبعاثات الكربون التاريخية من الوقود الأحفوري، الفترة ١٨٦٠-١٩٩٨؛ وبانبعاثات الكربون التراكمي من مجموعة من سيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات وسيناريوهات التثبيت الواردة في تقرير التقييم الثالث حتى عام ٢١٠٠. وبيانات الاحتياطيات والموارد مبينة في الأعمدة التي على اليسار (القسم ٣-٨-٢). ويشمل النفط والغاز غير التقليديين الرمل القطراني والزيت الحجري وغير ذلك من الزيوت الثقيلة، وميثان طبقة الفحم الحجري، والغازات الموجودة تحت ضغط طبقات الأرض العميقة، والغازات الموجودة في مستجمعات المياه، وغيرها. ولا تُبين الهيدرات الغازية (المركبات القفصية) المقدرة بما يبلغ ١٢ ٠٠٠ جيغاطن كربون. وتبين الأعمدة الواردة في السيناريو كلاً من السيناريوهات المرجعية للتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات والسيناريوهات المؤدية إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مجموعة مستويات. ويلاحظ أنه إذا كانت الانبعاثات التراكمية لعام ٢١٠٠ والمرتبطة بسيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات مساوية للانبعاثات التراكمية الخاصة بسيناريوهات التثبيت أو أقل منها فإن هذا لا يعني بالضرورة أن هذه السيناريوهات تؤدي إلى التثبيت على نحو متساوٍ.

بالوقود والبرهنة على الاختزان الجوفي لثاني أكسيد الكربون. وتشمل الخيارات التكنولوجية الخاصة بالحد من الانبعاثات تحسين كفاءة أجهزة الاستخدام النهائي للطاقة، وتكنولوجيات تحويل الطاقة، والتحول إلى أوقدة الكتلة الأحيائية القليلة الإطلاق للكربون والمتجددة، والتكنولوجيات غير المطلقة للانبعاثات، وتحسين إدارة الطاقة، والتقليل من المنتجات الثانوية الصناعية وانبعاثات الغازات من العمليات الصناعية، وإزالة وتخزين الكربون (القسمان ٣–١ و٤–٧).

ويلخص الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات) النتائج المستخلصة من دراسات قطاعية عديدة – كثير منها أجري على مستوى المشاريع وعلى كل من المستوى الوطني والإقليمي وبعضها على المستويات العالمية – توفر تقديرات خاصة بإمكانية الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠٢٠. وفيما يلي بعض الاستنتاجات الرئيسية:

- يرجع أكثر من نصف هذه الإمكانية إلى مئات التكنولوجيات والممارسات المتعلقة بكفاءة الاستخدام النهائي للطاقة في البناء والنقل والصناعات التحويلية. (الأقسام ٣–٣ و٣–٤ و٣–٥).
- سيظل الوقود الأحفوري الرخيص والوفير نسبياً هو الغالب على إمدادات الطاقة وتحويلها حتى عام ٢٠٢٠ على الأقل. وسيكون للغاز الطبيعي، حيثما كان التحول ممكناً، دور هام في الحد من الانبعاثات مع تحسين كفاءة التحويل وزيادة استعمال المنشآت الصناعية المتنوعة الدورات و/ أو ذات التوليد المشترك مع إمكانية إزالة وتخزين ثاني أكسيد الكربون. (القسم ٣–٨–٤).
- يمكن أن تسهم إمدادات الطاقة القليلة الإطلاق للكربون مساهمة هامة من خلال الكتلة الأحيائية المتأتية من الحراجة؛ والمنتجات الثانوية الزراعية ونفايات البلديات والنفايات الصناعية؛ والمزارع المخصصة لإنتاج الكتلة الأحيائية، حيثما تتاح الأراضي والمياه المناسبة؛ والميثان المنبعث من مقالب القمامة؛ وطاقة الرياح والقوة الكهربائية المائية؛ ومن خلال زيادة عمر محطات القدرة النووية. وبعد عام ٢٠١٠ سيمكن الحد بصورة كبيرة من الانبعاثات الصادرة من منشآت توليد الكهرباء، المزودة بالوقود الأحفوري و/ أو وقود الكتلة الأحيائية، من خلال إزالة وتخزين الكربون قبل أو بعد الحرق. وقد تحد الشواغل الخاصة بالبيئة والسلامة والمسؤولية والانتشار من استعمال بعض هذه التكنولوجيات (القسم ٣–٨–٤).
- في قطاع الزراعة يمكن الحد من انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز، مثل الانبعاثات من التخمر المعوي للماشية ومن الأرز غير المقشور واستعمال السماد النيتروجيني والنفايات الحيوانية (القسم ٣–٦).
- يمكن بالاعتماد على التطبيق التقليل إلى أدنى حد من انبعاثات الغازات المفلورة، وذلك من خلال تغييرات في العمليات وتحسين الاستخراج وإعادة التدوير والاحتواء؛ أو تجنب إطلاق هذه الانبعاثات من خلال استعمال مركّبات وتكنولوجيات بديلة (القسم ٣–٥ وتذييل الفصل ٣).

تم تجميع التخفيضات المحتملة للانبعاثات، والواردة في الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات)، لكي تعطي تقديرات للتخفيضات العالمية المحتملة للانبعاثات مع مراعاة التداخلات المحتملة بين القطاعات والتكنولوجيات وفيما بينها بقدر الإمكان في ظل المعلومات المتاحة في الدراسات الأساسية. ويمكن تحقيق نصف هذه التخفيضات المحتملة للانبعاثات بحلول عام ٢٠٢٠ مع فوائد مباشرة (توفير الطاقة) تفوق التكاليف المباشرة (التكاليف الصافية لرأس المال والتشغيل والصيانة)؛ وتحقيق النصف الآخر بتكلفة مباشرة صافية مقدارها ١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون (بأسعار عام ١٩٩٨). وقد استُخلصت تقديرات التكلفة هذه باستعمال أسعار خصم تتراوح بين ٥ و١٢ في المائة وتتسق مع أسعار الخصم الخاصة بالقطاع العام. وتتفاوت أسعار الإيراد الداخلية في القطاع الخاص تفاوتاً كبيراً، وكثيراً ما تكون أعلى إلى حد بعيد مما يؤثر في معدل اعتماد هيئات القطاع الخاص لهذه التكنولوجيات.

وحسب سيناريو الانبعاثات المحدد يمكن أن يتيح ذلك تقليل الانبعاثات في الفترة ٢٠١٠–٢٠٢٠ إلى أدنى من مستويات عام ٢٠٠٠. وينطوي تحقيق هذه التخفيضات على تكاليف تنفيذية إضافية، قد تكون ضخمة في بعض الحالات، والحاجة المحتملة إلى سياسات داعمة مثل السياسات الموصوفة في الفقرة ١٨، والتوسع في أعمال البحث والتطوير، ونقل التكنولوجيا بكفاءة، وتخطي عقبات أخرى (الفقرة ١٧). وتتناول الفقرات ١١ و١٢ و١٣ بالنقاش هذه القضايا إلى جانب التكاليف والفوائد غير المدرجة في هذا التقييم.

الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات) – التقديرات الخاصة بإمكانية الحد من انبعاثات غازات الدفيئة العالمية في عام ٢٠١٠ وعام ٢٠٢٠ (الفصول من ٣–٣ إلى ٣–٨ وتذييل الفصل ٣)

القطاع		الانبعاثات التاريخية في عام ١٩٩٠ (مكافئ ميغاطن كربون/ سنة)	المعدل السنوي التاريخي بمكافئ ميغاطن كربون ١٩٩٠–١٩٩٥ (بالنسبة المئوية)	الحد المحتمل من الانبعاثات في عام ٢٠١٠ (مكافئ ميغاطن كربون/ سنة)	الحد المحتمل من الانبعاثات في عام ٢٠٢٠ (مكافئ ميغاطن كربون/ سنة)	التكاليف المباشرة الصافية لكل طن متجنب من الكربون
البناء (أ)	ثاني أكسيد الكربون فقط	١٦٥٠	١ر٠	٧٠٠–٧٥٠	١٠٠٠–١١٠٠	معظم تخفيضات الانبعاثات متاحة بتكاليف مباشرة صافية سالبة.
النقل	ثاني أكسيد الكربون فقط	١٠٨٠	٢ر٤	١٠٠–٣٠٠	٣٠٠–٧٠٠	تشير معظم الدراسات إلى تكاليف مباشرة صافية أقل من ٢٥ دولاراً أمريكياً/ طن كربون، ولكن توحي دراستان بأن التكلفة المباشرة الصافية ستتجاوز ٥٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون.
الصناعة	ثاني أكسيد الكربون فقط	٢٣٠٠	٠ر٤			
– كفاءة استخدام الطاقة: – كفاءة استخدام المواد:				٣٠٠–٥٠٠ ~ ٢٠٠	٧٠٠–٩٠٠ ~ ٦٠٠	أكثر من النصف متاح بتكاليف مباشرة سالبة صافية. التكاليف غير يقينية.
الصناعة	غازات غير ثاني أكسيد الكربون	١٧٠		~ ١٠٠	~ ١٠٠	تكاليف الحد من انبعاثات أكسيد النيتروز صفر –١٠ دولارات أمريكية مكافئ طن كربون
الزراعة (ب)	ثاني أكسيد الكربون فقط غازات غير ثاني أكسيد الكربون	٢١٠ ١٢٥٠–٢٨٠٠	لا يوجد	١٥٠–٣٠٠	٣٥٠–٧٥٠	تكلفة معظم تخفيضات الانبعاثات صفر –١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون مع فرص محدودة لخيارات تكلفة مباشرة صافية سالبة.
النفايات (ب)	الميثان فقط غازات غير ثاني أكسيد الكربون	٢٤٠	١ر٠	~ ٢٠٠	~ ٢٠٠	٧٥٪ تقريباً من الوفورات في شكل استخراج الميثان من مقالب القمامة بتكلفة مباشرة سالبة صافية، و٢٥٪ إضافية بتكلفة ٢٠ دولاراً أمريكياً/ مكافئ طن كربون.
تطبيقات الإحلال في إطار بروتوكول مونتريال	ثاني أكسيد الكربون فقط	صفر	لا يوجد	~ ١٠٠	لا يوجد	نحو نصف تخفيضات الانبعاثات ناجم عن اختلاف بين قيم مستوى الدراسة الأساسي وقيم المستوى الأساسي في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات. والنصف المتبقي متاح بتكاليف مباشرة صافية أقل من ٢٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون.
إمدادات الطاقة وتحويل الطاقة (ج)		(١٦٢٠)	١ر٥	٥٠–١٥٠	٣٥٠–٧٠٠	توجد خيارات محدودة لتكلفة مباشرة سالبة صافية، وهناك خيارات كثيرة متاحة لتكلفة أقل من ١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون.
المجموع		٦٩٠٠–٨٤٠٠(د)		١٩٠٠–٢٦٠٠ (هـ)	٣٦٠٠–٥٠٥٠ (هـ)	

(أ) يشمل قطاع البناء أدوات البناء والمباني وهياكل الأبنية.

(ب) يرجع النطاق الخاص بقطاع الزراعة أساسا لعدم اليقين الواسع بشأن الميثان وأكسيد النيتروز وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالتربة. ويغلب الميثان المنبعث من مقالب القمامة على النفايات، ويمكن إعداد تقديرات القطاعات الأخرى بمزيد من الدقة لهيمنة ثاني أكسيد الكربون الناتج عن الوقود الأحفوري عليها.

(ج) مدرجة في القيم القطاعية الواردة أعلاه. وتشمل التخفيضات خيارات توليد الكهرباء فقط (تحويل الوقود إلى غاز/ وقود نووي، واحتجاز ثاني أكسيد الكربون، وتخزينه، وتحسين كفاءة محطات توليد القدرة الكهربائية، ومصادر الطاقة المتجددة).

(د) يشمل المجموع كل القطاعات المستعرضة في الفصل ٣ بالنسبة إلى جميع الغازات الستة. ويستبعد مصادر ثاني أكسيد الكربون غير المتصلة بالطاقة (إنتاج الأسمنت، ١٦٠ ميغاطن كربون؛ وحرق الغازات، ٦٠ ميغاطن كربون؛ وتغيير استخدام الأراضي، ٦٠٠–١٤٠٠ ميغاطن كربون) والطاقة المستخدمة في تحويل الوقود في المجاميع الخاصة بقطاع الاستخدام النهائي (٦٣٠ ميغاطن كربون). وإذا أضيف تكرير البترول وغاز أفران فحم الكوك تزيد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية لعام ١٩٩٠ البالغة ٧١٠٠ ميغاطن كربون بنسبة ١٢٪ ويلاحظ عدم إدراج خيارات تخفيف الانبعاثات من قطاع الحراجة ومصارف كربونها.

(هـ) تقدر سيناريوهات المستوى الأساسي الواردة في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات (الستة غازات مدرجة في بروتوكول كيوتو) نطاق انبعاثات مقداره ٥٠٠ ١١–١٤ ٠٠٠ مكافئ ميغاطن كربون لعام ٢٠١٠، ٠٠٠ ١٢–١٦ ٠٠٠ مكافئ ميغا طن كربون لعام ٢٠٢٠. والتقديرات الخاصة بتخفيض الانبعاثات متوافقة إلى أبعد حد مع اتجاهات الانبعاثات الخاصة بالمستوى الأساسي في السيناريو B2 (التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات). وتراعى في التخفيضات المحتملة في الانبعاثات الدورة المنتظمة للطاقة الرأسمالية. وهي لا تقتصر على الخيارات ذات المردودية ولكنها تستبعد الخيارات التي تزيد تكلفتها على ١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون (باستثناء غازات بروتوكول مونتريال) أو الخيارات التي لن تعتمد من خلال اتباع السياسات المقبولة بوجه عام.

ولمختلف الدراسات العالمية والإقليمية والوطنية والقطاعية ودراسات المشاريع المشمولة بالتقييم في هذا التقرير نطاقات وفروض شتى. ولا توجد دراسات لكل قطاع وكل إقليم تحديداً. ويجسد تفاوت تخفيضات الانبعاثات المعروض في الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات) جوانب عدم اليقين في الدراسات الأساسية المعتمد عليها في تقدير هذه التخفيضات (الأقسام من ٣-٣ إلى ٣-٨).

٨- وتتيح الغابات والأراضي الزراعية وغيرها من النظم الإيكولوجية الأرضية إمكانية كبيرة لتخفيف انبعاثات الكربون. وقد يتيح الحفظ وتنحية أيونات الكربون، على الرغم من أنهما ليسا بالضرورة دائمين، وضع وتنفيذ المزيد من السيناريوهات. ويمكن أن يحدث التخفيف البيولوجي بثلاث استراتيجيات: (أ) حفظ مستجمعات الكربون الموجودة، (ب) تنحية الأيونات بزيادة حجم مستجمعات الكربون، (ج) الاستعاضة عن المنتجات البيولوجية المستدامة الإنتاج مثل الأخشاب المستخدمة في إنتاج منتجات البناء الكثيفة الاستهلاك للطاقة، والكتلة الأحيائية اللازمة لإنتاج الوقود الأحفوري (القسمان ٣-٦ و٤-٣). وقد يساعد حفظ مستجمعات الكربون المهددة على تجنب إطلاق الانبعاثات إذا تسنى منع التسرب، ولا يمكن أن يصبح الحفظ مستداماً إلا إذا أمكن التصدي للدوافع الاجتماعية الاقتصادية لإزالة الغابات وغير ذلك من الخسائر في مستجمعات الكربون. وتعكس تنحية الأيونات الديناميات البيولوجية للنمو، وكثيراً ما تبدأ ببطء ثم تبلغ ذروتها وعندئذ تنخفض خلال فترة تتراوح بين عقود وقرون.

ويؤدي الحفظ وتنحية الأيونات إلى ازدياد مخزونات الكربون ولكن يمكن أن يؤديا إلى ازدياد انبعاثات الكربون في المستقبل إذا حدث اضطراب شديد في النظم الإيكولوجية نتيجة اضطرابات طبيعية أو اضطرابات مباشرة/ غير مباشرة مستحثة من الإنسان. وعلى الرغم من أن الاضطرابات الطبيعية تليها عادة إعادة تنحية الأيونات فإن من الممكن أن تؤدي الأنشطة الرامية إلى معالجة هذه الاضطرابات دوراً هاماً في الحد من انبعاثات الكربون. ويمكن مبدئياً أن تستمر الفوائد المترتبة على الاستعاضة لأجل غير مسمى. وقد تزيد الإدارة الملائمة للأراضي من أجل إنتاج المحاصيل والأخشاب وإنتاج الطاقة الأحيائية المستدامة الفوائد المتعلقة بتخفيف آثار تغير المناخ. ومع مراعاة التنافس على استخدام الأراضي، وتقييمات تقرير التقييم الثاني والتقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة تكون الإمكانية العالمية المقدرة لخيارات التخفيف البيولوجي في حدود ١٠٠ جيغاطن كربون (تراكمي)، على الرغم من أن هناك قدراً كبيراً من عدم اليقين يكتنف هذه التقديرات، بحلول عام ٢٠٥٠ وهو ما يعادل نحو ١٠-٢٠٪ من انبعاثات الوقود الأحفوري المحتملة خلال تلك الفترة. ويتوقف تحقيق هذه الإمكانيات على توافر الأراضي والمياه ومعدلات اعتماد مختلف ممارسات إدارة الأراضي. وتوجد أكبر إمكانية بيولوجية لتخفيف تركيزات الكربون في الغلاف الجوي في المناطق شبه المدارية والمدارية. وتتفاوت إلى حد بعيد تقديرات التكلفة المبلغة حتى الآن فيما يتعلق بالتخفيف البيولوجي حيث تتراوح بين ٢٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون و١٠٠ دولار أمريكي/ طن كربون في البلدان غير المدارية. ولم تتشابه أساليب التحليل المالي ومحاسبة الكربون. وبالإضافة إلى ذلك لا تشمل حسابات التكلفة، في حالات عديدة، جملة أمور من بينها تكاليف البنية الأساسية والخصم المناسب والمراقبة وجمع البيانات والتكاليف التنفيذية وتكاليف الفرص البديلة فيما يتصل بالأراضي والصيانة أو أية تكاليف متكررة، والتي كثيراً ما تُستبعد أو تغفل. وتميل النهاية الدنيا في النطاق إلى أسفل ولكن مع تحسن فهم التكاليف ومعاملتها بمرور الوقت. وقد تترتب على خيارات التخفيف البيولوجي هذه فوائد اجتماعية وبيئية تتجاوز الحد من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، إذا ما نُفذت تنفيذاً سليماً. (مثل التنوع الأحيائي، وحماية مستجمعات المياه، وتعزيز الإدارة المستدامة للأراضي، وفرص العمل في الريف). بيد أن هذه الخيارات إذا نُفذت تنفيذاً غير سليم قد تنطوي على خطر حدوث تأثيرات سلبية (مثل فقدان التنوع الأحيائي والتفكك المجتمعي وتلوث المياه الجوفية). وقد تقلل خيارات التخفيف البيولوجي أو تزيد انبعاثات غير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (القسمان ٤-٣ و٤-٤).

٩- وليس هناك مسار يؤدي وحده إلى انخفاض الانبعاثات في المستقبل، وسيكون على البلدان والأقاليم أن تختار مسارها الخاص. وتشير معظم النتائج النموذجية إلى أن الخيارات التكنولوجية المعروفة[٨] يمكن أن تحقق مجموعة منوعة من مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، مثل

(٨) يُقصد بتعبير "الخيارات التكنولوجية المعروفة" التكنولوجيات الموجودة اليوم في مرحلة التنفيذ أو في مرحلة الوحدة التجريبية، كما هو مشار إليه في سيناريوهات التخفيف الواردة في هذا التقرير. ولا يشمل أية تكنولوجيات جديدة تستلزم طفرات تكنولوجية هائلة. وبهذه الطريقة يمكن اعتباره تقديراً تقليدياً يبحث طول مدة السيناريو.

٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم أو ٤٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم أو أقل خلال المائة سنة القادمة أو أكثر، لكن تنفيذها سيتطلب تغييرات اجتماعية اقتصادية ومؤسسية مرتبطة بها. ولتحقيق التثبيت عند هذه المستويات يوحي السيناريو بأن من الضروري إجراء تخفيض كبير في انبعاثات الكربون العالمية عن مستويات عام ١٩٩٠ لكل وحدة من وحدات الناتج المحلي الإجمالي. ولتحسين التكنولوجيا ونقلها دور حيوي في سيناريوهات التثبيت المقيَّمة في هذا التقرير. وبالنسبة إلى قطاع الطاقة البالغ الأهمية يتسم جل سيناريوهات تخفيف وتثبيت انبعاثات غازات الدفيئة بإدخال تكنولوجيات فعالة لاستعمال الطاقة والإمداد بها، وإدخال الطاقة القليلة أو العديمة الإطلاق للكربون. كما أن خيارات الحد من انبعاثات المصادر غير المولدة للطاقة وغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون ستتيح إمكانيات كبيرة لتقليل الانبعاثات. وسيوسع نقل التكنولوجيات فيما بين البلدان والأقاليم نطاق انتقاء الخيارات على مستوى وفورات الحجم، كما أن التعلم سيقلل تكاليف اعتمادها (الأقسام ٢-٣-٢ و٢-٤ و٢-٥).

١٠- ويمكن للتعلم والابتكار الاجتماعيين، والتغييرات في الهيكل المؤسسي، المساهمة في تخفيف آثار تغير المناخ. وقد تكون للتغيرات في القواعد الجماعية والسلوك الفردي آثار هامة في انبعاثات غازات الدفيئة، ولكنها تحدث في إطار مؤسسي وتنظيمي وقانوني معقد. وتوحي دراسات عدة بأن نظام الحوافز الحالية يمكن أن يشجع أنماط الإنتاج والاستهلاك التي تستهلك الموارد بكثافة والتي تزيد انبعاثات غازات الدفيئة في جميع القطاعات، مثل قطاعي النقل والإسكان. وفي الأجل القصير ستتاح فرص للتأثير من خلال الابتكارات الاجتماعية والسلوك الفردي والمؤسسي. أما في الأجل الطويل فقد تزيد هذه الابتكارات، إلى جانب التغير التكنولوجي، تعزيز الإمكانيات الاجتماعية الاقتصادية، ولاسيما إذا تحولت الأفضليات والمعايير الثقافية نحو سلوك أقل إطلاقاً للانبعاثات يتسم بالاستدامة. وقد تلقى هذه الابتكارات مقاومة قد يمكن التصدي لها بتشجيع زيادة مشاركة الجمهور في عمليات اتخاذ القرار. ويمكن أن يساعد هذا على وضع نُهج جديدة لتحقيق الاستدامة والإنصاف (الأقسام ١-٤-٣ و٥-٣-٨ و١٠-٣-٢ و١٠-٣-٤).

١١- وتختلف تقديرات التكلفة بسبب (١) كيفية قياس مستوى الرفاه، (٢) نطاق ومنهجية التحليل، (٣) الفرضيات الأساسية التي يتضمنها التحليل. ونتيجة لذلك قد لا تجسد التكاليف والفوائد المقدرة التكاليف والفوائد الحالية لتنفيذ إجراءات التخفيف. وفيما يتعلق بالسببين (١) و(٢) تعتمد تقديرات التكاليف والفوائد، ضمن جملة أمور، على إعادة تدوير الإيرادات وعلى ما إذا كانت الأمور التالية مأخوذة في الاعتبار، وكيفية ذلك: تكاليف التنفيذ والمعاملات، والتأثيرات التوزعية، والغازات المتعددة، وخيارات تغيير استخدام الأراضي،

التكاليف والفوائد الإضافية[٩] المترتبة على إجراءات التخفيف

الإطار ٢: أساليب تقدير التكاليف والفوائد وما يكتنفها من عدم اليقين

لمجموعة متنوعة من العوامل تكتنف الاختلافات وأوجه عدم اليقين تقديرات كمية محددة للتكاليف والفوائد المترتبة على خيارات التخفيف. وقد وصف تقرير التقييم الثاني فئتين من الأساليب المتبعة لتقدير التكاليف والفوائد: الأسلوب الشامل المنطلق من تقييمات تكنولوجيات وقطاعات محددة مثل التكنولوجيات والقطاعات الواردة في الفقرة ٧؛ وأسلوب دراسات النمذجة التامة، المنطلق من علاقات الاقتصاد الكلي مثل العلاقات المذكورة في الفقرة ١٣. وهذان الأسلوبان يفضيان إلى اختلافات في تقديرات التكاليف والفوائد، ضاقت فجوتها منذ تقدير التقييم الثاني. وحتى إذا حُلت هذه الاختلافات فستبقى أوجه أخرى من عدم اليقين. ويمكن تقييم التأثير المحتمل لعدم اليقين هذا تقييماً مفيداً عن طريق دراسة أثر التغير في أي افتراض معين على النتائج الخاصة بالتكلفة الإجمالية، على أن يتم تناول أي ارتباط بين المتغيرات تناولاً ملائماً.

(٩) الفوائد الإضافية هي الآثار الإضافية أو الجانبية المترتبة على السياسات الرامية فحسب إلى تخفيف آثار تغير المناخ. ولا يقتصر تأثير هذه السياسات على انبعاثات غازات الدفيئة وإنما يشمل أيضاً كفاءة استخدام الموارد، مثل الحد من انبعاثات ملوثات الهواء المحلية والإقليمية المرتبطة باستعمال الوقود الأحفوري، وقضايا مثل النقل والزراعة وممارسات استخدام الأراضي والتوظيف وتأمين الوقود. ويشار أحياناً إلى هذه الفوائد باعتبارها "تأثيرات إضافية" لكي تبين أن الفوائد يمكن أن تكون سلبية في بعض الحالات.

وفوائد تغير المناخ المتجنب، والفوائد الإضافية، والفرص التي لا يُندم عليها[١٠]، وتقييم العوامل الخارجية والتأثيرات غير السوقية. وتشمل الفرضيات فيما تشمل ما يلي:

- التغير الديمغرافي ومعدل وهيكل النمو الاقتصادي، والزيادات في تنقل الأشخاص، والابتكار التكنولوجي مثل تحسين كفاءة الطاقة وتوافر مصادر طاقة قليلة التكلفة، ومرونة الاستثمارات الرأسمالية وأسواق العمل، والاختلالات المالية في سيناريو (المستوى الأساسي) الذي يفترض عدم اتباع سياسات.
- مستوى وتوقيت هدف التخفيف.
- الفرضيات المتعلقة بتدابير التنفيذ، مثل مدى الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وآلية التنمية النظيفة، والتنفيذ المشترك، والتنظيم والاتفاقات الطوعية[١١]، وتكاليف المعاملات المرتبطة بذلك.
- أسعار الخصم: النطاقات الزمنية الطويلة التي تجعل فرضيات الخصم حاسمة، ولم يُتوصل بعد إلى توافق آراء بشأن الأسعار الملائمة في الأجل الطويل على الرغم من أن الكتابات تبدي اهتماماً متزايداً بالأسعار التي تنخفض بمرور الوقت ومن ثم ترجح الفوائد التي تحدث في الأجل الطويل. وينبغي تمييز أسعار الخصم هذه عن الأسعار الأعلى التي يطبقها عادة الوكلاء من القطاع الخاص في المعاملات السوقية.(الأقسام ٧-٢ و٧-٣ و٨-٢-١ و٨-٢-٢ و٩-٤)

١٢- ويمكن الحد من بعض مصادر انبعاثات غازات الدفيئة بلا تكاليف اجتماعية صافية أو بتكلفة اجتماعية صافية قليلة إلى الحد الذي يتيح استفادة السياسات من الفرص التي لا يُندم عليها (القسمان ٧-٣-٤ و٩-٢-١):

- عيوب السوق. يمكن، مقارنة بالممارسة الحالية، تقليل تكاليف القطاع الخاص عن طريق الحد من مواطن القصور السوقية والمؤسسية وسائر العقبات التي تحول دون اعتماد تدابير ذات مردودية للحد من الانبعاثات.
- الفوائد الإضافية. ستكون لتدابير تخفيف آثار تغير المناخ تأثيرات في أمور مجتمعية أخرى. فعلى سبيل المثال سيؤدي الحد من انبعاثات الكربون، في كثير من الحالات، إلى الحد في الوقت نفسه من تلوث الهواء على الصعيدين المحلي والإقليمي. ويُحتمل أن يكون لاستراتيجيات التخفيف أثر أيضاً في قطاعي النقل والزراعة، وممارسات استخدام الأراضي، وإدارة النفايات؛ كما سيكون لها تأثير في مسائل أخرى موضع قلق فيما يتعلق بالمجتمع مثل التوظيف وتأمين الطاقة. بيد أن الآثار لن تكون كلها آثاراً إيجابية؛ فانتقاء السياسات وتصميمها بعناية يمكن أن يضمنا بصورة أفضل حدوث آثار إيجابية وأن يقلل التأثيرات السلبية إلى أدنى حد. وفي بعض الحالات قد يكون حجم الفوائد الإضافية المترتبة على التخفيف معادلاً لتكاليف تدابير التخفيف مما يزيد من احتمالية عدم الندم على الرغم من صعوبة إعداد التقديرات واتساع نطاق تفاوتها (الأقسام ٧-٣-٣ و٨-٢-٤ و٩-٢-٢ و٩-٢-٨ و٩-٢-١٠).
- العائدات المضاعفة. تُدر الوسائل المتبعة (مثل الضرائب والرخص المبيعة) إيرادات على الحكومات. وهذه الإيرادات إذا استُخدمت في تمويل خفض الضرائب المحدثة للاختلالات والمفروضة حالياً ("إعادة تدوير الإيرادات") فإنها تقلل التكلفة الاقتصادية للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. ويعتمد حجم هذا التعويض على الهيكل الضريبي القائم ونوع التخفيضات الضريبية وظروف سوق العمل وطريقة إعادة التدوير. وفي ظل بعض الأحوال قد تفوق الفوائد الاقتصادية تكاليف التخفيف (الأقسام ٧-٣-٣ و٨-٢-٢ و٩-٢-١).

١٣- وتتفاوت تقديرات تكاليف بلدان المرفق باء لبروتوكول كيوتو فيما بين الدراسات والمناطق كما هو مشار إليه في الفقرة ١١، وتعتمد اعتماداً شديداً على الفرضيات المتعلقة باتباع آليات كيوتو وتفاعلاتها مع التدابير المحلية. والغالبية العظمى من الدراسات التي تتناول وتقارن هذه التكاليف هي نماذج دولية للطاقة الاقتصاد. ويشير تسع من هذه الدراسات إلى التأثيرات

(١٠) تُعرَّف الفرص التي لا يُندم عليها في هذا التقرير، وكذلك في تقرير التقييم الثاني، بأنها الخيارات التي فوائدها، مثل انخفاض تكاليف الطاقة وانخفاض انبعاثات الملوثات المحلية/ الإقليمية، تعادل أو تفوق تكاليفها بالنسبة للمجتمع، باستثناء فوائد تغير المناخ المتجنب. وهي تُعرَّف أيضاً بأنها خيارات ذات تكلفة سالبة. والفرص التي لا يُندم عليها ممثلة بالفجوة بين إمكانيات السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية في الشكل ٤ (ملخص لواضعي السياسات).

(١١) الاتفاق الطوعي هو اتفاق بين سلطة حكومية وطرف خاص أو أكثر، كما أنه التزام من جانب واحد، تعترف به سلطة عامة، بتحقيق غايات بيئية أو بتحسين الأداء البيئي على نحو يتجاوز مجرد الامتثال.

التالية في الناتج المحلي الإجمالي[١٢] (الأقسام ٧–٣–٥ و٨–٣–١ و٩–٢–٣ و١٠–٤–٤):

بلدان المرفق الثاني[١٣]: في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات بين بلدان المرفق باء[١٤] تبين معظم الدراسات العالمية انخفاضاً يتراوح تقريباً بين ٢ر٠٪ و٢٪ في الناتج المحلي الإجمالي المتوقع فيما يخص مختلف مناطق بلدان المرفق الثاني. ويتراوح الانخفاض المتوقع في الناتج المحلي الإجمالي المقدر بين ١ر٠٪ و١ر١٪ في عام ٢٠١٠ في حالة الاتجار في جميع رخص إطلاق الانبعاثات فيما بين بلدان المرفق باء[١٥]. وتتضمن هذه الدراسات مجموعة كبيرة من الفرضيات كما هو مبين في الفقرة ١١. وتفترض النماذج التي وردت فيها تلك النتائج الاستفادة التامة من الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات دون تكاليف للمعاملات. وتفترض النتائج الخاصة بالحالات التي لا تتيح اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات الاتجار الكامل على المستوى المحلي داخل كل منطقة من المناطق. ولا تشمل النماذج مصارف الكربون ولا غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون. كما أنها لا تشمل آلية التنمية النظيفة ولا خيارات التكلفة السالبة ولا الفوائد الإضافية ولا إعادة تدوير الإيرادات المستهدفة.

وبالنسبة إلى كل المناطق تتأثر التكاليف بالعوامل التالية:

- القيود على اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، وارتفاع تكاليف المعاملات في تنفيذ الآليات، وعدم كفاءة التنفيذ المحلي هي أمور يمكن أن تزيد التكاليف.
- إدراج الإمكانيات التي لا يُندم عليها[١٠] والمحددة في الفقرة ١٢، واستخدام آلية التنمية النظيفة ومصارف الكربون، وإدراج غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون هي أمور يمكن أن تقلل التكاليف. ويمكن أن تتفاوت التكاليف من بلد إلى آخر تفاوتاً أوسع نطاقاً.

وتبين النماذج أن آليات كيوتو هامة في مكافحة مخاطر ارتفاع التكاليف في بلدان معينة، وبهذا يمكن أن تكمل آليات السياسات المحلية. ويمكن بالمثل أن تقلل آليات كيوتو إلى أقصى حد من مخاطر التأثيرات الدولية المجحفة وتساعد على تحديد مستوى التكلفة الحدية. وتبين دراسات النمذجة العالمية المعروضة فيما تقدم أن التكاليف الحدية الوطنية الناتجة عن تحقيق أهداف كيوتو تتراوح بين ٢٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون و٦٠٠ دولار أمريكي/ طن كربون تقريباً في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وتتراوح بين ١٥ دولاراً أمريكياً/ طن كربون و١٥٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون تقريباً في حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات. وقد يعتمد تقليل التكاليف نتيجة اتباع هذه الآليات على تفاصيل التنفيذ، بما في ذلك توافق الآليات والقيود وتكاليف المعاملات المحلية والدولية.

الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية: وبالنسبة إلى معظم هذه البلدان تتراوح الآثار المترتبة في الناتج المحلي الإجمالي بين زيادة لا تُذكر وزيادة مقدارها عدة نقاط مئوية. ويتضح من ذلك أن فرص تحسين كفاءة استخدام الطاقة غير متاحة لبلدان المرفق الثاني. وفي ظل الفرضيات الخاصة بالتحسين الهائل لكفاءة استخدام الطاقة و/ أو حالات الركود الاقتصادي المستمر في بعض البلدان قد تتجاوز الكميات المخصصة من الانبعاثات الانبعاثات المقدرة في فترة الالتزام الأولى. وتبين النماذج في هذه الحالة زيادة في الناتج المحلي الإجمالي نتيجة الإيرادات المتحققة من الاتجار في الكميات المخصصة. بيد أنه بالنسبة إلى بعض الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية سيكون لتنفيذ بروتوكول كيوتو أثر في الناتج المحلي الإجمالي مماثل للأثر المترتب بالنسبة لبلدان المرفق الثاني.

---

(١٢) تعطي دراسات أخرى عديدة، تدمج على نحو أدق الخصائص القطرية وتنوع السياسات المستهدفة، مجموعة أكبر من تقديرات التكلفة الصافية (القسم ٨–٢–٢).

(١٣) بلدان المرفق الثاني: هي مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)، بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي .(OECD)

(١٤) بلدان المرفق باء: هي مجموعة البلدان المدرجة في المرفق باء ببروتوكول كيوتو والتي وافقت على هدف لانبعاثات غازات الدفيئة الصادرة منها، بما فيها بلدان المرفق الأول (بصيغته المعدلة عام ١٩٩٨) باستثناء تركيا وبيلاروس.

(١٥) يمكن استعمال مقاييس عديدة لعرض التكاليف. فعلى سبيل المثال إذا كانت التكاليف السنوية التي تتحملها البلدان المتقدمة وترتبط بتحقيق أهداف كيوتو في حالة اتجار جميع بلدان المرفق باء في حدود ٥ر٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي فإن هذا يمثل ١٢٥ بليون (١٠٠٠ مليون) دولار أمريكي في السنة أو ١٢٥ دولاراً أمريكياً لكل شخص بحلول عام ٢٠١٠ في بلدان المرفق الثاني (فرضيات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات). ويعادل هذا تأثيراً في معدلات النمو الاقتصادي على مدى عشر سنوات مقداره أقل من ١ر٠٪ سنوياً.

١٤- وتقدر دراسات المردودية البالغ نطاقها قرناً من الزمان أن تكاليف تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تزيد بانخفاض مستوى التركيزات ويمكن أن يكون للمستويات الأساسية المختلفة تأثير قوي في التكاليف المطلقة. وعلى الرغم من زيادة طفيفة في التكاليف عند الانتقال من مستوى التركيز ٧٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم إلى مستوى التركيز ٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم فإن هناك زيادة أكبر في التكاليف عند الانتقال من مستوى ٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم إلى مستوى ٤٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم إن لم تكن الانبعاثات منخفضة جداً في سيناريو المستوى الأساسي. ولكن هذه النتائج لا تشمل تنحية أيونات الكربون، ولا غازات أخرى غير ثاني أكسيد الكربون، ولا تبحث الأثر الممكن أن يترتب على تحديد أهداف أكثر طموحاً في التغير التكنولوجي المستحث[١٦]. وتعتمد التكاليف المرتبطة بكل مستوى من مستويات التركيز على عوامل عديدة منها سعر الخصم، والتوزيع الزمني للحد من الانبعاثات، والسياسات والتدابير المتبعة، وخصوصاً اختيار سيناريو المستوى الأساسي: على سبيل المثال فيما يتعلق بالسيناريوهات التي تتسم بالتركيز على التنمية المستدامة المحلية والإقليمية تقل كثيراً التكاليف الإجمالية للتثبيت عند مستوى معين عنها في السيناريوهات الأخرى[١٧] (الأقسام ٢-٥-٢ و٨-٤-١ و١٠-٤-٦).

١٥- ومع بذل أي جهد لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة تتوزع التكاليف والفوائد على القطاعات توزعاً غير متساو، ويمكن بدرجات متفاوتة تقليل تكاليف التخفيف باتباع سياسات ملائمة. ومن الأيسر، عموماً، تحديد الأنشطة التي تتحمل تكاليف اقتصادية مقارنة بالأنشطة التي قد تجني فوائد، كما أن التكاليف الاقتصادية أكثر مباشرة وتركيزاً وتأكيداً. ومع اتباع سياسات التخفيف يُرجح أن يتضرر اقتصادياً إنتاج الفحم وربما النفط والغاز وبعض القطاعات الكثيفة الاستهلاك للطاقة. ويمكن توقع استفادة صناعات أخرى منها الصناعات والخدمات المعتمدة على الطاقة المتجددة في الأجل الطويل نتيجة التغيرات في الأسعار، وتوافر الموارد المالية وغيرها من الموارد التي سيكون قد جرى من ناحية أخرى تخصيصها للصناعات الكثيفة الإطلاق للكربون. وقد تؤدي سياسات مثل إلغاء دعم الوقود الأحفوري إلى زيادة الفوائد المجتمعية الإجمالية من خلال تحقيق مكاسب في الكفاءة الاقتصادية مع إمكان توقع تقليل آليات كيوتو من التكلفة الاقتصادية الصافية لبلوغ أهداف المرفق باء. وهناك أنواع أخرى من السياسات، كالسياسات التي تقدم إعفاءات للصناعات الكثيفة الإطلاق للكربون، تعيد توزيع التكاليف ولكنها تزيد التكلفة المجتمعية الإجمالية في الوقت ذاته. ويبين معظم الدراسات أن الآثار التوزعية لضريبة الكربون قد تلحق آثاراً سلبية بدخل المجموعات المنخفضة الدخل ما لم تُستخدم العائدات الضريبية استخداماً مباشراً أو غير مباشر في تعويض هذه الآثار (القسم ٩-٢-١).

١٦- ويُحتمل أن تكون للقيود المفروضة على الانبعاثات في بلدان المرفق الأول آثار راسخة تماماً وإن كانت آثاراً متفاوتة[١٨] زغير مباشرةس في البلدان غير الواردة في المرفق الأول. (القسمان ٨-٣-٢ و٩-٣).

البلدان المصدرة للنفط غير الواردة في المرفق الأول: تعطي التحليلات تكاليف متفاوتة، بما في ذلك، ضمن أمور أخرى، انخفاض الناتج المحلي الإجمالي المتوقع وانخفاض عائدات النفط المتوقعة[١٩]. وتبين الدراسة التي تعطي أقل التكاليف انخفاضاً قدره ٢ر.٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وأقل من ٠٥ر٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع في حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، في سنة ٢٠١٠[٢٠]. وتشير

(١٦) التغير التكنولوجي المستحث هو مجال بحثي مستجد. ولم يعط أي من الكتابات التي استُعرضت في تقرير التقييم الثالث بشأن العلاقة بين النطاق القرني لتركيزات وتكاليف ثاني أكسيد الكربون أية نتائج للنماذج التي تستخدم التغير التكنولوجي المستحث. وتبين النماذج التي تستخدم التغير التكنولوجي المستحث، في بعض الظروف، أن التركيزات على نطاق قرن من الزمان يمكن أن تتفاوت مع زيادة مماثلة في الناتج المحلي الإجمالي ولكن في ظل نظم سياسات مختلفة (القسم ٨-٤-١-٤).

(١٧) انظر الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات) فيما يخص تأثير السيناريوهات المرجعية في حجم جهود التخفيف اللازمة لبلوغ مستوى معين للتثبيت.

(١٨) تشتمل الآثار غير المباشرة الآثار الاقتصادية فحسب دون الآثار البيئية.

(١٩) ترد في الجدول ٩-٤ من التقرير الأساسي تفاصيل ست دراسات جرى استعراضها.

(٢٠) يمكن التعبير عن هذه التكاليف المقدرة باعتبارها فروقاً في معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٠. وينخفض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بمقدار ٠٢ر٠ في المائة سنوياً في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وفي حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات ينخفض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بمقدار ٠٠٥ر٠٪ سنوياً.

الدراسة التي تعطي أعلى تكاليف انخفاض عائدات النفط المتوقعة إلى نسبة ٢٥٪ في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، و١٣٪ في حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، في سنة ٢٠١٠. ولا تضع هذه الدراسات في الحسبان سياسات وتدابير[٢١]، غير اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، يمكن أن تقلل التأثير في البلدان المصدرة للنفط غير الواردة في المرفق الأول، ولهذا فهي تنزع إلى المبالغة في التكاليف التي تتحملها هذه البلدان والتكاليف الإجمالية.

ويمكن زيادة الحد من الآثار الواقعة على هذه البلدان عن طريق إلغاء دعم الوقود الأحفوري وإعادة هيكلة ضرائب الطاقة حسب محتوى الكربون، وزيادة استعمال الغاز الطبيعي، وتنويع اقتصادات البلدان المصدرة للنفط غير الواردة في المرفق الأول.

- البلدان الأخرى غير الواردة في المرفق الأول: قد تتأثر سلباً بانخفاض الطلب على صادراتها إلى دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، وبزيادة أسعار المنتجات الكثيفة الاستهلاك للكربون وغيرها من المنتجات التي مازالت تستوردها. وقد تستفيد هذه البلدان من انخفاض أسعار الوقود وزيادة صادرات المنتجات الكثيفة الاستهلاك للكربون ونقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئياً. وتعتمد المحصلة النهائية لبلد ما على العامل المهيمن من هذه العوامل. وبسبب التعقيدات يظل تصنيف الرابحين والخاسرين تصنيفاً غير يقيني.
- تسرب الكربون[٢٢] : قد يؤدي النقل المحتمل لبعض الصناعات الكثيفة الإطلاق للكربون إلى البلدان غير الواردة في (المرفق الأول)، واتساع التأثيرات في التدفقات التجارية استجابة لتغير الأسعار، إلى تسرب في حدود ٥–٢٠٪ (القسم ٨–٣–٢–٢). والإعفاءات التي تحصل عليها الصناعات التي وجد أنها كثيفة الاستهلاك للطاقة، على سبيل المثال، تجعل التقديرات الأعلى في النماذج لتسرب الكربون غير مرجحة، ولكنها ستزيد التكلفة الكلية.

وقد يفضي نقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئياً، غير المشمول في النماذج، إلى انخفاض التسرب وكذلك على وجه الخصوص في الأجل الأطول، إلى أكثر من معادلة تأثير التسرب.

سبل ووسائل التخفيف

١٧– يلزم للنجاح في تنفيذ خيارات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة تخطي العديد من العقبات الفنية والاقتصادية والسياسية والثقافية والاجتماعية والسلوكية و/ أو المؤسسية التي تحول دون الاستفادة التامة من الفرص التكنولوجية والاجتماعية لخيارات التخفيف هذه. وتتفاوت فرص التخفيف المحتملة وأنواع العقبات من إقليم لإقليم ومن قطاع لقطاع وبمرور الوقت. وسبب هذا هو التفاوت الواسع في القدرة على التكيف. فالفقراء في أي بلد لديهم فرص محدودة للتكيف مع التكنولوجيات أو مع التغير في سلوكهم الاجتماعي، ولاسيما إذا لم يكونوا جزءاً من الاقتصاد النقدي؛ وبإمكان معظم البلدان الاستفادة من التمويل الابتكاري والإصلاح المؤسسي وإزالة العقبات التي تعترض التجارة. وفي البلدان الصناعية تكمن الفرص المستقبلية بصفة أساسية في إزالة العقبات الاجتماعية والسلوكية؛ أما في البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية فتكمن هذه الفرص في ترشيد الأسعار؛ وفي البلدان النامية تكمن هذه الفرص في ترشيد الأسعار وزيادة سبل الحصول على البيانات والمعلومات والموارد المالية والتدريب وبناء القدرات. بيد أن فرص أي بلد من البلدان يمكن أن تكمن في إزالة أي عقبتين مجتمعتين فأكثر (الأقسام ١–٥ و٥–٣ و٥–٤).

١٨–ويمكن أن تكون الاستجابات الوطنية لتغير المناخ أشد فعالية إذا نُشرت كمجموعة وسائل خاصة بالسياسات من أجل التقليل أو الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وقد تشمل مجموعة الوسائل الخاصة بالسياسات المناخية الوطنية – حسب الأحوال

(٢١) تشمل هذه السياسات والتدابير: السياسات والتدابير المتعلقة بالغازات غير ثاني أكسيد الكربون، ومصادر جميع الغازات غير المنتجة للطاقة، والمعاوضات من المصارف، وإعادة هيكلة الصناعة (من منتجي الطاقة إلى مقدمي إمداداتها على سبيل المثال)، واستعمال القوة السوقية لمنظمة الدول المصدرة للنفط، واتخاذ إجراءات (من جانب الأطراف في المرفق باء مثلاً) فيما يتعلق بالتمويل والتأمين ونقل التكنولوجيا. وبالإضافة إلى هذا لا تشمل الدراسات نمطياً السياسات والتأثيرات التالية التي يمكن أن تقلل التكلفة الإجمالية للتخفيف: استخدام العائدات الضريبية في تقليل العبء الضريبي أو تمويل تدابير التخفيف الأخرى، والفوائد الإضافية البيئية المترتبة على خفض استعمال الوقود الأحفوري، والتغير التكنولوجي المستحث من سياسات التخفيف.

(٢٢) يُعرف تسرب الكربون هنا بأنه الزيادة الحادثة في الانبعاثات في البلدان غير الواردة في (المرفق باء) نتيجة تنفيذ الحد من الانبعاثات في بلدان المرفق باء معبراً عنها بنسبة مئوية من الحد من الانبعاثات في بلدان (المرفق باء).

الوطنية – ضرائب الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة، والرخص القابلة للتداول التجاري أو غير القابلة للتداول التجاري، وتقديم و/ أو إزالة الإعانات، ونظم الإيداع/ الاسترداد، ومقاييس التكنولوجيا أو الأداء، وشروط مزيج الطاقة، وحظر المنتجات، والاتفاقات الطوعية، والإنفاق والاستثمار الحكوميين، ودعم البحث والتطوير. وقد تطبق كل حكومة على حدة معايير تقييم مختلفة مما يمكن أن يفضي إلى مجموعات وسائل مختلفة. ولا تعطي الكتابات عموماً أية أفضلية لأي وسيلة معينة خاصة بالسياسات. ويمكن أن تكون الوسائل القائمة على الأسواق ذات مردودية في حالات كثيرة. وتستخدم على نطاق واسع مقاييس كفاءة استخدام الطاقة واللوائح المنظمة للأداء، وقد تكون ذات مردودية في العديد من البلدان وخاصة حيثما كانت القدرة على إدارتها متقدمة. وتُستخدم على نطاق واسع مقاييس كفاءة الطاقة ولوائح تنظيم الأداء، وقد تكون هذه المقاييس واللوائح فعالة في بلدان كثيرة وقد تسبق أحياناً الوسائل القائمة على السوق. وزاد في الآونة الأخيرة تواتر استخدام الاتفاقات الطوعية، والتي قد تسبق اتخاذ تدابير أشد صرامة. ويزداد التشديد على الحملات الإعلامية ووضع العلامات البيئية وتسويق المنتجات غير الضارة بالبيئة، وحدها أو مع إعانات تحفيزية لتوجيه وتشكيل سلوك المستهلكين أو المنتجين. وتعتبر أعمال البحث والتطوير المدعومة من الحكومة أو من القطاع الخاص هامة للتقدم في استعمال ونقل تكنولوجيات التخفيف في الأجل الطويل بما يتجاوز الأسواق أو الإمكانيات الاقتصادية الحالية. (القسم ٦–٢).

١٩– ويمكن تعزيز فعالية تخفيف آثار تغير المناخ عند تكامل السياسات المناخية مع الأهداف غير المناخية لتطوير السياسات الوطنية والقطاعية وتحويلها إلى استراتيجيات انتقالية واسعة النطاق تستهدف تحقيق التغييرات الاجتماعية والتكنولوجية الطويلة الأجل اللازمة لكل من التنمية المستدامة وتخفيف آثار تغير المناخ وتماماً مثلما يمكن أن تحقق السياسات المناخية فوائد إضافية تحسن الرفاه يمكن أن تحقق السياسات غير المناخية فوائد أيضاً. وقد يتسنى الحد بصورة كبيرة من انبعاثات غازات الدفيئة عن طريق العمل على تحقيق الأهداف المناخية من خلال السياسات الاجتماعية الاقتصادية العامة. وفي بلدان كثيرة يمكن أن تتفاوت كثافة الكربون في نظم الطاقة حسب برامج أوسع نطاقاً للسياسات الخاصة بتطوير البنية الأساسية للطاقة وبالتسعير والضرائب. وقد يتيح اعتماد أحدث التكنولوجيات السليمة بيئياً فرصة خاصة للتنمية السليمة بيئياً مع تجنب الأنشطة الكثيفة الإطلاق لانبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن أن يعزز الاهتمام المحدد نقل تلك التكنولوجيات إلى المؤسسات التجارية الصغيرة والمتوسطة الحجم. وعلاوة على هذا فإن وضع الفوائد الإضافية المناخية في الحسبان في الاستراتيجيات الشاملة للتنمية الوطنية يمكن أن يقلل العقبات السياسية والمؤسسية التي تحول دون اتخاذ إجراءات خاصة بالمناخ تحديداً (الأقسام ٢–٢–٣ و٢–٤–٤ و٢–٤–٥ و٢–٥–١ و٢–٥–٢ و١٠–٣–٢ و١٠–٣–٤).

٢٠– وقد تساعد الإجراءات المنسقة بين البلدان والقطاعات على تقليل تكاليف التخفيف، وتتصدى للشواغل التنافسية، وللتعارضات المحتملة مع قواعد التجارة الدولية، وتسرب الكربون. ويمكن لمجموعة بلدان تريد الحد من الانبعاثات الجماعية لغازات الدفيئة الصادرة منها أن تتفق على اتباع وسائل دولية مصممة جيداً. والوسائل المقيّمة في هذا التقرير والتي يحددها بروتوكول كيوتو هي الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات (ET)، والتنفيذ المشترك (JI)، وآلية التنمية النظيفة (CDM)، ومن الوسائل الدولية المقيّمة أيضاً في هذا التقرير الضرائب المنسقة أو المتسقة المفروضة على الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة، وضريبة على الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة، والتكنولوجيات ومقاييس جودة المنتجات، والاتفاقات الطوعية مع الصناعات، والنقل المباشر للموارد المالية والتكنولوجيا، وتنسيق تهيئة بيئات مواتية مثل تخفيض دعم الوقود الأحفوري. وبعض هذه الأمور يوضع في الحسبان بالنسبة إلى بعض المناطق فقط حتى الآن (الأقسام ٦–٣ و٦–٤–٢ و١٠–٢–٧ و١٠–٢–٨).

٢١– وعملية اتخاذ القرارات الخاصة بتغير المناخ هي في الأساس عملية تسلسلية يكتنفها عدم اليقين بوجه عام. وتوحي الكتابات بأن وضع استراتيجية حصيفة للتصدي للمخاطر أمر يتطلب النظر بعناية في العواقب (البيئية والاقتصادية على السواء)، واحتماليتها وموقف المجتمع من المخاطر. وهذا الأخير يُحتمل أن يختلف من بلد لآخر، بل ربما يختلف من جيل لآخر. ومن ثم يؤكد هذا التقرير استنتاج تقرير التقييم الثاني (SAR) أن قيمة تحسين المعلومات عن عمليات وتأثيرات تغير المناخ واستجابات المجتمع لها يحتمل أن تكون قيمة كبيرة. وقد يتعين اتخاذ قرارات بشأن السياسات المناخية، القريبة الأجل، بينما مازال هدف التثبيت يخضع للنقاش. وتقترح الكتابات أن يتخذ بالتدريج قرار يستهدف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. وسيقتضي هذا أيضاً موازنة المخاطر التي ينطوي عليها اتخاذ إجراءات غير كافية أو مفرطة. وليست المسألة المعنية هي "تحديد أفضل مسار في السنوات المائة القادمة" ولكنها "تحديد أفضل مسار في الأجل القريب نظراً لتغير المناخ الطويل الأجل وما يرتبط به من عدم اليقين" (القسم ١٠–٤–٣).

٢٢- ويؤكد هذا التقرير استنتاج تقرير التقييم الثاني (SAR) أن من شأن الإجراءات المبكرة، بما فيها مجموعة إجراءات لتخفيف الانبعاثات وتطوير التكنولوجيا والحد من عدم اليقين العلمي، أن تزيد المرونة في التقدم نحو تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. ويختلف مزيج الخيارات المنشود باختلاف الزمان والمكان. وتشير دراسات النمذجة الاقتصادية المجراة منذ تقرير التقييم الثاني إلى أن التحول القريب الأجل التدريجي من نظام الطاقة الحالي في العالم إلى نظام اقتصادي أقل إطلاقاً للكربون، يقلل إلى أدنى حد من تكاليف تراجع الطاقة الرأسمالية الموجودة قبل الأوان، كما أنه يتيح الوقت اللازم لتطوير التكنولوجيا، ويتجنب الوقوع مبكراً في أسر الأجيال الأولى من التكنولوجيا القليلة الانبعاثات والآخذة في التطور بسرعة. ومن ناحية أخرى فإن من شأن الإجراءات القريبة الأجل والأسرع أن تقلل المخاطر البيئية المرتبطة بالتغيرات المناخية السريعة.

كما أنها ستحفز سرعة نشر التكنولوجيات الموجودة القليلة الانبعاثات، وتوفر حوافز قريبة الأجل وقوية للتغيرات التكنولوجية في المستقبل والتي يمكن أن تساعد على تجنب الوقوع في أسر التكنولوجيات الكثيفة الإطلاق للكربون، وتتيح إحكام تحديد الأهداف فيما بعد إذا رئي أنها مستصوبة على ضوء الفهم العلمي الآخذ في التطور. (الأقسام ٢-٣-٢ و٢-٥-٢ و٨-٤-١ و١٠-٤-٢ و١٠-٤-٣).

٢٣- وهناك علاقة ترابط ذات محاور ثلاثة بين الفعالية البيئية لنظام دولي ما، ومردودية السياسات المناخية، والإنصاف في الاتفاقات. ومن الممكن تصميم أي نظام دولي بطريقة تزيد كفاءته وإنصافه. وتعرض الكتابات المقيّمة في هذا التقرير بشأن إقامة تحالفات في نظم دولية استراتيجيات مختلفة تدعم تحقيق هذه الغايات، بما في ذلك زيادة التشجيع على الانضمام إلى نظام من خلال التوزيع الملائم للجهود وتقديم الحوافز. وفي حين أن تركيز التحليل والتفاوض ينصب غالباً على تقليل تكاليف النظم فإن الكتابات تسلم أيضاً بأن وضع أي نظام فعال بشأن تغير المناخ يجب أن يولي اهتماماً إلى التنمية المستدامة والقضايا غير الاقتصادية (القسمان ١-٣ و١٠-٢).

الفجوات في المعرفة

٢٤- منذ التقييمات السابقة الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تحقق تقدم في فهم الجوانب العلمية والفنية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية لتخفيف آثار تغير المناخ. بيد أنه يلزم إجراء مزيد من البحوث من أجل تعزيز التقييمات المقبلة والحد من عدم اليقين بقدر الإمكان لكي تتاح معلومات كافية لوضع السياسات فيما يتعلق بالاستجابة لتغير المناخ، بما في ذلك البحوث في البلدان النامية.

وفيما يلي الأولويات العالية لتضييق الفجوات أكثر فأكثر بين المعارف ووضع السياسات في الوقت الحاضر:

- مواصلة استكشاف ما تنطوي عليه خيارات الابتكار التكنولوجي والاجتماعي من إمكانيات إقليمية وقطرية وإمكانيات خاصة بقطاعات محددة. ويشمل هذا البحوث الخاصة بالإمكانيات والتكاليف القصيرة والمتوسطة والطويلة الأجل المتعلقة بثاني أكسيد الكربون وغازات غير ثاني أكسيد الكربون وخيارات التخفيف غير الخاصة بالطاقة، وفهم انتشار التكنولوجيا في مختلف الأقاليم، وتحديد الفرص السانحة في مجال الابتكار الاجتماعي مما يؤدي إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة، والتحليل الشامل لتأثير تدابير التخفيف في تدفقات الكربون داخل وخارج النظام الأرضي، وبعض البحث الأساسي في مجال الهندسة الجيولوجية.
- القضايا الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية المتعلقة بتخفيف آثار تغير المناخ في البلدان النامية. وتشمل المجالات ذات الأولوية: تحليل خيارات وعقبات التخفيف الخاصة بأقاليم معينة، وتأثيرات تقييم الإنصاف، والمنهجيات المناسبة ومصادر البيانات المحسنة الخاصة بتخفيف آثار تغير المناخ، وبناء القدرات في مجال التقييم المتكامل، وتعزيز البحوث والتقييمات المستقبلية، ولاسيما في البلدان النامية.
- منهجيات تحليل إمكانيات خيارات التخفيف وتكاليفها، مع الاهتمام الخاص بإمكانية مقارنة النتائج. وتشمل الأمثلة عقبات التمييز والقياس التي تحول دون اتخاذ إجراءات للحد من انبعاثات غازات الدفيئة؛ وجعل تقنيات نمذجة التخفيف أكثر اتساقاً وقابلية للاستنساخ وأيسر منالاً؛ وتعلم تكنولوجيا النمذجة؛ وتحسين الأدوات التحليلية لتقييم الفوائد الإضافية مثل توزيع تكاليف التخفيض على غازات الدفيئة وسائر الملوثات؛ والتحليل المنتظم لمدى اعتماد التكاليف على فرضيات المستوى الأساسي فيما يتعلق بمختلف سيناريوهات تثبيت غازات الدفيئة؛ ووضع أطر تحليلية للقرارات من أجل التصدي لعدم اليقين والمخاطر الاجتماعية الاقتصادية والإيكولوجية في وضع السياسات المناخية؛ وتحسين

النماذج والدراسات العالمية وفرضياتها واتساقها في معاملة البلدان والمناطق غير الواردة في المرفق الأول، وتقديم تقارير عنها.

- تقييم خيارات تخفيف آثار تغير المناخ في سياق التنمية والاستدامة والإنصاف. وتشمل الأمثلة استكشاف المسارات الخيارية للتنمية، بما فيها أنماط الاستهلاك المستدامة في جميع القطاعات، ومنها قطاع النقل؛ والتحليل المتكامل للتخفيف والتكيف؛ وتحديد فرص التآزر بين السياسات المناخية المحددة والسياسات العامة التي تعزز التنمية؛ ودمج الإنصاف داخل الأجيال وفيما بينها في تحليل تخفيف آثار تغير المناخ؛ وتقييم مدى الإنصاف؛ وتحليل التأثيرات العلمية والفنية والاقتصادية المترتبة على الخيارات في ظل مجموعة منوعة كبيرة من نظم التثبيت.

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١:
التخفيف

ملخص فني

تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

لقد قبل هذا الملخص إلا أنه لم يوافق عليه بالتفصيل خلال الدورة السادسة للفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (أكرا، غانا – ٢٨/٢ – ٣/٣/٢٠٠١). ويعني "قبول" تقارير الهيئة في دورة للفريق العامل أو الهيئة أن المادة لم تخضع لمناقشات، وموافقة على أساس سطر بسطر. ومع ذلك، يقدم وجهة نظر شاملة وموضوعية ومتوازنة عن الموضوع.

الكتاب الرئيسيون

طارق بنوري (باكستان)، تيري باركر المملكة المتحدة)، إغور باشماكوف (الاتحاد الروسي)، كورنيليس بلوك (هولندا)، جون كرستنسن (الدانمرك)، أوغنليد دافيدسون (سيراليون)، مايكل غروب (المملكة المتحدة)، كريستن هالسنايز (الدانمرك)، كاترينس جيبما (ألمانيا)، بيكا كاوبي (فنلندا)، أولي كراتلييا (الاتحاد الروسي)، آلان كروبنيك (الولايات المتحدة)، لامبيرت كويبرس (هولندا)، سنور كفير ندوك (لنرويج)، أنيل ماركانديا (المملكة المتحدة)، بيرت ميتز (هولندا)، ويليام موماو (الولايات المتحدة)، خوسيه روبرتو موريرا (البرازيل)، تسوينيوكي موريتا (اليابان)، جياشوا بان (الصين)، لين برايس (الولايات المتحدة)، ريتشارد رايشيلز (الولايات المتحدة)، جون روبنسون (كندا)، جايانت جاتاي (الولايات المتحدة)، روب سوارت (هولندا)، كاناكو تاناكا (اليابان)، توميهيرو تانيجوشي (اليابان)، فرينك طوث (ألمانيا)، تيم تايلور (المملكة المتحدة)، جون وايانت (الولايات المتحدة).

محرر الاستعراض:

راجيندرا باتشوري (الهند)

١ – نطاق التقرير

١–١ معلومات أساسية

كُلف الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٩٨، من جانب الجلسة العامة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتقرير التقييم الثالث بتقييم الجوانب العلمية والفنية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية للتخفيف من تغير المناخ. وعلى ذلك، جرى تغيير التفويض الممنوح للفريق العامل من التقييم التخصصي في الغالب للبعدين الاقتصادي والاجتماعي لتغير المناخ (بما في ذلك التكيف) في تقرير التقييم الثاني إلى تقييم متعدد التخصصات لخيارات التحكم في انبعاثات غازات الدفيئة (و/ أو) زيادة مصارفها.

وبعد صدور تقرير التقييم الثاني، استمر إجراء البحوث في مجال التخفيف من تغير المناخ والتي كانت تتأثر جزئيا بالتغييرات السياسية مثل الموافقة على (بروتوكول كيوتو) كملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ لعام ١٩٩٧، وترد هذه البحوث في هذا التقرير. كما يعتمد التقرير على عدد من التقارير الخاصة الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ[(١)]. والاجتماعات التي تشترك الهيئة في رعايتها واجتماعات الخبراء التي عقدت في ١٩٩٩ و٢٠٠٠ وخاصة لدعم عملية وضع تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية. ويسير هذا الملخص على نسق الفصول العشرة الواردة في التقرير.

١–٢ توسيع سياق التخفيف من تغير المناخ

يضع هذا الفصل التخفيف من تغير المناخ، وسياسة التخفيف ومحتويات بقية التقرير ضمن السياق الأشمل للتنمية والإنصاف والاستدامة. ويبين هذا السياق الظروف والمبادئ الصريحة التي وضعتها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ سعيا إلى تحقيق الهدف النهائي المتمثل في تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. وتفرض اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية ثلاثة شروط على هدف التثبيت هي: أنه ينبغي 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 قدما في التنمية الاقتصادية على نحو مستدام" (المادة ٢). كما تنص على العديد من المبادئ لتوجيه هذه العملية: الإنصاف، والمسؤوليات المشتركة وإن كانت متمايزة، والتحوط، والتدابير التي تحقق مردودية تكلفتها والحق في التنمية المستدامة، ودعم النظام الاقتصادي الدولي المفتوح (المادة ٣).

وقد حاولت تقارير التقييم السابقة للهيئة الحكومية الدولية تيسير هذا المسعى من خلال وصف التكنولوجيات وصكوك السياسات وتوصيفها ومقارنتها مما يفيد استخدامها في بلوغ عملية التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة بطريقة لها كفاءتها وتحقق مردودية تكاليفها. ويمضي هذا التقييم بهذه العملية قدما من خلال إدراج التحليلات الأخيرة عن تغير المناخ التي تضع عمليات تقييم السياسات في سياق التنمية المستدامة. ويتفق توسيع السياق هذا مع تطور الدراسات المتعلقة بتغير المناخ والأهمية التي تستندها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ للتنمية المستدامة – بما في ذلك الاعتراف بأن "للأطراف الحق في التنمية المستدامة وينبغي أن تعمل على تعزيزها" (المادة ٣–٤). ولذا، فإنه يقطع شوطا إلى الأمام في سد الثغرات التي كانت في التقارير السابقة.

ويشمل تغير المناخ تفاعلات معقدة بين العمليات المناخية والبيئية والاقتصادية والسياسية والمؤسسية والاجتماعية والتكنولوجية. ولا يمكن معالجة هذا الأمر أو فهمه بمعزل عن الأهداف المجتمعية الأوسع نطاقا (مثل الإنصاف أو التنمية المستدامة) أو غير ذلك من مصادر الإجهاد القائمة أو المحتملة في المستقبل. واتساقا مع هذه التعقيدات، ظهرت نسق متعددة لتحليل تغير المناخ وما يتصل به من تحديات. وينطوي الكثير منها على شواغل تتعلق بالتنمية والإنصاف والاستدامة (وإن كانت بصورة جزئية ومتدرجة) في إطارها وتوصياتها. ويؤكد كل نسق بعض عناصر المشكلة ويركز على بعض فئات الاستجابات بما في ذلك، على سبيل المثال، تصميم السياسة المثلى، وبناء القدرات على تقييم وتنفيذ السياسات، وتعزيز التكامل بين التخفيف من تغير المناخ و/ أو التكيف وغير ذلك من الأهداف المجتمعية، والسياسات الرامية إلى التعلم من المجتمع. ولذا، فإن هذه النسق تتكامل مع بعضها البعض ولا يستبعد

(١) وخاصة التقرير الخاص بشأن الطيران والغلاف الجوي العالمي، والتقرير الخاص بشأن القضايا المنهجية والتكنولوجية في مجال نقل التكنولوجيا، والتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات والتقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والغابات.

بعضها الآخر.

ويجمع هذا الفصل بين ثلاث فئات عريضة من التحليل والتي تختلف لا من حيث أهدافها النهائية بل من حيث نقاط بدايتها وأدوات التحليل المفضلة. وتبدأ النهج الثلاثة بالانشغال، على التوالي، بالكفاءة ومردودية التكاليف والإنصاف والتنمية المستدامة والاستدامة العالمية، والتعلم من المجتمع. ويكمن الفرق بين النسق الثلاثة المختارة في نقاط بدايتها وليس في أهدافها النهائية. وبصرف النظر عن نقطة بداية التحليل، تحاول الكثير من الدراسات، بطريقتها الخاصة، إدراج جوانب انشغال أخرى. فعلى سبيل المثال، تحاول الكثير من التحليلات التي تتناول التخفيف من تغير المناخ من زاوية مردودية التكاليف إدراج اعتبارات الإنصاف والاستدامة من خلال معالجة مواضيع التكاليف والمنافع والرفاه. كذلك فإن فئة الدراسات التي تحركها بقوة اعتبارات الإنصاف فيما بين البلدان تميل إلى إبراز بأن الإنصاف مطلوب لضمان أن تستطيع البلدان النامية متابعة أهدافها الداخلية الخاصة بالتنمية المستدامة – وهو مفهوم يشمل العناصر الضمنية للاستدامة والكفاءة. كذلك، فإن المحللين الذين يركزون على الشواغل ذات الصلة بالاستدامة العالمية، أرغمهم منطقهم الخاص على عمل قضية من موضوع الكفاءة العالمية – الذي توضع نماذجه في الغالب في شكل فك الارتباط بين الإنتاج وتدفق المواد – والإنصاف على مستوى المجتمع. وبأسلوب آخر، فإن كل منظور من هذه المناظير الثلاثة دفع الكتاب إلى البحث عن وسائل لإدراج الشواغل التي تقع خارج نطاق نقطة البداية الأولية الخاصة بهم. وتبحث جميع فئات التحليل في العلاقة بين التخفيف من تغير المناخ مع جميع الأهداف الثلاثة – التنمية والإنصاف والاستدامة، وإن كان ذلك بطرق مختلفة تتكامل مع بعضها بدرجة كبيرة في كثير من الأحيان. ومع ذلك، فإنها تضع إطارا للقضايا بصورة مختلفة وتركز على المجموعات المختلفة من العلاقات السببية، وتستخدم أدوات مختلفة للتحليل، وتأتي في كثير من الأحيان باستنتاجات مختلفة بعض الشئ.

ولا يوجد أي افتراض بأن أي منظور معين للتحليل هو الأنسب على أي مستوى. وعلاوة على ذلك، ينظر إلى المناظير الثلاثة على أنها تكافلية بدرجة كبيرة. وكانت التغيرات الهامة هي أساسا في أنواع الأسئلة التي وجهت وأنواع المعلومات التي يرجى السعي للحصول عليها. والواقع أن الدراسات قد اتسعت لإضافة قضايا جديدة وأدوات جديدة مما يدرج لا أن يستبعد التحليلات المدرجة في المناظير الأخرى. ويمكن فهم مدى ونطاق تحليلات سياسة المناخ على أنها توسع تدريجي في أشكال ومدى حالات عدم اليقين التي يعرب المحللون عن استعدادهم وقدرتهم على معالجتها.

والمنظور الأول في تحليل سياسة المناخ هو مردودية التكاليف. فهو يمثل مجال التحليل التقليدي لسياسة المناخ الذي عرض بصورة جيدة في تقارير التقييم من الأول إلى الثالث. وكان الدافع المباشر أو غير المباشر عموما لهذه التحليلات هو مسألة ما هو القدر من التخفيف الذي يحقق أكبر قدر من مردودية التكاليف بالنسبة للاقتصاد العالمي ابتداء من اسقاطات أساسية معينة لانبعاثات غازات الدفيئة، مما يعكس مجموعة نوعية من الاسقاطات الاجتماعية والاقتصادية. وفي نطاق هذا الإطار، تشمل القضايا الهامة قياس أداء مختلف التكنولوجيات وإزالة الحواجز (مثل الإعانات) التي تعوق تنفيذ هذه السياسات المرشحة والتي تسهم، على الأرجح، في الحد من الانبعاثات. وكان تركيز التحليل هنا، من بعض النواحي، على تحديد طرق تتسم بالكفاءة من خلال تفاعلات سياسات التخفيف والتنمية الاقتصادية، المتأثرة باعتبارات الإنصاف والاستدامة وليست موجهة أساسا بها. وعند هذا المستوى، فإن تحليل السياسات كان يأخذ المؤسسات وأذواق الأفراد دائما تقريبا، كما هي، أي افتراضات قد تصلح لعقد أو عقدين ولكنها قد تصبح موضع شك خلال عدة عقود.

وكان الدافع إلى توسيع نطاق تحليل سياسة المناخ والمناقشات لإدراج اعتبارات الإنصاف هو معالجة لا تأثيرات تغير المناخ وسياسات التخفيف على رفاه العالم ككل فحسب، بل وتأثيرات تغير المناخ وسياسات التخفيف على الاختلالات فيما بين الدول وداخلها. ولقد تقدمت الدراسات الخاصة بالإنصاف وتغير المناخ بدرجة كبيرة خلال العقدين الأخيرين، إلا أنه لا يوجد توافق في الآراء بشأن ما يشكل العدالة. وما أن يتم إدراج قضايا الإنصاف في خطة التقييم، فإنها تصبح عناصر هامة في تحديد البحث عن سبل تتسم بالكفاءة للتخفيف من الانبعاثات. وأصبحت الدراسات الكبيرة التي أشارت إلى أن من الممكن أن تتعرض السياسات البيئية لعقبات أو للوقف بسبب أولئك الذين يعتبرونها غير عادلة، ذات صلة بالموضوع. وفي ضوء هذه النتائج، أصبح من الواضح كيف ولماذا أن أي تصور واسع النطاق بأن استراتيجية التخفيف غير عادلة، سوف يخلق معارضة لهذه الاستراتيجية ربما إلى حد تحويلها إلى استراتيجية غير مثالية (أو حتى غير ممكنة مثلما الحال لو أن البلدان المدرجة في المرفق الأول لم تشترك فيها إطلاقا). والواقع أن بعض تحليلات مردودية التكاليف مهدت الطريق أمام تطبيق هذه الدراسات من خلال بيان حساسية بعض تدابير الإنصاف لتقييم السياسات والمنظور الوطني والسياق الإقليمي. وقد أبرزت، فعلا، تحليلات مردودية التكاليف حساسية مماثلة للتدابير الأخرى

المتعلقة بالتنمية والاستدامة. وكما أشير سلفا، فإن التحليلات التي تبدأ من شواغل الإنصاف ركزت إلى حد كبير على احتياجات البلدان النامية وخاصة على الالتزام الذي أعرب عنه في المادة ٣-٤ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للمضي قدما في التنمية المستدامة. وتختلف البلدان في الطرق التي تنطوي على انعكاسات درامية بالنسبة للمعدلات الأساسية للسيناريو ونطاق خيارات التخفيف التي يمكن دراستها. وتتوقف سياسات المناخ التي هي ممكنة و/ أو مستحسنة في بلد بعينه، اعتمادا كبيرا على توافر مواردها ومؤسساتها وعلى أهدافها العامة بما في ذلك تغير المناخ باعتباره مجرد عنصر واحد. وقد يؤدي إدراك هذا التنافر إلى نطاق مختلف من خيارات السياسات أكبر مما كان يعتبر محتملا حتى ذلك الوقت وقد يكشف عن الاختلافات في قدرات قطاعات مختلفة قد يمكن أيضا أن تعزز من إدراكها لما يمكن أن يضطلع بها العناصر الفعالة غير الحكومية في تحسين قدرتها على التخفيف.

والمنظور الثالث هو الاستدامة العالمية والتعلم من المجتمع. وفي حين كانت الاستدامة قد أدرجت في التحليلات بعدد من الطرق، فإن فئة من الدراسات أخذت قضية الاستدامة العالمية باعتبارها نقطة البداية الخاصة بها. وتركز هذه الدراسات على المسارات البديلة لمتابعة الاستدامة العالمية ومعالجة القضايا مثل الفصل بين النمو وتدفق الموارد وذلك مثلا من خلال نظم إنتاج المعلومات الايكولوجية والبنية الأساسية قليلة الموارد، والتكنولوجيات الملائمة والفصل بين الرفاه والإنتاج مثلا من خلال مستويات الأداء المتوسطة، والتوزيع الإقليمي لنظم الإنتاج وتغيير أنماط الحياة. وثمة طريقة شائعة لتحديد المعوقات والفرص في إطار هذا المنظور تتمثل في تحديد حالات الاستدامة في المستقبل لإقرار الإمكانية والاستحسان. ويؤدي ذلك في حالة البلدان النامية إلى عدد من الاستراتيجيات الممكنة التي قد تختلف اختلافا كبيرا عن تلك التي اتبعتها البلدان المتقدمة في السابق.

٣-١ إدراج مختلف المناظير

يؤدي توسيع نطاق المناقشات بشأن الكيفية التي تستجيب بها الدول لتحديد التخفيف حتى يمكن إدراج قضايا مردودية التكاليف والكفاءة والتوزيع ضيق التعريف، والإنصاف المعرف بطريقة أشمل، والاستدامة إلى إضافة تعقيدات ضخمة إلى مشكلة اكتشاف أفضل طريقة للاستجابة لخطر تغير المناخ. والواقع، أن إدراك أن هذه المجالات المتعددة هي عناصر ذات صلة تعقد من المهمة المناطة بواضعي السياسات والمفاوضين الدوليين من خلال فتح مداولاتهم على قضايا تتجاوز حدود مشكلة تغير المناخ في حد ذاتها. ولهذا، فإن إدراكهم يؤكد أهمية إدراج الفكر العلمي في الطائفة الواسعة من السياقات ذات الصلة بالسياسات الجديدة وإن كان ذلك ليس من أجل بعض الاهتمامات الأكاديمية المجردة أو الاهتمامات المحددة الضيقة التي تقدمها مجموعة صغيرة من الباحثين أو الدول. فقد تم تعريف مردودية التكاليف والإنصاف والاستدامة بأنها قضايا رئيسية حددها واضعو مسودة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية وتعتبر جزءا أساسيا من التكليف المناط بواضعي مسودات تقرير التقييم الثالث. ولذا، فإن التكامل بين مجالات مردودية التكاليف والإنصاف والاستدامة يتصل اتصالا عميقا بالمداولات المتعلقة بالسياسات وفقا لحرفية وروح اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ ذاتها.

وتبين الدراسات التي يجرى وضعها للتأثير في التخفيف من تغير المناخ، بصورة مطردة، أن السياسات التي تتجاوز مجرد خفض انبعاثات غازات الدفيئة من نقطة أساسية معينة للتقليل من التكاليف يمكن أن تكون شديدة الفعالية في الحد من انبعاثات هذه الغازات. ولذا، فإن نسق الحافظة في التعامل مع السياسات والتحليلات يعتبر أكثر فعالية من الاعتماد المطلق على مجموعة ضيقة من صكوك السياسات أو أدوات التحليل. فإلى جانب المرونة التي يمكن أن توفرها طائفة واسعة من صكوك السياسات وأدوات التحليل لواضعي السياسات لتحقيق أهداف المناخ، فإن إدراج أهداف أخرى تتعلق بالسياسات بصورة صريحة يزيد أيضا من احتمال "الشراء" لسياسات المناخ من جانب بزيادة عدد المشاركين. وعلى وجه الخصوص سوف توسع من نطاق خيارات "لا يندم عليها"(٢). وأخيرا، يمكن أن تساعد في وضع السياسات بما يتوافق مع الأهداف القصيرة والمتوسطة وطويلة الأجل.

غير أن نسق الحافظة يتطلب، لكي يكون فعالا، الموازنة بين تكاليف وتأثيرات مجموعة عريضة من السياسات وفقا لقائمة طويلة من الأهداف. ويتعين على المداولات الخاصة بالمناخ أن تدرس الانعكاسات على المناخ من السياسات التي تصمم بالدرجة الأولى لمعالجة طائفة واسعة من القضايا بما في

(٢) في هذا التقرير، كما في تقرير التقييم الثاني، فإن خيارات "لا يندم عليها" تعرف بأنها تلك الخيارات التي تكون منافعها مثل انخفاض تكاليف الطاقة وانخفاض الانبعاثات الملوثات المحلية/ الإقليمية تعادل أو تفوق تكاليفها بالنسبة للمجتمع باستثناء منافع تلافي تغير المناخ. وتعرف أيضا بخيارات التكاليف السلبية.

ذلك التنمية والإنصاف والاستدامة، فضلا عن التأثيرات المحتملة لسياسات المناخ على تحقيق هذه الأهداف. ويجري، كجزء من هذه العملية، تقدير تكاليف الفرص البديلة وقياس تأثيرات كل صك مقابل المعايير المتعددة التي تحددها هذه الأهداف المتعددة. وعلاوة على ذلك، زيد عدد واضعي القرارات أو أصحاب الشأن الذين ستجرى دراستهم بما يتجاوز قدرة واضعي السياسات الوطنيين والمفاوضين الدوليين على ضم العناصر الحكومية والمحلية والمجتمعية والأسرية فضلا عن المنظمات غير الحكومية.

ويستخدم تعبير "المنافع الإضافية" في كثير من الأحيان في الدراسات للتعبير عن التأثيرات الجانبية أو الثانوية لسياسات تخفيف تغير المناخ على المشكلات الأخرى غير انبعاثات غازات الدفيئة مثل خفض تلوث الهواء المحلي والإقليمي المرتبط بالحد من الوقود الأحفوري والتأثيرات غير المباشرة على بعض القضايا مثل النقل والزراعة وأساليب استخدام الأراضي والمحافظة على التنوع البيولوجي وفرص العمل وأمن الوقود. ويشار إلى هذه المسائل في بعض الأحيان بأنها "تأثيرات إضافية" لتعكس حقيقة أن المنافع قد تكون في بعض الأحيان سلبية[٣]. كما أدخل مفهوم "قدرة التخفيف" باعتبارها وسيلة ممكنة لإدراج النتائج المستمدة من تطبيق المناظير الثلاثة في المستقبل. وتشمل العناصر المحددة للقدرة على التخفيف من تغير المناخ توافر الخيارات التكنولوجية والمتعلقة بالسياسات، والحصول على الموارد للموافقة على الاضطلاع بتلك الخيارات. وهذه العناصر المحددة هي بؤرة تركيز جانب كبير من تقرير التقييم الثالث. غير أن قائمة هذه العناصر أطول من ذلك. كما تعتمد قدرة التخفيف على خصائص البلد المعني التي تيسر المضي قدما في التنمية المستدامة أي توزيع الموارد والتمكين النسبي لمختلف قطاعات السكان، ومصداقية واضعي القرارات الذين تم تمكينهم، والدرجة التي تستكمل بها أهداف المناخ الأهداف الأخرى، والحصول على المعلومات والتحليلات الموثوقة، والرغبة في العمل على أساس هذه المعلومات، والقدرة على توزيع المخاطر بين كل جيل وفيما بين الأجيال وغير ذلك. ونظرا لأن العناصر المحددة لقدرة التخفيف هي في جوهرها تلك الخاصة بالمفهوم الممثل للقدرة التكييفية الواردة في تقرير الفريق العامل الثاني، فإن هذا المناخ قد يوفر إطارا متكاملا لتقييم مجموعتي الخيارات.

٢- سيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة

٢-١ السيناريوهات

يتعين إلقاء نظرة طويلة الأجل على تعدد احتمالات المستقبل لدراسة المخاطر القصوى لتغير المناخ، وتقييم التفاعلات الأساسية مع الجوانب الأخرى للنظم البشرية والبيئية، وتوجيه استجابات السياسات. وتوفر السيناريوهات وسائل مرتبة لتنظيم المعلومات وإلقاء نظرات ثاقبة على الاحتمالات.

ويصف كل سيناريو من سيناريوهات التخفيف عالم معين في المستقبل بكل خصائصه الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المعنية، ولذا، فإنها تحتوي، ضمنا، أو صراحة على معلومات عن التنمية والإنصاف والاستدامة. ونظرا لأن الفرق بين سيناريوهات الحالة المرجعية وسيناريوهات التثبيت والتخفيف هو مجرد إضافة السياسة المناخية المقصودة، فإن الأمر قد يتمثل في أن الفروق في الانبعاثات بين سيناريوهات الحالة المرجعية أكبر من تلك القائمة بين أي سيناريو منها ونسخته الخاصة بالتثبيت أو التخفيف.

ويقدم هذا القسم عرضا عاما لثلاث دراسات سيناريوهاتيه: سيناريوهات التخفيف العام التي أعدت منذ تقرير التقييم الثاني والسيناريوهات السردية الموجودة في دراسات المستقبل العامة وسيناريوهات التخفيف التي تستند إلى سيناريوهات مرجعية جديدة وضعت في إطار التقرير الخاص للانبعاثات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية.

٢-٢ سيناريوهات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة

يتناول التقرير نتائج ٥١٩ سيناريو للانبعاثات الكمية من ١ ١٨٨ مصدرا أعدت أساسا بعد عام ١٩٩٠. ويركز الاستعراض على ١٢٦ سيناريو للتخفيف تغطي الانبعاثات العالمية، وتنطوي على نطاق زمني يشمل القرن القادم. وتعتبر التحسينات التكنولوجية عنصرا أساسيا في جميع سيناريوهات التخفيف العامة.

(٣) في هذا التقرير يستخدم تعبير زالمنافع المشتركة في بعض الأحيان للإشارة إلى المنافع الإضافية الناجمة عن خيارات السياسات التي تنفذ لأغراض شتى في نفس الوقت، اعترافا بأن معظم السياسات التي تصمم لمعالجة انبعاثات غازات الدفيئة مسوغات أخرى، غالبا ما لا تقل أهمية عن ذلك، مثل تلك ذات الصلة بأهداف التنمية والاستدامة والإنصاف. غير أن منافع تجنب تغير المناخ لا تشملها المنافع الجانبية أو المشتركة (أنظر أيضا القسم ٢٢-٧).

واستنادا إلى نوع التخفيف، تقع السيناريوهات في أربع فئات هي سيناريوهات تثبيت التركيزات، وسيناريوهات تثبيت الانبعاثات، وسيناريوهات المسار الآمن للانبعاثات الآمن وسيناريوهات أخرى للتخفيف. وتشمل جميع السيناريوهات التي استعرضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من الطاقة. كما يشمل العديد منها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن التغييرات في استخدام الأراضي والعمليات الصناعية وغير ذلك من غازات الدفيئة الهامة.

وتراعي خيارات السياسات المستخدمة في استعراض سيناريوهات التخفيف نظم الطاقة والعمليات الصناعية واستخدام الأراضي، وتعتمد على البناء النموذجي الكامن وراءها. وتطبق معظم السيناريوهات ضرائب كربون بسيطة أو تفرض قيودا على مستويات الانبعاثات أو التركيزات. كما طبقت الأهداف الإقليمية في النماذج مع بعض التفاصيل الإقليمية. وتطبق التجارة بتراخيص الانبعاثات في الأعمال التي تمت مؤخرا. وتستخدم بعض النماذج سياسات تطبق التكنولوجيا الداعمة لجانب العرض في حين يؤكد البعض الآخر على التكنولوجيا الكفأة الداعمة لجانب الطلب.

ويشكل توزيع خفض الانبعاثات بين الأقاليم قضية مستمرة. ولم تقدم سوى بعض الدراسات وخاصة التي تمت مؤخرا افتراضات واضحة بشأن عمليات التوزيع هذه في السيناريوهات التي وضعتها. وتقدم بعض الدراسات التجارة بالانبعاثات العالمية بوصفها آلية للحد من تكاليف التخفيف.

وتشكل التحسينات التكنولوجية عنصرا أساسيا في سيناريوهات التخفيف العامة.

وقد أسفر التحليل التفصيلي لخصائص ٣١ سيناريو لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم[٤] (وسيناريوهاتها الأساسية) عن العديد من النقاط البارزة:

- ثمة نطاق واسع في خطوط الأساس مما يبين تنوع الافتراضات ذات الصلة أساسا بالنمو الاقتصادي وإمدادات الطاقة مخفضة الكربون. وتميل سيناريوهات النمو الاقتصادي المرتفع إلى افتراض ارتفاع مستويات التقدم في كفاءة تكنولوجيات الاستخدامات النهائي. غير أنه تبين أن خفض حدة الكربون يعتمد اعتمادا كبيرا على افتراضات النمو الاقتصادي. ويبين نطاق الاتجاهات في المستقبل اختلافات كبيرة بين السيناريوهات التي تتناول الدول المتقدمة. ولا يوجد الكثير من التوافق فيما يتعلق باتجاهات المستقبل في الدول النامية.
- تتباين سيناريوهات التثبيت المستعرضة عند ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم فيما يتعلق بنطاقات فترة الخفض وتوزيع خفض الانبعاثات بين الأقاليم. وقد أشارت بعض السيناريوهات إلى أن التجارة بالانبعاثات قد تقلل تكاليف التخفيف الشاملة، وقد تؤدي إلى زيادة التخفيف في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ونطاق سياسات التخفيف المفترضة نطاق واسع للغاية. وبصفة عامة، فإن السيناريوهات التي يوجد بها تطبيق مفترض للتدابير عالية الكفاءة في خط الأساس تكشف عن ضيق نطاق تطبيق تدابير كفاءة أخرى في سيناريوهات التخفيف. وينشأ ذلك جزئيا عن افتراضات المدخلات النموذجية التي لا تفترض وجود إنجازات تكنولوجية كبيرة. وعلى العكس من ذلك، فإن سيناريوهات خط الأساس التي تنطوي على خفض كبير في حدة الكربون تكشف عن زيادة خفض حدة الكربون في سيناريوهاتها الخاصة بالتخفيف.

ولم تشر سوى مجموعة صغيرة من الدراسات إلى تخفيف غازات أخرى غير ثاني أكسيد الكربون. وتشير هذه الدراسات إلى أن انخفاض حجم انبعاثات غازات الدفيئة يمكن تحقيقه بتكاليف منخفضة من خلال إدراج الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون، وأن من الممكن التحكم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغيرها من الانبعاثات لإبطاء الزيادة في درجة حرارة الغلاف الجوي بصورة تكفي لتحقيق الأهداف المناخية التي تفترضها هذه الدراسات، وأن من الممكن التخفيف من غاز الميثان بسرعة أكبر مما يحقق تأثيرات مباشرة على الغلاف الجوي تفوق تلك الناشئة عن تخفيف ثاني أكسيد الكربون.

ومن الواضح، عموما، أن سيناريوهات التخفيف

(٤) لا تعني الإشارة إلى مستوى تركيز معين استحسانا متفق عليه للتثبيت عند هذا المستوى. ويستند اختيار رقم ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم إلى حقيقة أن معظم الدراسات التي تحلل هذا المستوى، ولا يعني ذلك أية موافقة على هذا المستوى باعتباره هدفا لسياسات التخفيف من تغير المناخ.

وسياسات التخفيف ترتبط بقوة بسيناريوهات خط الأساس الخاصة بها إلا أنه لم ينشر أي تحليل منظم عن العلاقة بين سيناريوهات التخفيف وتلك الخاصة بخط الأساس.

٢-٣ سيناريوهات مستقبل العالم

لم تدرس سيناريوهات مستقبل العالم بصورة محددة أو افرادية انبعاثات غازات الدفيئة. إذ أنها، بدلا من ذلك، عبارة عن "قصص" أكثر عمومية عن عوالم المستقبل المحتملة. ويمكن أن تستكمل عمليات تقييم سيناريوهات الانبعاثات الكمية لأنها تدرس الأبعاد التي لا تخضع للتقدير الكمي مثل الإدارة والهياكل والمؤسسات الاجتماعية، والتي تعتبر، رغم ذلك مهمة لنجاح سياسات التخفيف. وتبين معالجة هذه القضايا والمناظير المختلفة الواردة في القسم الأول: فعالية التكاليف (و/ أو) الكفاءة والإنصاف.

وأسفر مسح لهذه الدراسات عن عدد من النقاط الثاقبة ذات الصلة بسيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة والتنمية المستدامة. فأولا، حدد علماء المستقبل طائفة عريضة من الظروف المستقبلية التي تتراوح بين متغيرات التنمية المستدامة إلى انهيار النظم الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. ونظرا لأن قيم المستقبل للدوافع الاقتصادية والاجتماعية الكامنة وراء الانبعاثات قد تتباين تباينا شاسعا، فإن من المهم تصميم السياسات المناخية لكي تصمد أمام ظروف المستقبل شديدة الاختلاف.

وثانيا، تميل سيناريوهات مستقبل العالم التي تبين انخفاض انبعاثات غازات الدفيئة إلى أن تبرز تحسن الإدارة وزيادة الإنصاف والمشاركة السياسية والحد من الصراعات وتحسن نوعية البيئة. كما أنها تميل إلى إظهار زيادة كفاءة الطاقة والتحول إلى مصادر طاقة أخرى غير احفورية (و/ أو) التحويلات إلى اقتصاد ما بعد الصناعة (المعتمد على الخدمات)، ويميل السكان إلى الاستقرار عند مستويات منخفضة نسبيا في كثير من الحالات بفضل زيادة الرخاء والتوسع في توفير تنظيم الأسرة وتحسين حقوق وفرص النساء. وثمة انعكاس رئيسي يتمثل في أن سياسات التنمية المستدامة يمكن أن تسهم إسهاما كبيرا في الحد من الانبعاثات.

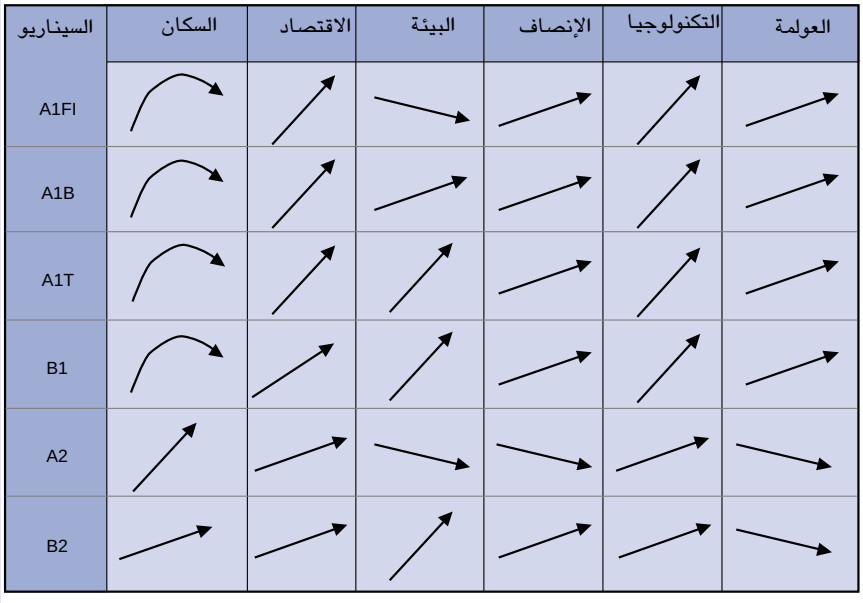
ثالثا، تتسق التوليفات المختلفة للقوى الدافعة مع سيناريوهات انخفاض الانبعاثات التي تتفق والنتائج الواردة في التقرير الخاص لسيناريوهات الانبعاثات (SRES). ويبدو أن انعكاسات ذلك تشير إلى أن من المهم دراسة الصلات بين سياسة المناخ وغيرها من السياسات والظروف المرتبطة باختيار طريق المستقبل بالمعنى العام.

٢-٤ التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

وضعت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ست مجموعات جديدة لسيناريوهات مرجعية خاصة بانبعاثات غازات الدفيئة نظمت في أربع زمرس من السيناريوهات، ونشرت في شكل التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات (SRES). وتؤكد الزمرتان A1 و A2 من السيناريوهات التنمية الاقتصادية إلا أنهما تختلفان فيما يتعلق بدرجة التلاحم الاقتصادي والاجتماعي. ويؤكد B1 و B2 التنمية المستدامة إلا أنهما تختلفان أيضا من حيث درجة التلاحم (انظر الإطار TS. 1). وعموما استخدمت ستة نماذج في إنتاج الأربعين سيناريو التي تتألف منها مجموعات السيناريوهات الست.وقد اختير ست من هذه السيناريوهات، التي ينبغي اعتبارها سليمة على قدم الإنصاف، لتوضيح المجموعة الكاملة للسيناريوهات. وتشمل هذه السيناريوهات الستة سيناريوهات دليلية لكل عالم من العوالم فضلا عن اثنين من السيناريوهات AIFI و AIT اللذين يوضحان تطورات تكنولوجيا الطاقة البديلة في عالم AI (انظر الشكل TS.1).

وتؤدي سيناريوهات التقرير الخاص إلى النتائج التالية:

- يمكن أن تؤدي التوليفات البديلة لمتغيرات قوى الدفع إلى مستويات وهيكل متماثل لاستخدام الطاقة وأنماط استخدام الأراضي والانبعاثات.
- توجد احتمالات هامة لمزيد من التشعبات في اتجاهات التنمية في المستقبل في إطار كل زمرة سيناريوهات.
- ملامح الانبعاثات دينامية في طائفة سيناريوهات التقرير الخاص. وهي تعرض لانعكاسات للاتجاهات، وتوضح الانبعاثات المحتملة المشتركة بين مختلف السيناريوهات.
- يشمل وصف التطورات المحتملة في المستقبل حالات غموض وعدم يقين متأصلة. ولا يوجد ببساطة تطور محتمل واحد دون غيره (على النحو الوارد، مثلا في بعض المفاهيم مثل "سيناريو الحالة على ما هي عليه"). ويزيد منسق النماذج المتعددة من قيمة مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص (SRES) نظرا لأن من الممكن عدم فصل اليقين في اختيار افتراضات مدخلات النموذج بصورة صريحة عن سلوك النموذج النوعي وما يتصل به من حالات عدم يقين في وضع النموذج.



الشكل ١: الاتجاهات النوعية لسيناريوهات التقرير الخاص

الإطار ١ سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

الزمرة .A1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة A1 عالما مستقبليا من النمو الاقتصادي السريع للغاية وسكان العالم الذين يبلغ عددهم ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك، والأخذ المتسارع بتكنولوجيات جديدة وأكثر كفاءة. والمواضيع الأساسية الرئيسية هي التقارب بين الأقاليم وبناء القدرات وزيادة التفاعل الثقافي والاجتماعي، مع انخفاض كبير في الفروق الإقليمية في دخل الفرد. وتنقسم زمرة السيناريوهات A1 إلى ثلاث مجموعات تصف الاتجاهات الخيارية للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة. وتتميز المجموعات الثلاثة المنبثقة عن الزمرة A1 بتركيزها على التكنولوجيا: الاستعمال الكثيف للوقود الأحفوري (المجموعة A1FI)، أو مصادر الطاقة غير الوقود الأحفوري (المجموعة A1T)، أو التوازن بين جميع المصادر (المجموعة A1B) (حيث يُعرف التوازن بأنه عدم الاعتماد الشديد جدا على مصدر واحد معين من مصادر الطاقة، بافتراض أن معدلات تحسين مماثلة تنطبق على جميع إمدادات الطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائي).

الزمرة .A2 تبين الوقائع المنظورة والزمرة A2 عالما بالغ التباين. والموضوع الأساسي هو الاعتماد على الذات والمحافظة على الهويات المحلية. وتتقارب أنماط الخصوبة عبر الأقاليم ببطء شديد، مما يؤدي إلى زيادة مستمرة في عدد السكان. وتكون التنمية الاقتصادية موجهة إقليميا في المقام الأول ويكون معدل النمو الاقتصادي والتغير التكنولوجي، حسب الفرد، أكثر تجزؤا وأشد بطئا من الوقائع المنظورة الأخرى.

الزمرة .B1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B1 عالما متقاربا

بنفس عدد السكان، الذي يبلغ ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك، المبين في الوقائع المنظورة A1، ولكن مع تغير سريع في الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد الخدمات والمعلومات وانخفاض كثافة استخدام المواد، واعتماد تكنولوجيات نظيفة وأكثر كفاءة فيما يتعلق باستعمال الموارد. وينصب التركيز على إيجاد حلول عالمية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك تعزيز الإنصاف ولكن دون اتخاذ مبادرات مناخية إضافية.

الزمرة .B2 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B2 عالما ينصب فيه التركيز على الحلول الوطنية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. إنه عالم فيه زيادة مستمرة في عدد السكان بمعدل أقل من المعدل المذكور في الزمرة A2، ومستويات متوسطة للتنمية الاقتصادية، وتغير تكنولوجي أقل سرعة وأكثر تنوعا من التغير التكنولوجي المشار إليه في الوقائع المنظورة B1 و .A1 وعلى الرغم من أن السيناريو موجه صوب حماية البيئة والإنصاف الاجتماعي فإنه يركز على المستويات المحلية والإقليمية. وقد أختير سيناريون توضيحي لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات الست A1B و A1F1 و A1T و A2 و B1 و .B2 وينبغي اعتبارها جميعا متساوية في صحتها.

ولا تشمل سيناريوهات التقرير الخاص بشأن السيناريوهات مبادرات مناخية إضافية؛ مما يعني أنه ليست هناك سيناريوهات مدرجة تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف بروتوكول كيوتو الخاصة بالانبعاثات.

٢-٥ استعراض سيناريوهات التخفيف بعد التقرير الخاص

إدراكا لأهمية الخطوط الأساسية المتعددة في تقييم استراتيجيات التخفيف، قامت الدراسات الأخيرة بتحليل سيناريوهات التخفيف وعقد المقارنات بينها باستخدام سيناريوهات التقرير الخاص (SRES) في صورة خطوط أساسية لها. ويتيح ذلك إجراء تقييم في هذا التقرير لعدد ٧٦ سيناريو من "سيناريوهات التخفيف بعد التقرير الخاص" أعدتها تسعة أفرقة لوضع النماذج. وتم وضع تقديرات كمية لسيناريوهات التخفيف هذه على أساس الوقائع المنظورة لكل سيناريو من سيناريوهات التقرير الخاص الستة التي تتناول العلاقة بين نوع عالم المستقبل والقدرة على التخفيف.

وتختلف التقديرات الكمية فيما يتعلق بسيناريو خط الأساس بما في ذلك الوقائع المنظورة المفترضة، وهدف التثبيت والنموذج المستخدم. وتغطي سيناريوهات ما بعد التقرير الخاص طائفة واسعة للغاية من مسارات الانبعاثات إلا أنها أقل بصورة واضحة من الطائفة الواردة في التقرير الخاص. وتبين جميع السيناريوهات زيادة في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمرور الوقت. ويبين خفض الطاقة نطاقا أوسع بكثير من خفض ثاني أكسيد الكربون لأن الفصل بين استخدام الطاقة وانبعاثات الكربون تحدث في كثير من السيناريوهات نتيجة للتحول في مصادر الطاقة الأولية.

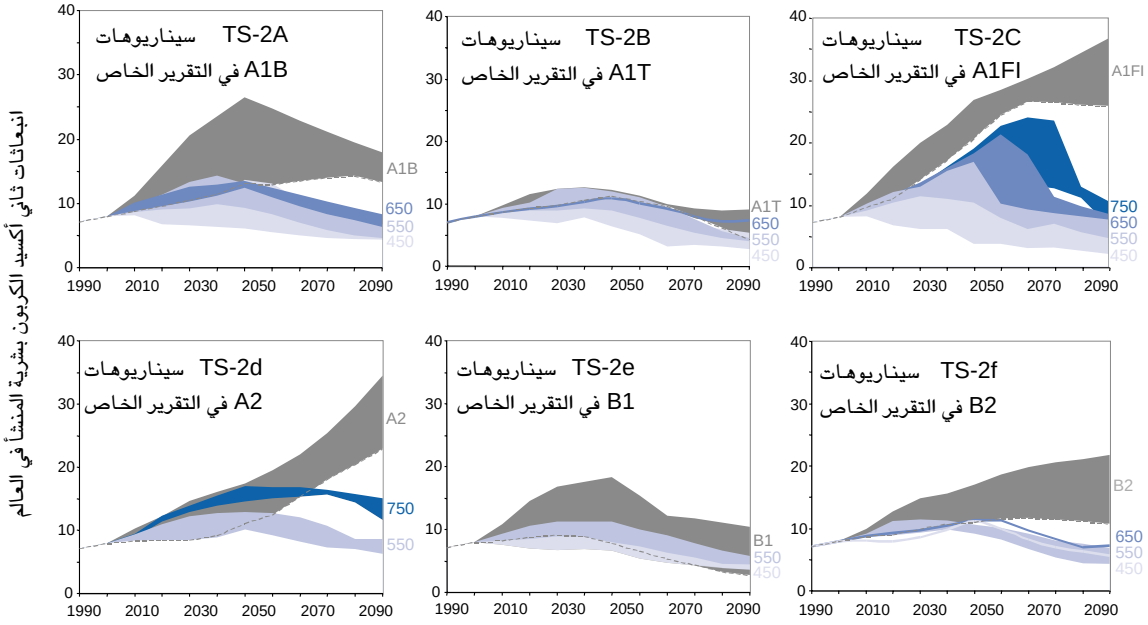
وعموما، فإنه كلما انخفض هدف التثبيت وارتفع مستوى انبعاثات خط الأساس، زاد تباعد ثاني أكسيد الكربون عن خط الأساس اللازم وحدوث ذلك في وقت مبكر. وتتطلب العوالم المشار إليها في السيناريوهات A1F1 و A1B و A2 طائفة واسعة من التكنولوجيا و/ أو تدابير السياسات وتنفيذها بصورة أقوى مما في A1T وB1 و .B2 وتتطلب حالة التثبيت عند ٤٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم حدوث الخفض الأكثر قوة في الانبعاثات في وقت أبكر مما يمكن أن يكون في حالة ٦٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم، مع انخفاض سريع جدا في الانبعاثات خلال العشرين إلى الثلاثين عاما القادمة (الشكل TS.2).

وثمة سؤال رئيسي يتعلق بالسياسات هو ما هو نوع الانخفاضات في الانبعاثات المطلوبة في المدى المتوسط (بعد فترة الالتزام بمقتضى بروتوكول كيوتو). ويشير تحليل سيناريوهات ما بعد التقرير الخاص (التي يفترض معظمها أن انبعاثات البلدان النامية ستكون دون خطوط الأساس في ٢٠٢٠) إلى إن التثبيت عند ٤٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم سوف يتطلب خفض الانبعاثات في بلدان المرفق الأول بعد عام ٢٠١٢ بما يتجاوز بدرجة كبيرة الالتزامات بمقتضى بروتوكول كيوتو. كما يشير إلى أنه لن يكون من الضروري تجاوز التزامات كيوتو (المرفق الأول) بحلول عام ٢٠٢٠ لتحقيق التثبيت عند مستوى ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم أو أعلى من ذلك. غير أنه ينبغي إدراك أن عددا من السيناريوهات يشير إلى الحاجة إلى إجراء خفض كبير في انبعاثات المرفق الأول بحلول عام ٢٠٢٠ وأن أيا من السيناريوهات لم يتضمن قيودا أخرى مثل الحد من معدل تغير درجة الحرارة.

وثمة مسألة هامة تتعلق بالسياسات أشير إليها سلفا وتتعلق بمشاركة البلدان النامية في التخفيف من الانبعاثات. وثمة نتيجة أولية لتحليل سيناريو ما بعد التقرير الخاص هي أنه إذا افترض أن ثمة حاجة إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لإحداث التثبيت في بلدان المرفق الأول فقط، فإن نصيب الفرد في المرفق الأول من الانبعاثات سوف ينخفض إلى ما دون نصيب الفرد في غير بلدان المرفق الأول خلال القرن الواحد والعشرين في جميع سيناريوهات التثبيت تقريبا، وقبل عام ٢٠٥٠ في ثلثي السيناريوهات إذا سارت انبعاثات البلدان النامية على نسق سيناريوهات خط الأساس. ويشير ذلك إلى أن هدف التثبيت ومستوى انبعاثات خط الأساس من العناصر المحددة الهامة للتوقيت عندما قد تحتاج انبعاثات البلدان النامية إلى التباعد عن خط الأساس.

وسوف تؤدي سياسة المناخ إلى خفض استخدام الفرد النهائي للطاقة في العوالم التي تركز على الاقتصاد (A1F1, A1B, A2) إلا أن ذلك لن يحدث في العوالم التي تركز على البيئة (B1 و B2). وسيكون الانخفاض في استخدام الطاقة نتيجة السياسات المناخية أكبر في المرفق الأول عنه في البلدان غير المدرجة في ذلك المرفق. غير أن تأثير سياسات المناخ على الإنصاف في نصيب الفرد في الاستخدام النهائي للطاقة النهائية سيكون أصغر بكثير من ذلك الخاص بطرق التنمية في المستقبل.

ولا يوجد طريق واحد لخفض الانبعاثات في المستقبل. وسوف يتعين على البلدان والأقاليم أن تختار الطريق الذي يناسبها. وتشير معظم نتائج النماذج إلى أن الخيارات التكنولوجية المعروفة[٥] يمكن أن تحقق طائفة عريضة من مستويات تثبيت ثاني أكسيد الكربون مثل ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم أو أدنى من ذلك خلال المائة عام القادمة أو أكثر إلا أن التنفيذ سوف يتطلب تغييرات اجتماعية واقتصادية ومؤسسية ذات صلة.



الشكل ٢: مقارنة بين السيناريوهات المرجعية وتلك الخاصة بالتثبيت. ينقسم الشكل إلى ستة أجزاء. جزء لكل مجموعة سيناريوهات مرجعية من التقرير الخاص لسيناريوهات الانبعاثات (SRES). ويبين كل جزء من الشكل نطاق مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم (جيجاطن من الكربون) من جميع المصادر البشرية المنشأ بالنسبة لمجموعة السيناريوهات المرجعية الواردة في التقرير الخاصة (مظللة باللون الرمادي) ونطاقات مختلف سيناريوهات التخفيف التي جرى تقييمها في تقرير التقييم الثالث مما يؤدي إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عن مستويات مختلفة (مظللة بالألوان). وتقدم السيناريوهات في الزمرة A1 مقسمة إلى ثلاث مجموعات (المجموعة A1B المتوازنة والشكل A2-TS) والخالية من الوقود الأحفوري (الشكل TS-2b) والكثيفة الوقود الأحفوري A1F1 (الشكل TS-2C) وتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم في الشكل TS-2e والمجموعة b2 التي تشمل التثبيت عند ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم في الشكل TS-2e. ولا تتوافر دراسات لتقدير سيناريوهات التثبيت عند ١ ٠٠٠ جزء في المليون من حيث الحجم. ويوضح الشكل أنه كلما انخفض مستوى التثبيت، زادت انبعاثات خط الأساس واتسعت الفجوة. ويمكن أن يكون الفرق بين الانبعاثات في مجموعات السيناريوهات المختلفة بنفس سعة الفجوة بين السيناريوهات المرجعية وتلك الخاصة بالتثبيت داخل المجموعة الواحدة. وتبين الخطوط المنقطة الخطوط التي تتداخل فيها النطاقات (انظر الإطار TS.1)

وتختلف خيارات التخفيف المفترضة فيما بين السيناريوهات وتعتمد اعتمادا كبيرا على البناء النموذجي. غير أن الجوانب المشتركة في سيناريوهات التخفيف تشمل تحسينات كبيرة ومستمرة في كفاءة الطاقة والتشجير فضلا عن خفض الطاقة الكربونية وخاصة الكتلة الإحيائية خلال المائة عام القادمة، والغاز الطبيعي خلال النصف الأول من القرن الحادي والعشرين. ويعتبر الاقتصاد في الطاقة وإعادة التشجير الخطوتين الأوليين المنطقتين إلا أن التكنولوجيات المبتكرة الداعمة لجانب العرض سوف تكون ضرورية في نهاية المطاف. وتشمل خيارات التعزيز الممكنة استخدام الغاز الطبيعي وتكنولوجيا الدورة المتحدة للعبور إلى مرحلة التحول إلى الوقود الأحفوري الأكثر تقدما والتكنولوجيات الخالية من الكربون مثل خلايا الوقود الهيدروجينية. وسوف تتزايد أهمية الطاقة الشمسية فضلا عن الطاقة النووية أو إزالة الكربون وتخزينه للوصول إلى عالم ترتفع فيه الانبعاثات أو انخفاض هدف التثبيت.

(٥) تشير "الخيارات التكنولوجية المعروفة" إلى التكنولوجيات العاملة أو التي تمر بمرحلة التجارب اليوم. كما أشير إلى ذلك في سيناريوهات التخفيف التي تناولها هذا التقرير. ولا تشمل أية تكنولوجيات جديدة تتطلب إنجازات تكنولوجية جوهرية. وبهذا الشكل، يمكن اعتبارها تقديرات متحفظة بالنظر إلى طول فترة السيناريو.

ويمكن أن يؤدي الجمع بين سياسات المناخ العالمية وسياسات الحد من تلوث الهواء المحلية إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة بصورة فعالة في الأقاليم النامية خلال العقدين أو الثلاثة القادمة. غير أن مراقبة انبعاثات الكبريت قد تزيد من التغير المحتمل في المناخ، وقد تستمر المبادلات الجزئية بالنسبة للسياسات البيئية في المدى المتوسط.

ويمكن ربط السياسات التي تنظم الزراعة واستخدام الأراضي ونظم الطاقة بالتخفيف من تغير المناخ. وسوف تؤدي إمدادات طاقة الكتلة الإحيائية فضلا عن امتصاص ثاني أكسيد الكربون بيولوجيا إلى توسيع نطاق الخيارات المتاحة للحد من انبعاثات الكربون على الرغم من أن سيناريوهات ما بعد التقرير الخاص (SRES) تبين أنها لا تستطيع أن توفر الجزء الأكبر من انخفاضات الانبعاثات المطلوبة. إذ يتعين أن يأتي ذلك من خيارات أخرى.

٣- الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات التخفيف

٣-١ التطورات الرئيسية في المعارف المتعلقة بالخيارات التكنولوجية للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة حتى عام ٢٠١٠-٢٠٢٠ منذ تقرير التقييم الثاني

تتطور باستمرار التكنولوجيات والممارسات الرامية إلى الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. ويركز الكثير من هذه التكنولوجيات على تحسين كفاءة طاقة الوقود الأحفوري أو استخدام الكهرباء واستحداث مصادر الطاقة منخفضة الكربون حيث أن معظم انبعاثات غازات الدفيئة (من حيث مكافئها من ثاني أكسيد الكربون) يرتبط باستخدام الطاقة. وكانت كثافة الطاقة (الطاقة المستهلكة مقسومة على الناتج المحلي الإجمالي) وكثافة الكربون (ثاني أكسيد الكربون المنبعث من احتراق الوقود الأحفوري على كمية الطاقة المنتجة) في انخفاض منذ أكثر من ١٠٠ عام في البلدان المتقدمة دون سياسات حكومية صريحة للتخلص من الكربون، وتنطوي على إمكانية المزيد من الانخفاض. فمعظم التغير من نتاج التحول عن الوقود عالي الكربون مثل الفحم إلى النفط والغاز الطبيعي من خلال تحسين كفاءة تحويل الطاقة وإدخال الطاقة المائية والنووية. كما يجرى تطوير مصادر طاقة الوقود غير الأحفوري وتنفيذها بسرعة، وهي تنطوي على إمكانيات كبيرة للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن أيضا أن يضطلع الامتصاص البيولوجي لثاني أكسيد الكربون وإزالة هذا الغاز وتخزينه دورا في الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل (انظر أيضا القسم ٤ أدناه).

وتركز التكنولوجيات والتدابير على قطاعات أخرى غير الطاقة للحد من انبعاثات ما يتبقى من غازات الدفيئة الرئيسية: أي أكسيد الكبريت وأكسيد النتروز والهيدرو فلورو كربون وسادس فلوريد الكبريت.

ومنذ تقرير التقييم الثاني، حقق العديد من التكنولوجيات تقدما أسرع مما كان منتظرا في التحليل السابق. وتشمل الأمثلة على ذلك تقديم السوق للسيارات ذات الآلات المختلطة التي تتسم بالكفاءة، والتقدم السريع في تصميم التوربينات العاملة بالرياح، وبيان تخزين أكسيد الكربون تحت الأرض، والقضاء شبه الكامل على انبعاثات أكسيد النتروز من إنتاج الأحماض الدهنية. وتتوافر الآن فرص أكبر لتحقيق كفاءة الطاقة في المباني والصناعات والنقل وإمدادات الطاقة، وغالبا ما يتم ذلك بتكاليف أقل مما كان متوقعا. وسوف تظل معظم فرص الحد من الانبعاثات تأتي بحلول عام ٢٠١٠ من زيادة كفاءة الطاقة في قطاعات الاستخدامات النهائية من خلال التحول إلى الغاز الطبيعي في قطاع الطاقة الكهربية ومن خلال الحد من إطلاق عملية غازات الدفيئة من الصناعات مثل أكسيد النتروز (N_2O) والبيرفلوروميثان (CF_4) والهيدروفلوروكربون (HFCS). وفي عام ٢٠٢٠ عندما يكون قد تم استبدال نسبة من معامل الطاقة الحالية في البلدان المتقدمة والبلدان التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية، وعندما يصبح الكثير من المعامل الجديدة قيد التشغيل في البلدان النامية، يمكن أن يبدأ استخدام مصادر الطاقة المتجددة في المساهمة في الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويمكن في المدى البعيد، أن تصبح تكنولوجيات الطاقة النووية – مع تلبية الخصائص السلبية الكافية متطلبات الأمان الصارمة والانتشار وتخزين المخلفات – بالإضافة إلى إزالة الكربون فيزيائيا وتخزينه من الوقود الأحفوري والكتلة الإحيائية – خيارات متاحة.

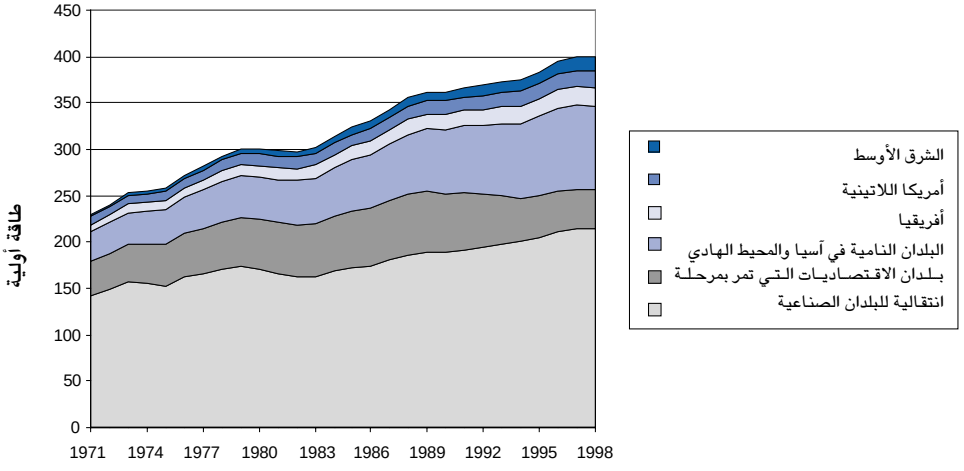
وتسير في عكس اتجاه الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية للتخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة، التنمية الاقتصادية السريعة وتسارع التغيير في بعض الاتجاهات الاقتصادية والاجتماعية والسلوكية التي تزيد من استخدام الطاقة الكلية وخاصة في البلدان المتقدمة ومجموعات البلدان النامية مرتفعة الدخل. وقد أخذت الوحدات السكنية والسيارات في كثير من البلدان في النمو من حيث الحجم كما تتزايد كثافة استخدام الأجهزة الكهربائية. ومعدات المكاتب الكهربية في المباني التجارية. وفي البلدان المتقدمة، وخاصة الولايات المتحدة، تتزايد أيضا مبيعات السيارات الأكبر حجما والأثقل وزنا والأقل كفاءة في استخدام الطاقة. ويؤدي الخفض المستمر

في أسعار الطاقة بالتجزئة أو تثبيت هذه الأسعار في أنحاء كبيرة من العالم إلى الحد من الحافز على كفاءة استخدام الطاقة أو شراء تكنولوجيات تتسم بالكفاءة من حيث الطاقة في جميع القطاعات. ولم تبذل البلدان، مع بعض الاستثناءات الهامة القليلة، جهودا كبيرة لتنشيط السياسات أو البرامج الرامية إلى زيادة كفاءة الطاقة أو الترويج لتكنولوجيات الطاقة المتجددة. ومنذ أوائل التسعينات أيضا، حدث انخفاض في موارد القطاعين العام والخاص المخصصة للبحوث والتطوير سعيا إلى وضع وتنفيذ تكنولوجيات جديدة تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة.

وعلاوة على ذلك، وهو ما يتصل بخيارات المستحدثات التكنولوجية، تتوافر إمكانيات هامة في مجال التجديد الاجتماعي. ففي جميع الأقاليم، تتوافر خيارات كثيرة لاختيار أنماط الحياة التي قد تحسن من نوعية الحياة مع الحد في نفس الوقت من استهلاك الموارد وما يرتبط بذلك من انبعاثات غازات الدفيئة. وتعتمد هذه الاختيارات كثيرا على الثقافات والأولويات المحلية والإقليمية. وهي ترتبط ارتباطا وثيقا بالتغييرات التكنولوجية التي يمكن ربط بعضها بالتغيرات العميقة في نمط الحياة، في حين لا يتطلب البعض الآخر هذه التغييرات. وعلى الرغم من أن هذه الخيارات تكاد لا تلاحظ في تقرير التقييم الثاني، فإن هذا التقرير يبدأ بمعالجتها.

٣-٢ الاتجاهات في استخدام الطاقة وما يرتبط بذلك من انبعاثات غازات الدفيئة

يواصل الاستهلاك العالمي للطاقة وما يرتبط بها من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون اتجاهه التصاعدي في التسعينات (الشكلان ٣ و ٤). ويظل الوقود الأحفوري الشكل المهيمن للطاقة المستخدمة في العالم. ويشكل استخدام الطاقة أكثر من ثلثي انبعاثات غازات الدفيئة التي يعالجها بروتوكول كيوتو. ففي عام ١٩٩٨، تم استهلاك ١٤٣ أكساجول من النفط و٨٢ أكساجول من الغاز الطبيعي و١٠٠ أكساجول من الفحم بواسطة اقتصاديات العالم. وزاد استهلاك العالم من الطاقة الأولية بنسبة متوسطة تبلغ ١,٣ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨. وبلغ متوسط معدل النمو السنوي ١,٦ في المائة في البلدان المتقدمة و٢,٣ في المائة إلى ٥و٥ في المائة في البلدان النامية فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨. وانخفض استخدام الطاقة الأولية في الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية بمعدل سنوي قدره ٤,٧ في المائة فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨ نتيجة لفقد الصناعات الثقيلة وانخفاض النشاط الاقتصادي العام وإعادة تنظيم قطاع التصنيع.



الشكل ٣: استخدام الطاقة الأولية في العالم بحسب الإقليم من ١٩٧١ إلى ١٩٩٨

ملحوظة: تحسب الطاقة الأولية باستخدام طريقة محتوى الطاقة الفيزيائية المستخدمة في إحصاءات الطاقة الدولية استنادا إلى مصادر الطاقة الأولية المستخدمة لإنتاج الحرارة والكهرباء

وزاد متوسط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم – بنفس معدل الطاقة الأولية تقريبا – بنسبة ١,٤ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨ وهو ما يقل كثيرا عن نسبة النمو البالغة ٢,١ في المائة سنويا التي تحققت خلال التسعينات والثمانينات. ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى الانخفاضات من الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية والتغييرات الهيكلية في قطاع الصناعة في البلدان المتقدمة. وعلى المدى الطويل، كان النمو العالمي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة لاستخدام الطاقة ١,٩ في المائة سنويا فيما بين ١٩٧١ و١٩٩٨. وفي ١٩٩٨، كانت البلدان المتقدمة مسؤولة عن أكثر من ٥٠ في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة، والتي زادت بمعدل ١,٦ في المائة سنويا اعتبارا من ١٩٩٠. وتشكل الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية ١٣ في المائة من انبعاثات ١٩٩٨، وقد أخذت انبعاثاتها في الانخفاض بمعدل سنوي قدره ٤,٦ في المائة منذ ١٩٩٠. وأصدرت البلدان النامية في إقليم آسيا والمحيط الهادي ٢٢ في المائة من مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم، وكانت الأسرع نموا حيث بلغت الزيادة فيها ٤,٩ في المائة سنويا منذ ١٩٩٠. وتشكل بقية البلدان النامية نسبة تزيد قليلا على ١٠ في المائة من مجموع الانبعاثات التي تنمو بمعدل سنوي قدره ٤,٣ في المائة منذ ١٩٩٠.

وخلال فترة التصنيع الكثيف من ١٨٦٠ إلى ١٩٩٧، حرق ما يقدر بنحو ٠٠٠ ١٣ اكساجول من الوقود الأحفوري أطلق ٢٩٠ جيغاطن كربون في الغلاف الجوي مما أدى بالإضافة إلى التغير في استخدام الأراضي إلى زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة ٣٠ في المائة. وفي المقابل، فإن موارد الغاز الطبيعي التقديرية[٦] تماثل تلك الخاصة بالنفط حيث تبلغ نحو ٠٠٠ ٣٥ اكساجول. وتزيد قاعدة موارد الفحم بنحو أربعة أمثال ذلك من حيث الحجم. وتقدر معدلات الميثان (غير المحسوبة في قاعدة الموارد) بنحو ٠٠٠ ٧٨٠ اكساجول. وتحتوي احتياطيات الوقود الأحفوري التقليدية على ٥٠٠ ١ جيغاطن كربون أي بما يزيد بأكثر من خمسة أمثال الكربون الذي أطلق بالفعل وإذا أضفت الموارد المقدرة، يظل هناك ما مجموعه ٠٠٠ ٥٠ جيغاطن على الأرض. وتتوقع السيناريوهات التي وضعها التقرير الخاص (SRES) دون أية سياسات محددة تتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة إطلاق تجميعي يتراوح بين ما يقرب من ٠٠٠ ١ جيغاطن كربون و١٠٠ ٢ جيغاطن كربون من استهلاك الوقود الأحفوري فيما بين ٠٠٠ ٢ و١٠٠ ٢. وتتراوح الانبعاثات الكلية من الكربون لعمليات التثبيت البالغة ٤٥٠ إلى ٧٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم خلال نفس الفترة ما بين ٦٣٠ و٣٠٠ ١ جيغاطن كربون (أنظر الشكل TS-5). ولذا، فإن ندرة الوقود الأحفوري، على مستوى العالم على الأقل، لا يعتبر عاملا كبيرا في دراسة التخفيف من تغير المناخ. وعلى العكس من ذلك، فإن الكربون، على خلاف رواسب الفحم والنفط غير التقليدي الكبيرة نسبيا أو موارد النفط التقليدية، أقل كثيرا من انبعاثات الكربون التراكمية المرتبطة بتثبيت ثاني أكسيد الكربون عند مستوى ٤٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم أو أعلى من ذلك (الشكل ٥). وعلاوة على ذلك، ثمة احتمالات لمساهمة كميات كبيرة من غازات الدفيئة الأخرى في ذلك. وفي نفس الوقت، من الواضح من الشكل ٥ أن احتياطيات النفط والغاز التقليديين ليست سوى جزءا صغيرا من مجموع قاعدة موارد الوقود الأحفوري الكلية. وقد تعني بيانات هذه الموارد ضمنيا تغييرا في مزيج الطاقة وإدخال مصادر جديدة من الطاقة خلال القرن الواحد والعشرين. وسيحدد اختيار مزيج مصادر الطاقة وما يرتبط به من استثمار ما إذا كان يمكن تثبيت تركيزات غازات الدفيئة أم لا وإذا كان التثبيت ممكنا سيحدد مستوى التثبيت وتكلفته. وفي الوقت الحالي، يوجه معظم الاستثمار نحو استكشاف وتنمية المزيد من موارد الوقود الأحفوري التقليدية وغير التقليدية.

٣–٣ الخيارات التكنولوجية للتخفيف على مستوى القطاعات[٧]

تقدر إمكانيات[٨] تخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة الرئيسية لكل قطاع لتحديد نطاق التكاليف (الجدول ١). ففي القطاع الصناعي، تقدر تكاليف الحد من انبعاثات الكربون بما يتراوح بين السلبية (أي دون ندم، حيث يمكن تحقيق التخفيضات مع تحقيق ربح) إلى نحو ٣٠٠ دولار للطن من الكربون[٩]. وفي قطاع البناء، يمكن أن يؤدي التنفيذ المطرد للتكنولوجيات والتدابير التي تحقق كفاءة الطاقة إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المباني السكنية في ٢٠١٠ بنحو ٣٢٥ ميجا طن كربون/ سنويا في البلدان المتقدمة والتي تمر بمرحلة انتقال بتكاليف تتراوح بين – ٢٥٠ دولارا إلى – ١٥٠ دولارا للطن من الكربون وبنحو ١٢٥ ميجا طن كربون في البلدان النامية بتكاليف تتراوح – بين ٢٥٠ دولارا إلى – ٥٠ دولارا للطن كربون. كذلك يمكن خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من

(٦) الاحتياطيات هي المواد الموجودة المحددة والمقيسة باعتبارها مجدية اقتصاديا وفنيا باستعمال التكنولوجيات الموجودة وبالأسعار الحالية. أما الموارد فهي المواد الموجودة ذات الخصائص الجيولوجية و/ أو الاقتصادية الأقل يقينية ولكن يعتبر استخراجها محتملا مع التكنولوجيات والتطورات الاقتصادية المتوقعة. وتشمل قاعدة الموارد كلتا الفئتين. وفي مقدمة هذه القاعدة، توجد كميات إضافية وجودها معروف يقينا و/ أو أهميتها الاقتصادية غير معروفة أو منعدمة في المستقبل المنظور ويشار إليها بتعبير "موجودات إضافية". (تقرير التقييم الثاني، الفريق العامل الثاني). ومن أمثلة ذلك، موارد الوقود الأحفوري غير التقليدية الرمل القطراني والزيت الحجري وسائر الزيوت الثقيلة والغازات المضغوطة في طبقات الأرض العميقة والغازات الموجودة في الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، وغيرها.

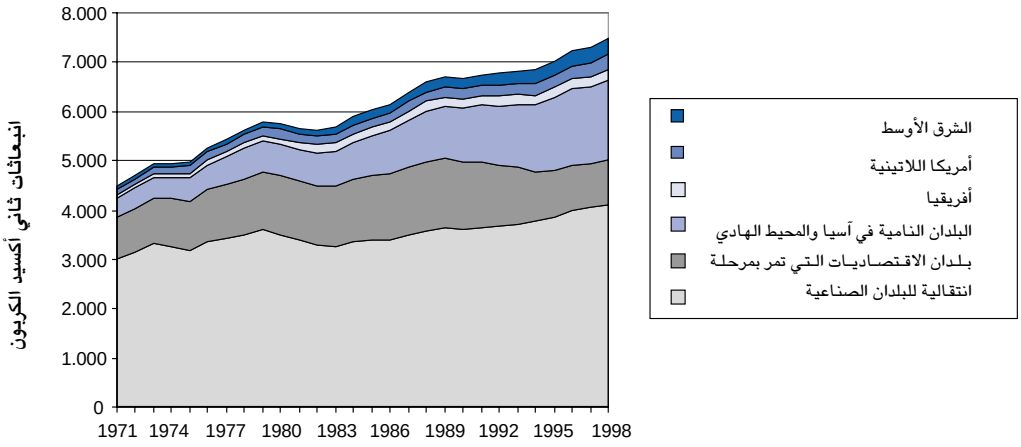
المباني التجارية في ٢٠١٠ بنحو ١٨٥ ميجا طن كربون في البلدان المتقدمة والتي تمر بمرحلة انتقالية بتكاليف تتراوح بين – ٤٠٠ دولار إلى – ٢٥٠ دولارا للطن كربون المجنب وبنحو ٨٠ ميجا طن كربون في البلدان النامية بتكاليف تتراوح بين – ٤٠٠ دولار إلى – صفر دولار للطن كربون. وتتراوح التكاليف في قطاع النقل بين – ٢٠٠ دولار للطن كربون إلى – ٣٠٠ دولار للطن كربون، وفي قطاع الزراعة من – ١٠٠ دولار للطن كربون إلى – ٣٠٠ دولار للطن كربون. ويمكن تحقيق إدارة المواد، بما في ذلك إعادة التدوير واستخلاص الغازات من مقالب القمامة، وفورات تتراوح بين تكاليف سلبية إلى متواضعة أقل من – ١٠٠ دولار للطن كربون. وفي قطاع إمدادات الطاقة، يمكن تحقيق عدد من التحويلات في الوقود وإحلالات تكنولوجية بتكاليف تتراوح بين – ١٠٠ دولار إلى أكثر من ٢٠٠ دولار للطن كربون. وسوف تحدد ظروف السوق تحقيق هذه الإمكانيات حيثما تتأثر بالأفضليات البشرية والمجتمعية والتدخلات الحكومية.

ويوفر الجدول ٢ عرضا عاما وصلات مع حواجز وتأثيرات التخفيف. وفيما يلي وصف أكثر تفصيلا لخيارات التخفيف على مستوى القطاعات.

٣-١-١ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع المباني

أسهم قطاع المباني بنسبة ٣١ في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة في العالم في ١٩٩٥، وزادت هذه الانبعاثات بمعدل سنوي قدره ١,٨ في المائة منذ عام ١٩٧١. واستمرت تكنولوجيا المباني في مسار تطوري مع زيادات إضافية خلال السنوات الخمس السابقة في مجال كفاءة الطاقة في النوافذ والضوء والأجهزة والمواد العازلة وتدفئة الأماكن، والتبريد، وتكييف الهواء. كما كان هناك تطور مستمر في ضوابط المباني، والتصميم الشمسي السالب، والتقييم المتكامل للمباني وفي تطبيق النظم الكهربية الضوئية في المباني.وقد انخفضت انبعاثات الفلوروكربون من الثلاجات وأجهزة تكييف الهواء حيث أخذ استعمال الكلوروفلوروكربون يبطل بالتدريج، وذلك أساسا بفضل تحسن عمليات احتواء واستخلاص مواد التبريد الفلوروكربونية وإلى حد أقل، نتيجة لاستخدام الهيدروكربون وغيره من مواد التبريد غير الفلوروكربونية. وانخفض استخدام انبعاثات الفلوروكربون من

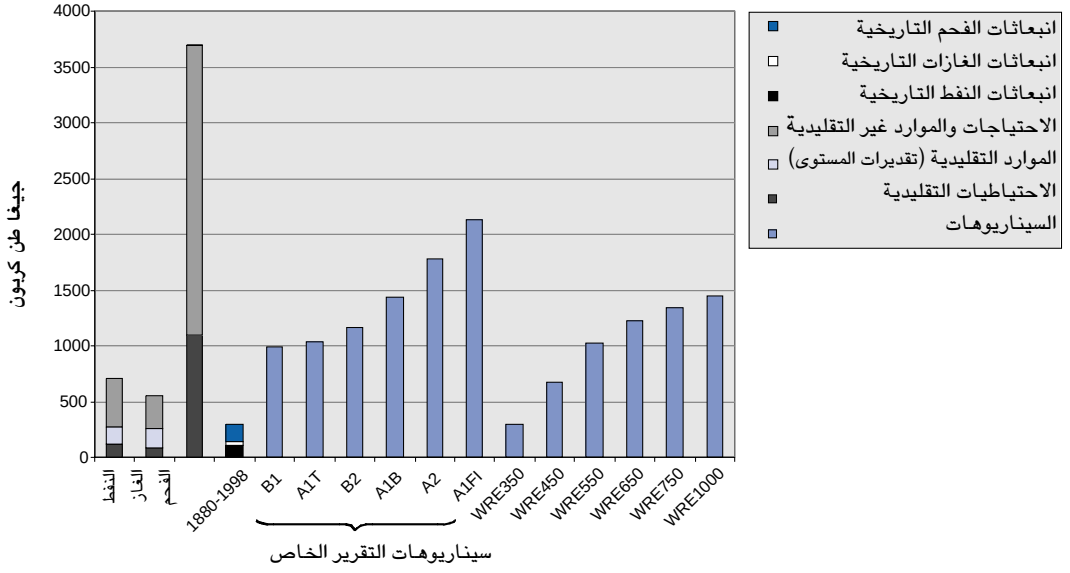
الشكل ٤: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم بحسب الإقليم ١٩٧١–١٩٩٨



(٧) تشير إحصاءات الطاقة الدولية إلى البيانات القطاعية لكل من قطاعي الصناعة والنقل، ولكنها لا تشير إلى قطاعي المباني والزراعة اللذين يأتيان تحت "أخرى". وفي هذا القسم، وضعت تقديرات للمعلومات عن استخدام الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لهذين القطاعين باستخدام خطة مخصصات. واستنادا إلى عامل معياري لتحويل الكهرباء يبلغ ٣٣ في المائة. وعلاوة على ذلك، أخذت القيم الخاصة ببلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية من مصدر مختلف (إحصاءات النفط البريطانية). وهكذا، فإن القيم القطاعية يمكن أن تختلف عن القيم التجميعية الواردة في القسم ٣–٢ على الرغم من تماثل الاتجاهات العامة. وعموما، ثمة عدم يقين يحيط بالبيانات الخاصة بالاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية وبالفئتين الفرعيتين المعنيتين بالمباني السكنية والتجارية في قطاع المباني في جميع الأقاليم.

(٨) تختلف الإمكانيات في مختلف الدراسات التي جرى تقييمها إلا أن الإمكانيات التجميعية الواردة في القسمين ٣ و٤ تشير إلى الإمكانيات الاقتصادية والاجتماعية على النحو الوارد في الشكل ٧.

الرغوات العازلة حيث بطل بالتدريج استخدام الكلوروفلوركربون، ويتوقع أن ينخفض أكثر مع توقف استعمال الكلورو فلوروكربون المهجن. وأدت جهود البحوث والتطوير إلى زيادة كفاءة الثلاجات ونظم التبريد والتدفئة. وعلى الرغم من استمرار تحسن التكنولوجيات وتطبيق التكنولوجيا المحسنة في كثير من البلدان، زاد استخدام الطاقة في المباني بأسرع من الطلب الإجمالي على الطاقة منذ عام ١٩٧١ وحتى ١٩٩٥ مع تسجيل طاقة المباني التجارية أكبر زيادة سنوية بالنسبة المئوية (٣ في المائة مقابل ٢و٢ في المائة في المباني السكنية). ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى زيادة سبل الراحة والطلب الاستهلاكي من حيث زيادة استخدام الأجهزة، واتساع المساكن والتحديث والتوسع في القطاع التجاري مع نمو الاقتصاد.وتتوافر في الوقت الحاضر فرص تكنولوجية فعالة لإبطاء هذا الاتجاه. وتبلغ الإمكانيات الفنية العامة للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة مع المستحدثات الفنية في المستقبل ٧١٥ ميجا طن كلور/ سنويا في ٢٠١٠ لقاعدة تتضمن انبعاثات كربونية تبلغ ٢ ٦٠٠ ميجا طن كربون سنويا (٢٧ في المائة) و٩٥٠ ميجا طن كربون/ سنويا (٣١ في المائة) و٢ ٠٢٥ ميجا طن كربون/ سنويا في ٢٠٥٠ لقاعدة تتضمن انبعاثات كربونية تبلغ ٣ ٩٠٠ ميجا طن كربون/ سنويا (٥٢ في المائة). ويمكن أن يضمن توسع البحوث والتطوير استمرار تحسين التكنولوجيات في هذا القطاع.



الشكل ٥: مقادير الكربون في احتياطيات وموارد النفط والغاز والفحم مقارنة بانبعاثات الكربون التاريخية من الوقود الأحفوري، الفترة ١٨٦٠–١٩٩٨؛ وبانبعاثات الكربون التراكمي من مجموعة من سيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات وسيناريوهات التثبيت الواردة في تقرير التقييم الثالث حتى عام ٢١٠٠. وبيانات الاحتياطيات والموارد مبينة في الأعمدة التي إلى اليسار. ويشمل النفط والغاز غير التقليديين الرمل القطراني والزيت الحجري وغير ذلك من الزيوت الثقيلة، وميثان طبقة الفحم الحجري، والغازات الموجودة في الطبقات الحاملة للمياه، والغازات الموجودة في مستجمعات المياه، وغيرها. ولا تبين الهيدرات الغازية (المركبات القفصية) المقدرة بما يبلغ ٠٠٠ ١٢ جيغاطن كربون. وتبين أعمدة السيناريو كلا من السيناريوهات المرجعية للتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات المؤدية إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مجموعة مستويات. ويلاحظ أنه إذا كانت الانبعاثات التراكمية لعام ٢١٠٠ والمرتبطة بسيناريوهات التقرير الخاص مساوية للانبعاثات التراكمية الخاصة بسيناريوهات التثبيت أو أقل منها، فإن هذا لا يعني بالضرورة أن هذه السيناريوهات تؤدي إلى التثبيت على نحو متساو.

(٩) جميع التكاليف بالدولار الأمريكي.

الجدول ١: تقديرات الانخفاضات في انبعاثات غازات الدفيئة والتكاليف بحسب الطن من معادل الكربون الذي أمكن تجنبه بعد الامتصاص المتوقع للإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية، في ٢٠١٠ و ٢٠٢٠، الناجم عن بعض التكنولوجيات المحققة لكفاءة الطاقة والإمدادات سواء على المستوى العالي أو الإقليمي مع درجات متفاوتة من عدم اليقين

	الإقليم	دولار / الطن من الكربون المجنب +٢٠٠ ٠ −٢٠٠ −٤٠٠	٢٠٢٠ الإمكانيات(b)	٢٠٢٠ الإمكانيات(a)	٢٠١٠ الاحتمال(b)	٢٠١٠ الإمكانيات(a)	المراجع والتعليقات والقسم ذي الصلة في الفصل الثالث من التقرير الأساسي
المباني/الأجهزة							
قطاع السكن	OECD/EET		◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	Acosta Moreno *et al.*, 1996; Brown *et al*., 1998 Wang y Smith, 1999
القطاع التجاري	Dev. cos.		◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	
	OECD/EIT		◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	
	Dev. cos.		◆◆◆	◊ ◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	
النقل							
تحسينات في كفاءة السيارات	الولايات المتحدة		.◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	Interlab., Working Group, 1997 Brown *et al*, 1998 US DOE/EIA, 1998 ECMT, 1997 (8 coun tries only) Kashiwagi *et al*, 1999 Denis y Koopman, 1998 Worrell *et al*., 1997b
	أوروبا		◆◆◆◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊	
	اليابان		◆◆◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊	
	البلدان النامية		◆◆◆◆	◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊	
التصنيع							
إزالة ثاني أكسيد الكربون	عالمي		◆	◊ ◊ ◊ ◊	◆	◊ ◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
الأسمدة ومعامل التكرير							
تحسين كفاءة المواد	عالمي		◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
اسمنت مخلوط	عالمي		◆	◊ ◊ ◊	◆	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
خفض أكسيد النتروز من جانب الصناعات الكيماوية	عالمي		◆	◊ ◊ ◊ ◊	◆	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
خفض PFC من الصناعات الكيماوية	عالمي		◆	◊ ◊ ◊	◆	◊◊	*Table 3.21*
خفض الهيدروفلوروكربون من جانب الصناعات الكيماوية	عالمي		◆◆	◊ ◊ ◊	◆◆	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
التحسينات في كفاءة الطاقة	عالمي		◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	*Table 3.19*

Tabla RT-1: تابع

الزراعة	الإقليم	دولار / الطن من الكربون المجنب +٢٠٠ ٠ −٢٠٠ −٤٠٠	٢٠٢٠ الإمكانيات(b)	٢٠٢٠ الإمكانيات(a)	٢٠١٠ الاحتمال(b)	٢٠١٠ الإمكانيات(a)	المراجع والتعليقات والقسم ذي الصلة في الفصل الثالث من التقرير الأساسي
زيادة الامتصاص من الحراثة	البلدان النامية		♦	◊ ◊	♦	◊ ◊	Zhou, 1998; *Table 3.27* Dick *et al.*, 1998
المحافظة	عالمي	-	♦♦♦	◊ ◊	♦♦♦♦	◊ ◊ ◊	IPCC, 2000
وإدارة الأراضي المحصولية	عالمي		♦♦♦	◊ ◊	♦♦♦♦	◊ ◊ ◊	Lal y Bruce, 1999 *Table 3.27*
امتصاص كربون التربة	OECD		♦	◊ ◊ ◊	♦	◊ ◊ ◊	Kroeze & Mosier, 1999 *Table 3.27*
إدارة الأسمدة النتروجينية	عالمي		♦	◊ ◊ ◊	♦♦♦	◊ ◊ ◊ ◊	OCDE, 1999; IPCC, 2000
	OECD		♦♦	◊ ◊	♦♦	◊ ◊ ◊	Kroeze & Mosier, 1999 *Table 3.27*
خفض ميثان الأثيري	USA	.	♦	◊ ◊	♦	◊ ◊ ◊	OCDE, 1998 Reimer & Freund, 1999
	البلدان النامية		♦	◊	♦	◊ ◊	Chipato, 1999
ري الأرز والأسمدة	عالمي		♦♦♦	◊ ◊	♦♦♦♦	◊ ◊ ◊	Riemer &Freund, 1998 IPCC, 2000
المخلفات امتصاص ميثان مقالب القمامة	OECD		♦♦♦♦	◊ ◊ ◊	♦♦♦♦	◊ ◊ ◊ ◊	Landifill methane USEPA, 1999
إمدادات الطاقة النووية مقابل الفحم	عالمي						
	المرفق الأول		♦♦♦♦	◊ ◊	♦♦♦♦♦	◊ ◊ ◊ ◊	**Totales**[c] – See Sección 3.8.6
	بلدان غير مدرجة						
النووية مقابل الغاز	في المرفق الأول		♦♦	◊ ◊	♦♦♦♦	◊ ◊	*Table 3.35a*
	المرفق الأول		♦♦	◊ ◊ ◊	♦♦♦♦♦	◊ ◊ ◊	*Table 3.35b*
	بلدان غير مدرجة						
	في المرفق الأول		♦♦♦	◊	♦♦♦♦	◊	*Table 3.35*
			♦	◊	♦♦♦	◊	*Cuadro 3.35d*

Tabla RT-1: تابع

المراجع والتعليقات والقسم ذي الصلة في الفصل الثالث من التقرير الأساسي	٢٠١٠ الإمكانيات(a)	٢٠٢٠ الاحتمال(b)	٢٠٢٠ الإمكانيات(a)	٢٠٢٠ الإمكانيات(b)	دولار / الطن من الكربون المجنب +٢٠٠ ٠ −٢٠٠ −٤٠٠	الإقليم	
Table 3.35a	◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	◆		بلدان المرفق الأول	الغاز مقابل الفحم
Table 3.35b	◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	◆		بلدان غير المرفق الأول	
Tables 3.35 a + b	◊ ◊	◆◆	◊ ◊	◆		عالمي	امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الفحم
Tables 3.35 c + d	◊ ◊	◆◆	◊ ◊	◆		عالمي	امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغاز
Tables 3.35 a + b Moore, 1998; G.T Interlab. 1997	◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆	◊ ◊ ◊ ◊	◆		عالمي	الكتلة الإحيائية مقابل .....الفحم
Tables 3.35 c + d	◊ ◊ ◊	◆	◊	◆		عالمي	الكتلة الإحيائية مقابل الغاز
Tables 3.35 a - d BTM Cons. 1999;Greenpeace, 1999	◊ ◊ ◊ ◊	◆◆◆◆◆	◊ ◊ ◊	◆◆◆		عالمي	الرياح مقابل الفحم أو الغاز
Sulilatu, 1998	◊ ◊ ◊	◆◆	◊ ◊ ◊	◆		الولايات المتحدة	فحم النار مع ١٠٪ كتلة إحيائية
Table 3.35 a	◊	◆	◊	◆		بلدان المرفق الأول	الطاقة الشمسية مقابل الفحم
Table 3.35 b	◊	◆	◊	◆		بلدان غير المرفق الأول	
Tables 3.35 a + b	◊ ◊	◆◆◆	◊	◆◆		عالمي	الطاقة الهيدرو مقابل الفحم
Tables 3.35 c + d	◊ ◊	◆◆	◊	◆		عالمي	الطاقة الهيدرو مقابل الغاز

ملاحظات

(أ) – الإمكانيات من حيث الأطنان من الكربون المجفف بطاقة تكاليف دولار/طن كربون معين.

◆ = 20 MtC/yr > ◆◆ = 20-50 MtC/yr ◆◆◆ = 50-100MtC/yr ◆◆◆◆ = 100-200MtC/yr ◆◆◆◆◆ = 200 MtC/yr>

(ب) – احتمال تحقيق هذا المستوى من الانبعاثات استنادا إلى التكاليف حسب ما هو وارد في الدراسات.

◊ = غير مرجح بشدة ◊◊ = غير مرجح ◊◊◊ = ممكن ◊◊◊◊ = محتمل ◊◊◊◊◊ = محتمل بشدة.

(ج) – تفترض خيارات التخفيف الكلي لإمدادات الطاقة أنه لن تتحقق جميع الإمكانيات لأسباب شتى من بينها التنافس بين التكنولوجيات المختلفة حسب ما هو مدرج تحت المجاميع.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
المباني والأسر والخدمات: تتوافر مئات التكنولوجيات والتدابير التي يمكنها تحسين كفاءة الطاقة في الأجهزة والمعدات، فضلا عن هياكل المباني في جميع أقاليم العالم. وتشير التقديرات إلى أن خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المباني السكنية في ٢٠١٠ بمقدار ٣٢٥ ميجا طن كربون في البلدان المتقدمة، وفي إقليم البلدان التي تمر بمرحلة انتقالية بتكاليف تتراوح بين ٢٥٠ دولارا و ١٥٠ دولارا للطن كربون وبنحو ١٢٥ ميجا طن كربون في البلدان النامية بتكاليف ٢٥٠ دولارا إلى ٥٠ دولارا للطن كربون. كذلك يمكن خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المباني التجارية في ٢٠١٠ بمقدار ١٨٥ ميجا طن كربون في البلدان الصناعية وإقليم البلدان التي تمر بمرحلة انتقالية تتراوح بين – ٤٠٠ دولار و – ٢٥٠ دولارا للطن كربون، وبنحو ٨٠ ميجاطن كربون في البلدان النامية بتكاليف تتراوح بين – ٤٠٠ دولار وصفر دولار للطن كربون. وتمثل هذه الوفورات ما يقرب من ٣٠ في المائة من المباني وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ٢٠١٠ و٢٠٢٠ مقابل سيناريو أساسي مثل السيناريو الدليلي B2 في التقرير الخاص SRES.	الحواجز: في البلدان المتقدمة هيكل السوق لا يؤدي إلى تحسينات في الكفاءة، والحوافز في غير موضعها، ونقص المعلومات، وفي البلدان النامية نقص التمويل والمهارات، ونقص المعلومات والعادات التقليدية والتسعير الموجه. الفرص: استحداث أساليب تسويق محسنة ومهارات، والتسويق القائم على المعلومات، والبرامج والمواصفات الطوعية أثبتت قدرتها على التغلب على الحواجز في البلدان المقتدمة. وتعتبر مهارات القروض التي في متناول اليد، وبناء القدرات، وقاعدة المعلومات، وتوعية المستهلكين، والحوافز على بناء القدرات وإلغاء القواعد التي تحكم صناعة الطاقة كلها طرق لمعالجة الحواجز المشار إليها أعلاه في العالم النامي.	صناعة الخدمات: ستكسب الكثير من البلدان مخرجات وفرص عمل اعتمادا على الطريقة التي تنفذ بها سياسات التخفيف. غير أن من المتوقع أن تكون الزيادة صغيرة وموزعة. الأسر والقطاع غير النظامي: يأتي تأثير التخفيف على الأسر بصورة مباشرة من خلال التغييرات في التكنولوجيا وأسعار استخدام الأسر للطاقة، وبصورة غير مباشرة من خلال تأثيرات الاقتصاد الجزئي على الدخل وفرص العمل. وثمة منافع جانبية هامة تتمثل في تحسين جودة الهواء في الداخل والخارج وخاصة في المدن في جميع مدن العالم.
النقل: تطورت تكنولوجيا النقل بالنسبة لمركبات الخدمة الخفيفة بأسرع مما كان متوقعا في تقرير التقييم الثاني نتيجة لجهود البحوث والتطوير الدولية. وظهرت بالفعل السيارات الكهربية المختلطة في السوق، وأعلن عن إنزال مركبات الخلايا الوقودية عام ٢٠٠٣ من جانب معظم الشركات الرئيسية وسوف تتقلص تأثيرات تحسين الكفاءة التكنولوجية تخفيف غازات الدفيئة إلى حد ما نتيجة للتأثيرات المرتدة ما لم يعالج ذلك بسياسات تزيد بفعالية من سعر الوقود أو السفريات. وقد يكون التأثير المرتد، في بعض البلدان التي يرتفع فيها سعر الوقود مثل أوروبا، كبيرا بدرجة تصل إلى ٤٠ في المائة، وفي البلدان التي ينخفض فيها سعر الوقود مثل الولايات المتحدة، يبدو أن التأثيرات المرتدة لا تزيد على ٢٠ في المائة. ويمكن للتدابير التكنولوجية، بعد مراعاة التأثيرات المرتدة، أن تقلل انبعاثات غاز الدفيئة بنحو ٥ في المائة إلى ١٥ في المائة عام ٢٠١٠ وبنحو ١٥ في المائة إلى ٣٥ في المائة بحلول عام ٢٠٢٠ بالمقارنة بخط أساس النمو المستمر.	الحواجز: تعتبر المخاطر التي تواجه صناعات معدات النقل حاجزا مهما أمام الإسراع بتبني تكنولوجيات في كفاءة الطاقة في قطاع النقل. ويتطلب تحقيق تحسينات كبيرة في كفاءة الطاقة إعادة تصميم المركبات من جديد بالإضافة إلى الاستثمارات بعدة مليارات في مرافق الإنتاج الجديدة. ومن ناحية أخرى، فإن قيمة زيادة الكفاءة بالنسبة للمستهلكين هي الفرق بين القيمة الحالية لوفورات الطاقة وزيادة أسعار الشراء التي يمكن أن تكون قيمة صغيرة صافية. وعلى الرغم من أن أسواق سيارات النقل يهيمن عليها عدد قليل جدا من الشركات بالمعني الفني، فإن المنافسة فيها شديد. بمعني أن الأخطاء الاستراتيجية يمكن أن تكون باهظة التكلفة. وأخيرا، فإن الكثير من المنافع الناجمة عن زيادة كفاءة الطاقة تتحقق في شكل منافع اجتماعية أكثر منها منافع خاصة. ولهذه الأسباب جميعا، فإن من المتصور عموما أن المخاطر التي تتعرض لها الصناعات نتيجة للتغييرات التكنولوجية لتحسين كفاءة الطاقة تتجاوز المنافع السوقية المباشرة. فالاستثمارات العامة والخاصة الضخمة في البنية الأساسية للنقل والمناخ الراسخ المكيف ليناسب رحلات السيارات العاملة بالموتور تفرض حواجز أمام تغيير هيكل النقل النموذجي في الكثير من البلدان.	النقل: يتوقع أن يظل النمو في الطلب على النقل دون أن يتأثر إلا بصورة محدودة بسياسات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة. ولا تتوافر سوى فرص محدودة لإحلال الوقود المعتمد على الكربون الأحفوري في الأجلين القصير والمتوسط. وسوف يتمثل التأثير الرئيسي لسياسات التخفيف في تحسين كفاءة الطاقة في جميع نماذج النقل.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
	الفرص: توفر تكنولوجيا المعلومات فرصا جديدة لتسعير بعض التكاليف الخارجية للنقل ابتداء من الاحتراق وحتى تلوث البيئة. ويمكن أن يوفر تنفيذ عمليات تسعير أكثر كفاءة قدرا أكبر من الحوافز على تحقيق كفاءة الطاقة في كل المعدات وهيكل النماذج. وتؤدي العوامل التي تعوق تطبيق التكنولوجيات المحققة لكفاءة الطاقة في أسواق سيارات النقل إلى خلق ظروف يمكن أن تصبح فيها قواعد كفاءة الطاقة، الطوعية أو الإلزامية، أو فعالة. فالقواعد حسنة الصياغة يمكن أن تقضي على الكثير من مخاطر أحداث تغييرات تكنولوجية كاسحة حيث أن جميع المتنافسين سيواجهون نفس القواعد. وقد أظهرت الدراسات تباعا وجود تكنولوجيات قادرة على خفض حدة كربون السيارات حتى نسبة ٥٥ في المائة أو ١٠٠ في المائة في المدى الطويل بنفس مردودية تكاليف تقريبا. وأخيرا، فإن جهود البحوث والتطوير المكثفة بشأن سيارات الخدمات الخفيفة حققت تحسينات جوهرية في تكنولوجيات القطارات العاملة بالطاقة المختلطة وتكنولوجيات الخلايا الوقودية. ويمكن توجيه جهود مماثلة إلى تكنولوجيات النقل والشحن البري والجوي وبالقطارات والبحر وما ينطوي عليه ذلك من منافع.	
الصناعة: تحسين كفاءة الطاقة هو الخيار الرئيسي لخفض الانبعاثات في الصناعة. ولقد نفذ الكثير بالفعل وخاصة في البلدان الصناعية لتحسين كفاءة الطاقة إلا أن الخيارات مازالت قائمة لتحقيق المزيد من الانخفاضات. ويمكن تخفيض ٣٠٠ – ٥٠٠ ميغا طن كربون/ سنويا و ٧٠٠ – ١١٠٠ جيغا طن كربون/ سنويا في ٢٠١٠ و٢٠٤٠ على التوالي مقابل سيناريو مثل B2 في التقرير الخاص (SRES). وللجزء الأكبر من هذه الخيارات تكاليف سلبية صافية. فالانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون في الصناعة صغيرة نسبيا بصورة عامة ويمكن خفضها بأكثر من ٨٥ في المائة، ومعظمها بتكاليف متواضعة بل وسلبية في بعض الأحيان.	الحواجز: نقص تسعير التكاليف الكاملة، والانخفاض النسبي لمساهمة الطاقة في تكاليف الإنتاج، ونقص المعلومات من جانب المستهلكين والمنتجين، وضعف توافر رأس المال والموظفين المهرة تشكل كلها الحواجز الرئيسية أمام تغلغل تكنولوجيا التخفيف من القطاع الصناعي في جميع البلدان وإن كان الأهم في البلدان النامية. الفرص: التشريعات لمعالجة الاهتمامات البيئية المحلية، والاتفاقيات الطوعية وخاصة إذا استكملت بجهود حكومية، والإعانات المباشرة وحسابات الضرائب كلها أساليب نجحت في التغلب على الحواجز المشار إليها أعلاه. وتعتبر التشريعات بما في ذلك المواصفات والنهوض بالتسويق على أساس الأساليب المناسبة بصورة خاصة في الصناعات الخفيفة.	الصناعة: يتوقع أن يؤدي التخفيف إلى تغيير هيكلي في التصنيع في بلدان المرفق الأول (وذلك جزئيا نتيجة لتغيير الطلبات في الاستهلاك الخاص) مع ذات القطاعات التي توفر المعدات المقتصدة في الطاقة والتي تقيد التكنولوجيات منخفضة الكربون في القطاعات كثيفة الطاقة التي يتعين عليها التحول في الوقود، وتبني تكنولوجيات جديدة أو زيادة الأسعار. غير أن التأثيرات المرتدة قد تؤدي إلى نتائج سلبية غير متوقعة.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
تغير استخدام الأراضي والغابات: هناك ثلاثة طرق أساسية يمكن بها لإدارة أو استخدام الأراضي أن يخفف من زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي هي: الحماية والامتصاص والاحلال. وتبين هذه الخيارات الأنماط الزمنية المختلفة ومن ثم فإن اختيار الخيارات وفعاليتها المحتملة تعتمدان على الإطار الزمني المستهدف فضلا عن إنتاجية الموقع، وتاريخ الاضطراب. وقدر تقرير التقييم الثاني أن هذه التدابير يمكن أن تؤدي عالميا إلى خفض الكربون في الغلاف الجوي بنحو ٨٣ إلى ١٣١ جيغاطن كربون عام ٢٠٥٠ (٦٠ إلى ٨٧ جيغا طن كربون في الغابات و٢٣ إلى ٤٤ جيغا طن كربون في التربة الزراعية). ولم تعدل الدراسات التي صدرت منذ ذلك الوقت هذه التقديرات بصورة كبيرة. وتعتبر تكاليف أساليب الإدارة الأرضية منخفضة بالمقارنة بالبدائل وتتراوح بين صفر (فرص الكسب المتبادل) و١٢ دولارا للطن كربون.	الحواجز أمام التخفيف في تغير استخدام الأراضي والغابات، تشمل نقص التمويل والقدرات البشرية والمؤسسية للرصد والتدقيق، والمعوقات الاجتماعية مثل الإمداد بالأغذية والسكان الذين يعيشون على الغابات الطبيعية والحوافز على تطهير الأراضي، والضغوط السكانية والتحول إلى المراعي نتيجة للطلب على اللحوم. وتهيمن إدارات الغابات الحكومية على الأنشطة الحرجية في البلدان المدارية مع انخفاض دور المجتمعات المحلية والقطاع الخاص. وفي بعض أنحاء العالم المداري، وخاصة أفريقيا، قد يؤدي انخفاض إنتاجية المحاصيل والطلبات المتنافسة على الغابات لإنتاج المحاصيل وحطب الوقود إلى الحد من فرص التخفيف. الفرص: في استخدام الأراضي والغابات، يتعين توفير الحوافز والسياسات لتحقيق الإمكانيات الفنية. ويمكن أن يتخذ ذلك شكل قواعد حكومية وضرائب وإعانات أو حوافز اقتصادية في شكل مدفوعات سوقية لامتصاص ووقف الكربون كما اقترح ذلك في بروتوكول كيوتو اعتمادا على تنفيذها من قرارات الأطراف المتعاقدة.	يمكن أن يكون لسياسات التخفيف من غازات الدفيئة تأثيرات كبيرة على استخدام الأراضي وخاصة من خلال امتصاص الكربون وإنتاج الوقود الإحيائي. ويمكن أن يؤدي تطبيق نشاطات التخفيف في البلدان المدارية إلى صيانة التنوع البيولوجي وتوفير فرص العمل في الريف وحماية مستجمعات المياه مما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة. ولتحقيق ذلك، تعتبر التغييرات المؤسسية لإدراج المجتمعات المحلية والصناعية ضرورية مما يؤدي إلى الحد من دور الحكومات في إدارة الغابات.
الزراعة وإدارة المخلفات: تزداد مدخلات الطاقة بنسبة أقل من ١ في المائة سنويا في العالم مع تحقيق أعلى الزيادات في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. إلا أنها انخفضت في بلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية. ويوجد الآن العديد من الخيارات لخفض انبعاثات غاز الدفيئة للاستثمار – ٥٠ دولارا إلى ١٥٠ دولارا للطن كربون. ويشمل ذلك، زيادة مخزون الكربون من خلال (إدارة الأراضي المحصولية (١٥٠ ميغا طن كربون/ سنويا بحلول عام ٢٠١٠) وخفض انبعاثات غاز الميثان من خلال النهوض بإدارة الثروة الحيوانية (ف ٣٠ ميغا طن كربون/ سنويا) وإنتاج الأرز (٥٠–١٠٠ ميغا طن من مكافئ الكربون/ سنويا)، والحد من انبعاثات أكسيد النتروز من المخلفات الحيوانية، وتطبيق التدابير الخاصة بالنتروز أمر ممكن في معظم الأقاليم في حالة نقل التكنولوجيا الملائمة والحوافز للمزارعين لتغيير الطرق التقليدية التي يتبعونها. ولزراعة الطاقة للإحلال مكان الوقود الأحفوري مستقبل جيد إذا أمكن جعل التكاليف أكثر تنافسا وإنتاج المحاصيل بصورة مستدامة. ويمكن أن يؤدي تحسين التعامل مع المخلفات إلى خفض انبعاثات غاز الدفيئة بنحو ٢٠٠ ميغا طن كربون في ٢٠١٠ و٣٢٠ ميغا طن من مكافئ الكربون في ٢٠٢٠ مقابل انبعاثات ميغا طن كربون في ١٩٩٠.	الحواجز: في الزراعة وإدارة المخلفات، تشمل عدم كفاية التمويل اللازم للبحوث والتطوير، وانعدام حقوق الملكية الفكرية، ونقص القدرات البشرية والمؤسسية والمعلومات على الصعيد الوطني في البلدان النامية، ومعوقات التطبيق على مستوى المزرعة، ونقص الحوافز والمعلومات للمزارعين في البلدان المتقدمة لتمكينهم من تطبيق تقنيات التربية الجديدة (يحتاجون إلى منافع أخرى غير مجرد خفض غازات الدفيئة). الفرص: توسيع خطط الائتمان، والتحول في أولويات البحوث وتنمية الصلات المؤسسية عبر البلدان، والاتجار في كربون التربة، والتكامل بين المنتجات الغذائية والألياف والطاقة كلها من الطرق التي يمكن بها التغلب على الحواجز. وينبغي ربط التدابير بالتحركات صوب طرق الإنتاج المستدامة. وتوفر زراعة الطاقة منافع التنويع في استخدام الأراضي حيثما يجرى حاليا استخدام الأراضي المناسبة في إنتاج الأغذية والألياف، وتتوافر المياه بالفعل.	الطاقة: يمكن أن توفر الغابات وإدارة الأراضي مجموعة من الوقود الصلب والسائل والغازي المتجدد والذي يمكن أن يحل مكان الوقود الأحفوري. المواد: تستخدم المنتجات من الغابات والمواد البيولوجية الأخرى في البناء والتغليف وإنتاج الورق وغير ذلك من الاستخدامات الكثيرة وهي دائما أقل كثافة من ناحية الطاقة من المواد البديلة الأخرى التي توفر نفس الخدمة. الاستخدام الزراعي: قد يكمل تخصيص مساحات كبيرة لامتصاص الكربون أو إدارة الكربون أو يتعارض مع الطلبات الأخرى على الأراضي مثل الزراعة. وسيكون لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة تأثير على الزراعة من خلال زيادة الطلب على إنتاج الوقود البيولوجي من خلال زيادة الطلب على إنتاج الوقود الحيوي في كثير من الأقاليم. وقد يؤدي تزايد المنافسة على الأراضي الصالحة للزراعة إلى زيادة أسعار الأغذية وغيرها من المنتجات الزراعية.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
إدارة المخلفات: استخدام الميثان من مقالب القمامة ومن مهاد الفحم. كما يتزايد استخدام غازات مقالب المخلفات في إنتاج الطاقة اللازمة للتدفئة والكهرباء. وفي العديد من البلدان الصناعية وخاصة في أوروبا واليابان، أصبحت مرافق تحويل المخلفات إلى طاقة أكثر كفاءة مع انخفاض انبعاثات الملوثات في الجو، وإعادة تدوير الورق والألياف أو باستخدام ورق المخلفات في شكل وقود حيوي في مرافق التحويل من مخلفات إلى طاقة.	الحواجز: لم تتخذ الكثير من التدابير لإدارة مقالب القمامة للحد من المخلفات في الأسواق سريعة النمو في معظم بلدان العالم النامي. الفرص: لدى بلدان مثل الولايات المتحدة وألمانيا سياسات خاصة إما للحد من مخلفات إنتاج الميثان و/ أو متطلبات استخدام الميثان من مقالب القمامة كمصدر للطاقة وتكاليف الاستخلاص سلبية بالنسبة لنصف ميثان المقالب.	
قطاع الطاقة: تتوافر في هذا القطاع خيارات لزيادة كفاءة التحويل وزيادة استخدام الطاقة الأولية مع خفض غازات الدفيئة لكل وحدة طاقة يتم إنتاجها من خلال امتصاص الكربون. والحد من تسربات غازات الدفيئة. ويمكن أن تساعد خيارات المكاسب المتبادلة مثل استخلاص ميثان مهاد الفحم وتحسين كفاءة الطاقة في توليد طاقة الحرق من الفحم والغاز فضلا عن إنتاج التدفئة والكهرباء في خفض الانبعاثات. ومع استمرار التنمية الاقتصادية، لن تكون زيادة الكفاءة كافية بمفردها للتحكم في انبعاثات غاز الدفيئة من قطاع الطاقة. وتشمل خيارات خفض الانبعاثات بحسب وحدة الطاقة المنتجة الأشكال المتجددة الجديدة من الطاقة والتي تظهر زيادة قوية وإن كانت ما تزال تقل عن ١ في المائة من الطاقة المنتجة في العالم. وقد اقترحت تكنولوجيات لامتصاص ثاني أكسيد الكربون وتصريفه لبلوغ الطاقة "الأحفورية النظيفة" ويمكن أن يسهم إسهاما كبيرا بتكاليف تنافسية مع الطاقة المتجددة على الرغم من أن الأمر مازال يحتاج إلى بحوث بشأن إمكانية هذه الطرق وتأثيراتها البيئية لتحديد استعمالاتها واستخداماتها. ويمكن أن تزيد الطاقة النووية وفي بعض الأماكن الطاقة المائية الأكبر حجما زيادة كبيرة من مساهماتها إلا أنها تواجه مشكلات التكاليف والقبول. ويتوقع أن تفتح خلايا الوقود الناشئة مجالات أمام زيادة متوسط كفاءة تحويل الطاقة خلال العقود القادمة.	الحواجز: تتمثل الحواجز الرئيسية في نقص الطاقة البشرية والمؤسسية، وعدم اكتمال أسواق رأس المال مما يؤدي إلى تثبيط الاستثمار في النظم اللامركزية الصغيرة وزيادة عدم اليقين في معدل عائد الاستثمار، وارتفاع التعريفات الجمركية، ونقص المعلومات، وانعدام حقوق الملكية الفكرية الخاصة بتكنولوجيات التخفيف. وبالنسبة للطاقة المتجددة، هناك ارتفاع التكاليف الأولية، ونقص فرص الحصول على رأس المال والإعانات المقدمة للوقود الأحفوري والحواجز. الفرص: تشمل بالنسبة للبلدان النامية تعزيز القفزات في تكنولوجيا العرض والطلب على الطاقة، وتيسير نقل التكنولوجيا من خلال توفير بيئة مواتية، وبناء القدرات والآليات الملائمة لنقل التكنولوجيات النظيفة والكفأة. وتوفر نظم تسعير التكاليف الكاملة والمعلومات ذات الصلة فرصا في البلدان المتقدمة. ويمكن أن تكون المنافع الأخرى المرتبطة بالتكنولوجيات المحسنة وخفض إنتاج الوقود الأحفوري واستخدامه كبيرة.	الفحم: قد ينخفض إنتاج الفحم واستخدامه وفرص العمل فيه نتيجة لسياسات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة بالمقارنة باسقاطات إمدادات الطاقة دون سياسات مناخية إضافية. غير أن تكاليف التكيف ستكون أقل بكثير في حالة تشجيع سياسات إنتاج الفحم الجديدة تكنولوجيا الفحم النظيفة. النفط: قد تؤدي سياسات التخفيف العالمية إلى انخفاضات في إنتاج النفط وتجارته مع احتمال تعرض مصدري الطاقة لانخفاضات في الدخل الحقيقي بالمقارنة بالوضع الذي يخلو من هذه السياسات. غير أن تأثير أسعار النفط العالمية على تحقيق أهداف كيوتو قد تكون أقل شدة مما تنبأ به الكثير من النماذج بسبب احتواء الخيارات على الكثير من الغازات غير ثاني أكسيد الكربون والآليات المرنة الكفيلة بتحقيق الهدف والتي لا تدرج عادة في النموذج. الغاز: قد يؤثر التخفيف من خلال العشرين عاما القادمة في استخدام الغاز الطبيعي سواء بالسلب أو الإيجاب، اعتمادا على الظروف الإقليمية والمحلية. ففي بلدان المرفق الأول سيكون أي تحول يحدث بعيدا عن الفحم أو النفط متجها صوب الغاز الطبيعي والمصادر المتجددة لتوليد الطاقة. أما في حالة البلدان غير المدرجة في المرفق الأول، فإن احتمالات التحول إلى الغاز الطبيعي تبدو أعلى وإن كانت هناك اعتبارات أمن الطاقة وتوافر الموارد المحلية وخاصة في بعض البلدان مثل الصين والهند التي يوجد لديها احتياطيات كبيرة من الفحم.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
		المصادر المتجددة: المصادر المتجددة شديدة التنوع، وسوف تعتمد تأثيرات التخفيف على التطور التكنولوجي. فسوف تتباين من إقليم لآخر اعتمادا على ما يتوافر لديه من موارد. غير أن من المرجح جدا أن يؤدي التخفيف إلى توسيع أسواق صناعة المواد المتجددة. وفي هذا الوضع، يمكن أن تؤدي البحوث والتطوير للحد من التكاليف وتعزيز الأداء وزيادة تدفق الأموال على المواد المتجددة إلى زيادة استخدامها مما يؤدي إلى الحد من التكاليف. النووية: تتوافر إمكانيات فنية كبيرة لتطوير الطاقة النووية للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. غير أن تحقيق ذلك سوف يعتمد على التكاليف النسبية والعوامل السياسية والقبول العام.
الكربون المهلجن: تتزايد انبعاثات غازات الهيدروفلوروكربون مع استخدام هذه الغازات مكان بعض المواد المستنفدة للأوزون التي أخذ يبطل استخدامها. وبالمقارنة باسقاطات التقرير الخاص SRES بالنسبة للهيدروفلوروكربون في ٢٠١٠، فإن من المقدر أن تنخفض الانبعاثات بكمية كبيرة تصل إلى ١٠٠ ميغاطن بمكافئة من الكربون بتكاليف تقل عن ٢٠٠ دولار بمكافئة من الطن كربون. ونحو نصف الانخفاض المقدر عبارة عن انخفاض اصطناعي ناجم عن أن قيم خط الأساس في التقرير الخاص SRES كان أعلى من خط الأساس للدراسة المتعلقة بهذا التقرير. ويمكن تحقيق الباقي بخفض الانبعاثات من خلال احتواء واستعادة وإعادة دوران مواد التبريد ومن خلال سوائل وتكنولوجيات بديلة.	الحواجز: عدم اليقين المحيط بمستقبل سياسة الكربون المهلجن فيما يتعلق باحترار العالم واستنزاف طبقة الأوزون. الفرص: تحقيق تطورات تكنولوجية جديدة.	
الهندسة الجيولوجية: فيما يتعلق بفرص التخفيف في النظم الايكولوجية البحرية والهندسة الجيولوجية مازال الفهم البشري للنظم الفيزيائية الحيوية فضلا عن كثير من التقييمات الأخلاقية والقانونية والانصافية في بدايتها.	الحواجز: في الهندسة الجيوليوجية، مخاطر النتائج غير المتوقعة كبيرة، وقد لا يمكن هندسة التوزيع الإقليمي للحرارة والتهاطل. الفرص: بعض الاستفسارات الأساسية تبدو ملائمة.	القطاع لم يظهر إلى الوجود بعد: لا ينطبق

(أ) تشير "الحماية" إلى التدابير النشطة التي تصون وتحمي احتياطيات الكربون بما في ذلك تلك الموجودة في الغطاء النباتي والمادة العضوية للتربة والمنتجات التي يتم تصديرها من النظام الايكولوجي (مثل منع تحويل الغابات المدارية إلى الأغراض الزراعية وتجنب صرف الأراضي الغدقة). وتسير الامتصاص إلى التدابير، المنفترة بصورة متعمدة لزيادة مخزونات الكربون عن تلك الموجودة حاليا (مثل التشجير وتعديل إدارة التربة، وزيادة مخزونات الكربون في المنتجات الخشبية وتقييد نظام الحصاد بما في ذلك زيادة محاصيل الأعلاف والحد من الحرثة) ويشير "الإحلال" إلى الأساليب التي يستعاض فيها بالمنتجات البيولوجية المتجددة عن الوقود الأحفوري أو المنتجات كثيفة الطاقة ومن ثم تجنب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ن احتراق الوقود الأحفوري.

(ب) تشمل الهندسة الجيولوجية الجهود الرامية إلى تثبيت نظام المناخ من خلال إدارة توازن الطاقة في الكوكب بصورة مباشرة ومن ثم التغلب على زيادة تأثيرات غازات الدفيئة.

٣-٣-٢ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع النقل

أسهم قطاع النقل في ١٩٩٥ بنسبة ٢٢ في المائة في انبعاثات أكسيد الكربون المنطلقة من الطاقة في العالم، وتتزايد الانبعاثات من هذا القطاع، على المستوى العالمي، بمعدل سريع يبلغ قرابة ٢,٥ في المائة سنويا. وكان النمو الرئيسي منذ عام ١٩٩٠ في البلدان النامية (٧,٣ في المائة سنويا في إقليم آسيا والمحيط الهادي) وأخذ الآن في الانخفاض بمعدل ٥ في المائة سنويا في بلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية. وتستخدم الآن السيارات العاملة بالكهرباء والبنزين معا على أساس تجاري مع اقتصاد في الوقود يتراوح بين ٥٠ في المائة و١٠٠ في المائة يزيد عن السيارات سعة أربعة أشخاص المماثلة في الحجم. وقد يضطلع الوقود الإحيائي الذي ينتج من الأخشاب ومحاصيل الطاقة والمخلفات دورا تتزايد أهميته في قطاع النقل حيث أصبح التحليل المائي الإنزيمي للمواد الخلوية إلى الأيتانول أكثر فعالية من الناحية التكاليفية. وفي نفس الوقت، أصبح الديزل الحيوي بدعم من الإعفاءات الضريبية، يكسب حصة من السوق في أوروبا. غير أن التحسينات الإضافية في تصميم الآلات استخدمت على نطاق واسع في تعزيز تحسين أداء اقتصاد الوقود الذي لم يزد منذ تقرير التقييم الثاني. وأخذت السيارات العاملة بخلايا الوقود تتطور بسرعة، ومن المقرر نزولها إلى السوق عام ٢٠٠٣. ويبدو أن التحسينات الكبيرة على اقتصاد الوقود الخاص بالطائرات ممكنة من الناحيتين الفنية والاقتصادية في أسطول الجيل القادم. ومع ذلك، فإن معظم عمليات التقييم الخاصة بتحسينات الكفاءة التكنولوجية (الجدول ٣) تبين أنه بسبب نمو الطلب على النقل، لا تكفي التحسينات على كفاءة النقل وحدها أن تجنب الزيادة في انبعاثات غازات الدفيئة. كما تتوافر قرائن على أنه إذا ما ظلت كل الأمور في وضعها العادي فإن جهود تحسين كفاءة الوقود لن تحقق سوى تأثيرات جزئية في خفض الانبعاثات نتيجة للزيادة التي نشأت في مسافات التي تقطعها السيارات نتيجة لانخفاض تكاليف التشغيل النوعية.

٣-٣-٣ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع الصناعة

تشكل الانبعاثات الصناعية ٤٣ في المائة من الكربون المطلق في ١٩٩٥. وزادت انبعاثات الكربون من القطاع الصناعي بمعدل ١,٥ سنويا فيما بين ١٩٧١ و١٩٩٥ وتباطأ إلى ٠,٤ في المائة سنويا منذ ١٩٩٠. وتواصل الصناعات العثور على عمليات أكثر كفاءة من ناحية استخدام الطاقة وخفض غازات الدفيئة ذات الصلة بالعمليات. وهذا هو القطاع الوحيد الذي أظهر انخفاضا سنويا في انبعاثات الكربون في اقتصاديات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (-٠,٨ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٥). وانخفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من بلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية بشدة (-٦,٤ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٥ عندما انخفض مجموع الإنتاج الصناعي).

ومازالت الاختلافات في كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الصناعية كبيرة فيما بين البلدان المتقدمة المختلفة وفيما بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية مما يعني أن هناك فروقا كبيرة في إمكانيات الخفض النسبي للانبعاثات فيما بين البلدان.

ويعتبر تحسين كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الصناعية أهم خيار مطروح للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وتتكون هذه الإمكانية من مئات التكنولوجيات الخاصة بالقطاع. وتقدر الإمكانية العالمية على تحسين كفاءة استخدام الطاقة – مقارنة بتطور خط الأساس – لعام ٢٠١٠ بمقدار ٣٠٠٠ – ٥٠٠ ميغاطن كربون لعام ٢٠٢٠ بمقدار ٧٠٠ – ٩٠٠ ميغاطن كربون. وفي هذه الحالة الأخيرة، يتعين مواصلة التطور التكنولوجي لتحقيق الإمكانية. ويمكن تحقيق غالبية خيارات تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتكاليف سالبة صافية.

وثمة خيار هام آخر هو تحسين كفاءة استخدام المواد (بما في ذلك إعادة التدوير، والتصميم الأكثر كفاءة للمنتج، وإحلال المواد). وقد يمثل ذلك إمكانية تبلغ ٦٠٠ ميغاطن كربون عام ٢٠٢٠. وتتوافر فرص أخرى للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال التحول في الوقود أي إزالة ثاني أكسيد الكربون وتخزينه واستخدام أسمنت مخلوط.

وهناك عدد من العمليات النوعية لا يطلق فقط ثاني أكسيد الكربون بل وغازات الدفيئة الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون. فصناعة الأحماض الدهنية خفضت بشدة من انبعاثاتها من أكسيد النتروز وحققت صناعة الألمونيوم مكاسب كبيرة في خفض إطلاق غازات الدفيئة البيروفلوروكربون (CF4,C2F6) . ويمكن في غالب الأحيان إحداث خفض آخر في مستويات انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون من الصناعات التحويلية وذلك بتكاليف منخفضة نسبيا على أساس الطن من مكافئ الكربون الذي تم تخفيضه.

الجدول ٣: اسقاطات كثافة الطاقة في النقل من دراسة أجرتها خمسة مختبرات في الولايات المتحدة

العناصر المحورة	١٩٩٧	٢٠١٠		
		العمل دون تغيير	كفاءة الطاقة	ارتفاع الطاقة/ انخفاض الكربون
سيارات الركاب الجديدة ١/١٠٠ كلم	٨,٦	٨,٥	٦,٣	٥و٥
الشاحنات الخفيفة الجديدة ١/١٠٠/كلم	١١,٥	١١,٤	٨,٧	٧,٦
أسطول الخدمة الخفيفة(أ) ١/١٠٠/كلم	١٢,٠	١٢,١	١٠,٩	١٠,١
كفاءة الطائرات Seat 1 / ١٠٠ كلم	٤,٥	٤,٠	٣,٨	٣,٦
أسطول شاحنات النقل ١/١٠٠/كلم	٤٢,٠	٣٩,٢	٣٤,٦	٣٣,٦
كفاءة السكك الحديدية طن/كلم /MJ	٤,٢	٤,٦	٥و٥	٦,٢

(أ) بما في ذلك سيارات الركوب والشاحنات الخفيفة.

وثمة خيارات تكنولوجية كافية معروف اليوم أنها تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة من الصناعة بالأرقام المطلقة في معظم البلدان المتقدمة بحلول عام ٢٠١٠، والحد من زيادة الانبعاثات من هذا القطاع بصورة كبيرة في البلدان النامية.

٣-٣-٤ خيارات التخفيف الرئيسية في القطاع الزراعي

تسهم الزراعة بما لا يتجاوز نحو ٤ في المائة من انبعاثات الكربون الناشئ عن استخدام الطاقة في العالم، إلا أن هذه النسبة تزيد على ٢٠ في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة بشرية المنشأ (من حيث مكافئها بالميغاطن كربون سنويا) وخاصة من غاز الميثان وأكسيد النتروز فضلا عن الكربون الناتج عن تطهير الأراضي. وقد تحققت بعض المكاسب المتواضعة في كفاءة الطاقة في القطاع الزراعي منذ تقرير التقييم الثاني. ويمكن أن تؤدي تطورات التكنولوجيا الحيوية ذات الصلة بالإنتاج النباتي والحيواني إلى تحقيق مكاسب إضافية بشرط معالجة القلق إزاء التأثيرات البيئية المعاكسة بصورة كامنة. ويمكن أن يؤدي التحول عن إنتاج اللحوم إلى الإنتاج النباتي لأغراض توفير الأغذية البشرية، حيثما يكون ممكنا إلى زيادة كفاءة الطاقة وخفض انبعاثات غازات الدفيئة (وخاصة أكسيد النتروز والميثان من القطاع الزراعي). ويمكن تحقيق خفض كبير في انبعاثات غازات الدفيئة بحلول عام ٢٠١٠ من خلال إحداث تغييرات في الممارسات الزراعية مثل:

- زيادة امتصاص التربة للكربون من خلال أساليب الحرث المحافظة على موارد التربة والحد من كثافة استخدام الأراضي؛
- الحد من الميثان عن طريق إدارة ري الأرز وتحسين استعمال الأسمدة وخفض انبعاثات الميثان المعدية من المجترات؛
- تجنب انبعاثات أكسيد النتروز الزراعي البشري المنشأ (والذي يتجاوز في الزراعة انبعاثات الكربون من استخدام الوقود الأحفوري) من خلال استخدام الأسمدة بطيئة المفعول، والسماد العضوي، وعوامل الكبح النتروجينية، والنباتات البقولية الممكن معالجتها بالهندسة الوراثية. وتصدر أكبر انبعاثات من أكسيد النتروز في الصين والولايات المتحدة الأمريكية، وذلك أساسا نتيجة لاستعمال الأسمدة في التربة المزروعة بالأرز وغيرها من الترب الزراعية. ويمكن تحقيق مساهمات أكبر بكثير عام ٢٠٢٠ حيث يتوقع توافر خيارات أكبر لمكافحة انبعاثات أكسيد النتروز من التربة المخصبة.

غير أن عدم اليقين مرتفع إزاء مدى كثافة استخدام هذه التكنولوجيات من جانب المزارعين حيث أن تطبيقها قد يتضمن تكاليف إضافية. وقد يتعين إزالة الحواجز الاقتصادية وغيرها من الحواجز من خلال السياسات الموجهة.

٣-٣-٥ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إدارة النفايات

تزايد استخدام الميثان من مقالب القمامة ومن مهاد الفحم. كما يتزايد استخدام غاز مقالب القمامة في التدفئة والقوى الكهربية نتيجة لالتزامات السياسات في بلدان مثل ألمانيا وسويسرا والاتحاد الأوروبي. وتكاليف الاستخلاص سالبة بالنسبة لنصف ميثان مقالب القمامة. وقد تم توسيع نطاق طلب إدارة عمر المنتج في ألمانيا من التعبئة ليشمل السيارات والسلع الإلكترونية. وإذا زاد كل شخص في الولايات المتحدة نصيب الفرد من إعادة التدوير من المتوسط الوطني ليصل إلى معدل نصيب الفرد من إعادة التدوير في سيتل، واشنطن، ستكون النتيجة انخفاض بنسبة ٤ في المائة في انبعاثات غازات الدفيئة في الولايات المتحدة. وتدور مناقشات الآن بشأن ما إذا كان التوسع في خفض دورة بقاء انبعاثات غازات الدفيئة يحدث من خلال إعادة تدوير الورق والألياف أو من خلال استخدام الورق العادم في شكل وقود حيوي في مرافق تحويل النفايات إلى طاقة. وكلا الخيارين أفضل من دفن القمامة من حيث انبعاثات غازات الدفيئة. وقد أصبحت مرافق تحويل النفايات إلى طاقة في العديد من البلدان المتقدمة وخاصة أوروبا واليابان، أكثر كفاءة مع انخفاض انبعاثات تلوث الهواء.

٣-٣-٦ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إمدادات الطاقة

مازال الوقود الأحفوري يهيمن على إنتاج التدفئة والطاقة الكهربية.ويشكل توليد الطاقة ٢ ١٠٠ ميغاطن كربون/ سنويا أو ٣٧,٥ في المائة من انبعاثات الكربون(١٠). وتتوقع سيناريوهات خط الأساس، دون سياسات معنية بانبعاثات الكربون، انبعاثات في حدود ٣ ٥٠٠ و٤ ٠٠٠ ميغاطن من مكافئ الكربون في ٢٠١٠ و٢٠٢٠ على التوالي. وفي قطاع القوى، أصبحت التوربينات العاملة بغاز متنوع الدورة منخفضة الكهربية التكلفة بكفاءة تحويل تقترب من ٦٠ في المائة بالنسبة لأحدث نموذج للخيار المهيمن في محطات القوى الكهربية حيثما تتوافر كميات كافية من إمدادات الغاز الطبيعي فضلا عن البنية الأساسية اللازمة. لذلك، فإن تصميمات تكنولوجيات الفحم المتقدمة المستندة إلى دورة التغويز المتكاملة أو الغاز متنوع الدورة تنطوي على قدرة خفض الانبعاثات بتكاليف متواضعة من خلال زيادة الكفاءة. وأصبح إلغاء القواعد المقيدة لقطاع القوى الكهربية الدافع الرئيسي الآن للاختيار التكنولوجي. فاستخدام نظم التدفئة والقوى المختلطة التجارية والصناعية في تلبية احتياجات تدفئة الأماكن والتصنيع يمكن أن يحقق تخفيضات كبيرة في الانبعاثات. ومازال عدم اليقين يحيط، في الوقت الحاضر، بالانعكاسات الأخرى الخاصة بإعادة تنظيم صناعة المرافق الكهربية في كثير من البلدان النامية فيما يتعلق بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وإن كان هناك اهتمام متزايد بنظم إمدادات القوى الموزعة استنادا إلى مصادر الطاقة المتجددة باستخدام خلايا الوقود والتوربينات الصغيرة، والآلات المحركة.

ونجحت صناعة القوى النووية في أن تزيد كثيرا من عامل القدرة في المرافق العاملة مما أدى إلى تحسين اقتصادياتها بدرجة كافية بحيث أصبح تحديد عمر المرافق ينطوي على فعالية تكاليفية. وفيما عدا في آسيا، لا يوجد سوى مصانع جديدة قليلة يقترح أو يجرى بناؤها. وتتقدم الجهود التي تبذل لتطوير مفاعلات نووية تنطوي على عنصر الأمان وانخفاض التكلفة وذلك بهدف خفض الحواجز الاجتماعية والاقتصادية والحد من الشواغل العامة إزاء الأمان، وتخزين النفايات النووية وانتشارها. وفيما عدا عدد قليل من المشروعات الكبيرة في الهند والصين، تباطأت أيضا عمليات إنشاء مشروعات القوى المائية الضخمة بالنظر إلى عدم توافر الكثير من المواقع الرئيسية لذلك، وارتفاع التكاليف في بعض الأحيان والشواغل البيئية والاجتماعية المحلية. وثمة تطور آخر يتمثل في التطور السريع للتوربينات العاملة بالرياح التي يتجاوز معدل نموها السنوي ٢٥ في المائة سنويا، والتي تجاوزت في ٢٠٠٠ مقدار ١٣ جيغاوات من الطاقات المنشأة. وتواصل المستحدثات الأخرى، بما في ذلك الطاقة الشمسية والكتلة الإحيائية النمو مع انخفاض التكاليف، إلا أن المساهمة الكلية من المصادر المتجددة غير المائية مازالت تقل عن ٢ في المائة في العالم. وتنطوي الخلايا الوقودية على مصادر مختلطة عالية الكفاءة من الكهرباء والتدفئة مع تزايد كثافة القوى واستمرار التكاليف في الانخفاض. وبحلول عام ٢٠١٠، سيكون الاحتراق المنزلي للفحم مع الكتلة الإحيائية، وتغويز خشب الوقود، والخلايا الكهربية الضوئية الأكثر كفاءة، ومزارع الرياح أمام الشواطئ، والوقود الحيوي المستند إلى الإيثانول من بين التكنولوجيات القادرة على التغلغل إلى السوق. ويتوقع أن تزيد حصة سوق هذه التكنولوجيات بحلول عام ٢٠٢٠ مع خفض منحنى التعلم للتكاليف وإحلال الأصول الرأسمالية لمصانع الجيل الحالي. وأصبحت إزالة ثاني أكسيد الكربون وتخزينه فيزيائيا خيارا أكثر

(١٠) لاحظ أن النسب الواردة في القسم لا تعطي حاصل جمع ١٠٠ ٪ نظرا لأن هذه الانبعاثات موزعة على أربعة قطاعات في الفقرات أعلاه.

سلامة مما كان عليه وقت تقرير التقييم الثاني. إذ يمثل استخدام الفحم والكتلة الإحيائية كمصدر للهيدروجين مع تخزين ثاني أكسيد الكربون المتخلف عن هذه العملية خطوة ممكنة في اقتصاد الهيدروجين. وكان يجرى تخزين ثاني أكسيد الكربون في طبقة حاملة للمياه، ويجرى رصد كمية التخزين بأكملها. غير أن التخزين طويل الأمد مازال في مرحلة البيان العملي بالنسبة لهذا المستودع. كما يتعين إجراء البحوث لتحديد أية تأثيرات معاكسة (و/ أو) مفيدة على البيئة والمخاطر التي تتعرض لها صحة الإنسان نتيجة لإطلاق مختلف خيارات التخزين دون ضابط. ويتوقع أن تدخل المرافق التجريبية لامتصاص ثاني أكسيد الكربون وتخزينه مرحلة العمل بحلول عام ٢٠١٠ وقد تكون قادرة على تقديم مساهمة كبيرة في عملية التخفيف عام ٢٠٢٠. وإلى جانب الامتصاص البيولوجي قد تستكمل الإزالة والتخزين الفيزيائية الجهود التي تبذل حاليا لتحسين الكفاءة، وتحويل الوقود، وتحقيق مستحدثات جديدة إلا أن عليها أن تكون قادرة على المنافسة معها اقتصاديا.

ويرى التقرير إمكانية تكنولوجيات التخفيف في هذا القطاع على الحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حتى ٢٠٢٠ من خلال معامل القوى الجديدة. ويتوقع أن تصبح التوربينات أكبر مزود بالقدرات الجديدة فيما بين الآن و٢٠٢٠ في مختلف أنحاء العالم. وستصبح منافسا قويا للاستغناء عن محطات القوى الجديدة العاملة بالفحم حيثما يمكن توفير إمدادات إضافية من الغاز. وتنطوي الطاقة النووية على القدرة على الحد من الانبعاثات إذا أصبحت مقبولة من الناحية السياسية، حيث تستطيع أن تحل مكان الفحم والغاز في توليد الكهرباء. كذلك، فإن الكتلة الإحيائية، التي تستند أساسا إلى المخلفات والمنتجات الجانبية للزراعة والغابات، وطاقة الرياح قادرة على تقديم مساهمات كبيرة عام ٢٠٢٠. ومن ناحية أخرى، فإن الطاقة المائية تكنولوجيا راسخة، وتتوافر فرص أخرى تتجاوز تلك المتوقعة للمساهمة في الحد من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وأخيرا، فإنه في حين من المتوقع انخفاض تكاليف الطاقة الشمسية بدرجة كبيرة، فمن المحتمل أن تظل خيارا باهظ التكلفة لتوليد القوى المركزية في ٢٠٢٠. إلا أنها قد تقدم مساهمات متزايدة في أسواق السلع الكمالية والتكلفة وتوليد الطاقة غير الشبكية. وقد يعتمد أفضل خيار للتخفيف على الظروف المحلية وتوليفة من هذه التكنولوجيات التي تنطوي على إمكانية الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بما يتراوح بين ٣٥٠ و٧٠٠ ميغاطن كربون بالمقارنة بالانبعاثات المتوقعة البالغة نحو ٤٠٠ ميغا طن من هذا القطاع.

٣-٣-٧ خيارات التخفيف الرئيسية بالنسبة للهيدروفلوروكربون والهيدروكربون كامل الفلورة

تزايد استخدام غاز الهيدروفلوروكربون، وبدرجة أقل، غاز الهيدروكربون كامل الفلورة حيث حلت هذه المواد الكيماوية مكان نحو ٨ في المائة من مركبات الكلوروفلوروكربون بحسب الوزن في ١٩٩٧. وقد توقف في عام ١٩٩٦ إنتاج هذه المركبات وغيرها من المواد المستنفدة للأوزون في البلدان المتقدمة امتثالا لبروتوكول مونتريال بشأن حماية طبقة الأوزون الستراتوسفيرية. وحلت مركبات الكلوروفلوروكربون المهلجن مكان ١٢ ٪ أخرى من مركب الكلوروفلوروكربون. وتمت إزالة النسبة الباقية البالغة ٨٠ في المائة من خلال التحكم في الانبعاثات وتخفيضات بعض الاستخدامات والتكنولوجيات البديلة والسوائل بما في ذلك الأمونيا والهيدروكربون وأكسيد الكربون والماء والتكنولوجيات غير التقليدية. ويتباين الخيار المختار لإحلال مركبات الكلوروفلوروكربون وغيرها من المواد المستنفدة للأوزون.تباينا شاسعا فيما بين الاستخدامات التي تشمل التبريد، والتكييف المتنقل والثابت ومضخات التدفئة، ونظم تسليم الأوروسول الطبي وغيره من الأنواع، وإخماد الحرائق والمواد المذيبة. وفي نفس الوقت، فإن دراسة كفاءة استخدام الطاقة بالنسبة لحماية طبقة الأوزون يعد أمرا مهما وخاصة في سياق البلدان النامية، حيث لم تبدأ الأسواق في التطور إلا منذ فترة بسيطة، ويتوقع أن تنمو بسرعة كبيرة.

واستنادا إلى الاتجاهات الحالية ومع الافتراض بأنه ستظهر استخدامات جديدة خارج مجال إحلال المواد المستنفدة للأوزون، يتوقع أن يكون إنتاج مركبات الكلوروفلوروكربون في حدود ٣٧٠ كيتون أو ١٧٠ ميغاطن من مكافئ الكربون سنويا بحلول عام ٢٠١٠ في حين يتوقع أن يقل إنتاج مركب الهيدروكربون كامل الفلورة عن ١٢ ميغاطن من مكافئ الكربون سنويا. غير أن تقدير الانبعاثات السنوية عام ٢٠١٠ يبدو أمرا أكثر صعوبة. ومن المرجح أن يرتبط أكبر الانبعاثات بعمليات تكييف الهواء المتنقل يليه التبريد التجاري وتكييف الهواء الثابت. وفي الوقت الحاضر فإن استخدام الهيدروفلوروكربون في إزالة الرغوة منخفض إلا أنه إذا حل هذا الأخير مكان جزء كبير من مركبات الكلوروفلوروكربون المهلجن المستخدمة هنا، فإن من المتوقع أن يصل استخدامها إلى ٣٠ ميغاطن مكافئ للكربون في ٢٠١٠ مع وصول الانبعاثات إلى حدود ٥-١٠ ميغاطن مكافئ للكربون سنويا.

٣-٤ الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لتخفيف غازات الدفيئة: تجميع

تزايدت انبعاثات غازات الدفيئة في العالم بمتوسط قدره ١,٤ في المائة سنويا خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ١٩٩٨. وفي كثير من المجالات، كان التقدم التقني والصلة ببعض انبعاثات غاز الدفيئة كبيرا وأسرع مما كان متوقعا منذ تقرير التقييم الثاني. ويبلغ مجموع الإمكانيات العالمية على خفض انبعاثات غازات الدفيئة في مختلف أنحاء العالم الناشئة عن التطورات التكنولوجية ٩٠٠ ١ إلى ٦٠٠ ٢ ميغاطن كربون/ سنويا بحلول عام ٢٠١٠ و٦٠٠ ٣ إلى ٠٥٠ ٥ ميغاطن كربون سنويا بحلول عام ٢٠٢٠. والقرائن التي اعتمد عليها في هذه الحسابات واسعة النطاق إلا أن لها العديد من جوانب القصور. فلم تجر حتى الآن أية دراسة عالمية شاملة للإمكانيات التكنولوجية، والدراسات الإقليمية والوطنية الحالية تتفاوت عموما في نطاقاتها، وتخرج بافتراضات مختلفة عن البارامترات الرئيسية. ومن ثم ينبغي النظر إلى التقديرات الواردة في (الجدول ١) على أنها إشارية فقط. ومع ذلك، فإنه يمكن استخلاص النتيجة الرئيسية الواردة في الفقرة أعلاه بقدر كبير من الثقة.

وتتباين تكاليف الخيارات بحسب التكنولوجيا المستخدمة، وتنطوي على اختلافات فيما بين الأقاليم. فقد يمكن تحقيق نصف الخفض في الانبعاثات المحتملة بحلول عام ٢٠٢٠ مع ما ينطوي عليه ذلك من منافع مباشرة (الطاقة المقتصدة)، والنصف الآخر بتكاليف صافية مباشرة تصل إلى ١٠٠ دولار للطن من مكافئ الكربون (بأسعار ١٩٩٨). وقد استخلصت تقديرات التكاليف هذه باستخدام معدلات خصم في حدود ٥ في المائة إلى ١٢ في المائة وهو ما يتسق مع معدلات الخصم في القطاع العام. وتتباين معدلات العائد الداخلي للقطاع الخاص تباينا كبيرا، وهي تزيد في غالب الأحيان، زيادة كبيرة مما يؤثر في عائد تطبيق التكنولوجيات بواسطة الكيانات الخاصة. واعتمادا على سيناريو الانبعاثات، يمكن أن يؤدي ذلك إلى خفض الانبعاثات العالمية إلى ما دون مستويات عام ٢٠٠٠ وفي عامي ٢٠١٠ – ٢٠٢٠ بهذه التكاليف المباشرة الصافية، وسوف يتطلب تحقيق هذه الانخفاضات تكاليف تنفيذ إضافية قد تكون كبيرة في بعض الحالات. وقد تحتاج إلى سياسات مساعدة (مثل تلك الواردة في القسم ٦) وزيادة البحوث والتطوير ونقل التكنولوجيا بفعالية والتغلب على الحواجز الأخرى (انظر القسم ٥ للحصول على تفاصيل).

وهناك الآن مئات من التكنولوجيات والممارسات الرامية إلى الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في قطاعات المباني والنقل والصناعة. وهذه الخيارات المتعلقة بكفاءة استخدام الطاقة مسؤولة عن أكثر من نصف مجموع إمكانيات الحد من الانبعاثات الكلية في هذه القطاعات. وسوف تتزايد أيضا أهمية التحسينات في كفاءة استخدام الموارد (بما في ذلك إعادة التدوير) في المدى البعيد. وسوف يظل الوقود الأحفوري الزهيد الثمن والوفير الكمية يهيمن على قطاع الإمداد بالطاقة وحفظها. غير أن هناك إمكانيات كبيرة لخفض الانبعاثات نتيجة للتحول من الفحم إلى الغاز الطبيعي وتحسين كفاءة الحفظ في معامل الطاقة، والتوسع في معامل التوليد المشترك الموزعة في الصناعة، والمباني التجارية والمؤسسات، واستخلاص ثاني أكسيد الكربون وامتصاصه. ويمكن أن يؤدي مواصلة استخدام معامل الطاقة النووية (بما في ذلك تحديد عمرها الافتراضي) واستخدام مصادر الطاقة المتجددة إلى تجنب بعض الانبعاثات الإضافية الناشئة عن استخدام الوقود الأحفوري. كما تعتبر الكتلة الإحيائية من المنتجات الجانبية والنفايات مثل غاز مقالب القمامة مصادر مهمة للطاقة يمكن استكمالها بإنتاج محاصيل الطاقة، حيثما تكون الأراضي مناسبة والمياه متوافرة. كما ستسهم طاقة الرياح والقوى المائية، بأكثر من الطاقة الشمسية بسبب ارتفاع تكاليفها النسبية. وقد تحققت بالفعل تخفيضات في ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة المفلورة من خلال المستحدثات التكنولوجية الكبيرة. ونفذت عمليات تغيير أساليب العمل، وتحسين الاحتواء والاستخلاص واستخدام المركبات والتكنولوجيات البديلة. وتتوافر إمكانيات لإحداث تخفيضات في المستقبل بما في ذلك الانبعاثات ذات الصلة بالعمليات من إنتاج الرغوة العازلة وأشباه الموصلات، والانبعاثات الجانبية من الألمنيوم ومركبات الكلوروفلوروكربون المهلجن. وتشكل إمكانيات تحسين كفاءة الطاقة ذات الصلة باستخدام الغازات المفلورة نفس حجم الانخفاضات في الانبعاثات المباشرة. فامتصاص التربة للكربون، والتحكم في أكسيد الميثان المعوي، والحراثة المحافظة على موارد التربة يمكن كلها أن تسهم في التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة من الزراعة.

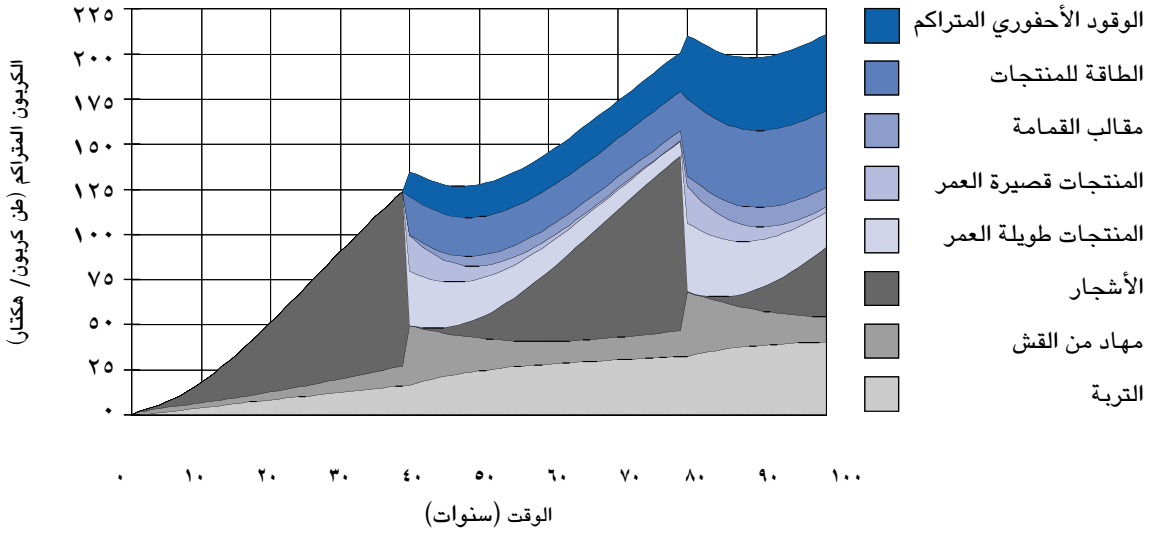
ويتعين وضع سياسات ملائمة لتحقيق هذه الإمكانيات. وعلاوة على ذلك، يتوقع أن تؤدي جهود البحوث والتطوير الجارية إلى زيادة حافظة التكنولوجيات التي توفر خيارات خفض الانبعاثات زيادة كبيرة. وسوف يتعين المحافظة على نشاطات البحوث والتطوير هذه بالإضافة إلى أعمال نقل التكنولوجيا لتحقيق الإمكانيات طويلة الأجل الواردة في (الجدول ١). ولاشك في أن موازنة نشاطات التخفيف في القطاعات المختلفة مع الأهداف الأخرى مثل تلك المتصلة بالتنمية والإنصاف والاستدامة يعتبر المفتاح الرئيسي إلى ضمان فعاليتها.

٤- الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات تعزيز مستودعات الكربون البيولوجي والهندسة الجيولوجية والمحافظة عليها وإدارتها

٤-١ التخفيف من خلال النظام الايكولوجي الأرضي وإدارة الأراضي

تتيح الغابات والأراضي الزراعية وغيرها من النظم الايكولوجية الأرضية إمكانية كبيرة لتخفيف الانبعاثات وإن كانت إمكانيات مؤقتة. فعمليات الحفظ والامتصاص تتيح بعض الوقت لوضع خيارات أخرى وتنفيذها. وقدر تقرير التقييم الثاني الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بأنه من الممكن حفظ أو امتصاص نحو ٦٠ إلى ٨٧ غ طن كربون في الغابات عام ٢٠٥٠ ثم امتصاص ٢٣ إلى ٤٤ غ طن كربون في التربة الزراعية. والتقييم الحالي لإمكانيات خيارات التخفيف البيولوجي من الانبعاثات هو في حدود ١٠٠ غ طن كربون (تراكمي) عام ٢٠٥٠ وهو ما يعادل نحو ١٠ في المائة إلى ٢٠ في المائة من الانبعاثات المتوقعة من الوقود الأحفوري خلال تلك الفترة. ويجري في هذا القسم تقييم التخفيف البيولوجي للانبعاثات في النظم الايكولوجية الأرضية بالتركيز على إمكانيات التخفيف والقيود الايكولوجية والبيئية والاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية. ويناقش أيضا بإيجاز ما يعرف باسم الهندسة الجيولوجية.

لا يمكن لزيادة مستجمعات الكربون من خلال إدارة النظم الايكولوجية الأرضية أن تعوض إلا جزئيا انبعاثات الوقود الأحفوري. وعلاوة على ذلك، فإن مخزونات الكربون الكبيرة قد تفرض خاطر زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل إذا توقفت ممارسات ضغط الكربون. فعلى سبيل المثال، فإن التخلي من مكافحة الحرائق في الغابات أو العودة إلى الحراثة الكثيفة في الزراعة قد يؤديان إلى خسائر سريعة في جزء على الأقل ن الكربون المجمع خلال السنوات السابقة. غير أن استخدام الكتلة الإحيائية كوقود أو خشب للاستعادة على المواد الأكثر كثافة في إنتاج الطاقة يمكن أن توفر منافع دائمة في التخفيف من انبعاثات الكربون. ومن المفيد تقييم فرص الامتصاص الأرضية بجانب استراتيجيات خفض الانبعاثات بالنظر إلى أن كلا الأسلوبين قد يلزمان للتحكم في مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.



الشكل ٦: توازن الكربون من مشروع افتراضي لإدارة الغابات

ملاحظة: يبين الشكل التغيرات في المخزون التراكمي من الكربون – المخزون في سيناريو يشمل التشجير وحصاد مزيج من المنتجات الحرجية التقليدية مع استخدام بعض هذا الحصاد في شكل وقود. وتشير القيم إلى ما قد يمكن ملاحظته في جنوب شرق الولايات المتحدة أو وسط أوروبا. فإعادة النمو يعيد الكربون من جديد إلى الغابة، ويجري حصاد الغابة (الافتراضية)، كل ٤٠ عاما مع ترك بعض المهاد من القش على الأرض لتتحلل، ويجري تجميع المنتجات أو التخلص منها في مقالب القمامة. وتوجد تغييرات صافية من حيث، مثلا، أن الشكل يبين وفورات في انبعاثات الوقود الأحفوري بالمقارنة لسيناريو بديل يستخدم الوقود الأحفوري وبدائله، أي المزيد من المنتجات كثيفة الطاقة لتوفير نفس الخدمات.

وتقترب مستودعات الكربون في معظم النظم الايكولوجية في نهاية المطاف من بعض المستويات القصوى. وتعتمد الكمية الكلية للكربون المخزون و/ أو انبعاثات الكربون التي تم تجنبها من خلال مشروع لإدارة الغابات في أي وقت معين على أساليب الإدارة النوعية (انظر الشكل ٦). وعلى ذلك فإن أي نظام ايكولوجي يستنفد من الكربون نتيجة لأي أحداث ماضية قد ينطوي على معدل إمكانية مرتفع لتجميع الكربون في حين أن النظام الأيكولوجي الذي يستوعب مستجمع كربون كبير يميل إلى أن ينخفض فيه معدل امتصاص الكربون. فعندما تصل هذه النظم، في نهاية المطاف، إلى مستجمع الكربون الأقصى لديها، تتقلص القدرة الاستيعابية (أي معدل التغيير في المستجمع). وعلى الرغم من أن معدل الامتصاص، ومستجمع الكربون قد يكونا مرتفعين بصورة نسبية في بعض المراحل، لا يمكن الوصول بهما إلى حدودهما القصوى في آن واحد. وعلى ذلك، فإن استراتيجيات الإدارة في أي نظام إيكولوجي، قد تعتمد على ما إذا كان الهدف هو زيادة التراكم في المدى القصير أو المحافظة على مستودعات الكربون بمرور الوقت. غير أن التوازن الذي يتحقق ايكولوجيا بين الهدفين يعترضه سجل الاضطرابات، وإنتاجية الموقع والإطار الزمني للهدف. فعلى سبيل المثال، فإن خيارات تعظيم الامتصاص بحلول عام ٢٠١٠ قد لا تؤدي إلى تعظيم الامتصاص في ٢٠٢٠ و٢٠٥٠. وفي بعض الأحيان، قد يؤدي تنظيم الامتصاص في ٢٠١٠ إلى خفض مخزون الكربون بمرور الوقت.

وسوف تتأثر فعالية استراتيجيات التخفيف من الكربون، وأمن مستجمعات الكربون الممتدة بالتغييرات العالمية في المستقبل إلا أن تأثيرات هذه التغييرات سوف تتباين بحسب الأقاليم الجغرافية، ونمط النظام الايكولوجي والقدرات المحلية على التكيف. فعلى سبيل المثال، فإن زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، والتعديلات في دورات المغذيات، والتغييرات (الاضطرابات الطبيعية أو المستحثة من الإنسان) في النظم يمكن أن يكون لها تأثيرات سلبية أو إيجابية على مستجمعات الكربون في النظم الايكولوجية الأرضية.

وفي الماضي، كانت إدارة الأراضي تؤدي في كثير من الأحيان إلى خفض مستجمع الكربون إلا أن مستجمعات الكربون، ثبتت الآن في الكثير من الأقاليم مثل أوروبا الغربية، وأخذت في الانتعاش. وتزداد الغابات في معظم بلدان الأقاليم المعتدلة والشمالية رغم أن مستجمعات الكربون الحالية مازالت أصغر من تلك التي كانت موجودة في عصور ما قبل الصناعة أو ما قبل التاريخ. وعلى الرغم من أن من المستبعد أن يتم استخلاص الكربون بصورة كاملة لإعادته إلى مستويات ما قبل التاريخ، فإن هناك احتمالا لحدوث زيادة كبيرة في مخزونات الكربون. وتشير إحصاءات منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا إلى أن متوسط الزيادة السنوية الصافية تتجاوز معدلات قطع الأشجار في الغابات الشمالية والمعتدلة الخاضعة للإدارة في أوائل التسعينات. وعلى سبيل المثال، زادت مخزونات الكربون في الكتلة الإحيائية الشجرية الحية بنحو ٠,١٧ جيغا طن كربون/ سنويا في الولايات المتحدة و٠,١١ جيغا طن كربون سنويا في أوروبا الغربية مما أدى إلى استيعاب نحو ١٠ في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري في العالم في تلك الفترة الزمنية. وعلى الرغم من أن هذه التقديرات لا تشمل المهاد من القش أو التربة، فإنها توضح أن سطوح الأراضي تلعب دورا كبيرا ومتغيرا في موازنة الكربون في الغلاف الجوي. وتوفر زيادة مستجمعات الكربون فرصا قوية كامنة للتخفيف من تغير المناخ.

غير أن متوسط الخسائر الصافية في مخزونات الكربون الحرجي مازال مستمرا رغم أن معدل إزالة الغابات قد يكون قد انخفض بصورة طفيفة خلال العقد الماضي. وفي مجال الأراضي الزراعية، تتوافر خيارات الآن لاستخلاص جزء من الكربون المفقود خلال تحويل الغابات إلى أراض عشبية.

٤-٢ الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية

الأراضي مورد ثمين ومحدود يستخدم في أغراض متعددة في كل بلد. والعلاقة بين استراتيجيات التخفيف من تغير المناخ والاستخدامات الأخرى للأراضي علاقة تنافسية ومحايدة أو تكافلية. ويشير تحليل للدراسات إلى أن استراتيجيات التخفيف من الكربون يمكن متابعتها في شكل عنصر واحد من استراتيجيات أكثر شمولا تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة حيث لا تكون زيادة مخزونات الكربون سوى هدف واحد من أهداف عديدة. وفي كثير من الأحيان، يمكن تطبيق تدابير داخل الغابات والزراعة والاستخدامات الأخرى للأراضي لتوفير التخفيف من الكربون والتقدم في نفس الوقت أيضا لتحقيق أهداف اجتماعية واقتصادية وبيئية أخرى. ويمكن أن يوفر التخفيف من الكربون قيمة ودخلا إضافيين لإدارة الأراضي والتنمية الريفية. فمن الممكن تكييف الحلول والأهداف المحلية لتتوافق مع أولويات التنمية المستدامة على المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية.

وثمة عنصر رئيسي لتفعيل نشاطات تخفيف الكربون واستدامتها يتمثل في موازنة ذلك مع الأهداف الايكولوجية و/ أو البيئية والاقتصادية والاجتماعية الأخرى لاستخدام الأراضي. فقد يكون الكثير من استراتيجيات التخفيف

البيولوجي محايدا أو مواتيا للأهداف الثلاثة كلها، وتصبح مقبولة باعتبارها حلولا "بلا ندم" أو "للمكاسب المتبادلة". وفي حالات أخرى، قد تنهض الحاجة إلى حلول وسط. فالتأثيرات البيئية على كمية ونوعية الموارد المائية (وخاصة حيثما تعاني بالفعل من الندرة) والتأثيرات طويلة الأجل على إنتاجية النظام الايكولوجي. ويمكن تقييم التأثيرات البيئية والاقتصادية والاجتماعية التراكمية في مشروعات أحادية، وأيضا من مناظير وطنية ودولية أشمل. وثمة مسألة هامة تتعلق "بالتسرب" – فمستجمع كربون ممتد أو محفوظ في إحدى المناطق قد يؤدي إلى زيادة الانبعاثات في مناطق أخرى. كما أن القبول الاجتماعي على المستويات المحلية والوطنية والعالمية قد يؤثر في مدى فعالية تنفيذ سياسات التخفيف.

٤–٣ خيارات التخفيف

تتوافر في المناطق المدارية فرص كبيرة للتخفيف من الكربون على الرغم من عدم إمكانية دراستها بمعزل عن السياسات الأشمل في قطاعات الغابات، والزراعة وغيرها من القطاعات. وعلاوة على ذلك، فإن الخيارات تتباين نتيجة للظروف الاجتماعية والاقتصادية: ففي بعض الأقاليم يعتبر تباطؤ أو وقف عمليات إزالة الغابات الفرصة الرئيسية للتخفيف، وفي أقاليم أخرى، حيث انخفض معدل إزالة الغابات إلى مستويات طفيفة، يعتبر تحسين ممارسات إدارة الغابات الطبيعية، والتشجير وإعادة تشجير الغابات ومستجمعات المياه، التي تعرضت للتدهور أكثر الفرص جاذبية لهذا الهدف. غير أن قدرات التخفيف[١١] الحالية تعاني في كثير من الأحيان من الضعف كما أن الأراضي والمياه لا تتوافر دائما بالكفاية المطلوبة.

ولدى البلدان غير المدارية أيضا فرصا للمحافظة على مستجمعات الكربون المتوافرة، وتعزيز هذه المستودعات أو استخدام الكتلة الإحيائية للتعويض عن استخدام الوقود الأحفوري. وتشمل الأمثلة على الاستراتيجيات مكافحة الحرائق أو الحشرات، صيانة الغابات، إنشاء جنبات سريعة النمو، وتغيير أساليب الزراعة المختلطة بالغابات، وغرس الأشجار في المناطق الحضرية، وتحسين أساليب إدارة النفايات، وإدارة الأراضي الزراعية لتخزين المزيد من الكربون في التربة، وتحسين إدارة أراضي الرعي وإعادة غرس الأعشاب أو الأشجار في الأراضي المزروعة.

وتضطلع المنتجات الخشبية والبيولوجية الأخرى بالعديد من الأدوار الهامة في التخفيف من الكربون: فهي تعمل في شكل مستودعات للكربون، ويمكن أن تحل مكان مواد البناء التي تتطلب المزيد من مدخلات الوقود الأحفوري ويمكن حرقها بدلا من الوقود الأحفوري للحصول على طاقة متجددة. وتسهم المنتجات الخشبية بالفعل بعض الشئ في التخفيف من تغير المناخ إلا أنه إذا أمكن تطوير البنيات الأساسية والحوافز، قد تصبح الأخشاب والمنتجات الزراعية عنصرا حيويا في الاقتصاد المستدام. فهي من بين الموارد المتجددة القليلة المتاحة.

٤–٤ معايير لخيارات التخفيف البيولوجي للكربون

تستحق المعايير التالية الدراسة حتى يمكن وضع استراتيجيات تخفف من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، والمضي في تحقيق أهداف أخرى لا تقل عن تلك أهمية.

- المساهمات المحتملة في مستجمعات الكربون بمرور الوقت؛
- استدامة مستجمعات الكربون المحتفظ بها أو المنشأة وتوفير الأمان لها فضلا عن المقاومة والدوام والقوة؛
- التوافق مع أهداف الاستخدامات الأخرى للأراضي؛
- قضايا التسرب والإضافة؛
- التكاليف الاقتصادية؛
- التأثيرات البيئية غير التخفيف من تغير المناخ؛
- القضايا الاجتماعية والثقافية والمشتركة فضلا عن قضايا الإنصاف؛
- التأثيرات التي تشمل المنظومة بأسرها بشأن تدفقات الكربون في قطاع الطاقة والمواد.

وقد تؤدي النشاطات المنفذة لأسباب أخرى إلى تعزيز عملية التخفيف. والمثال الواضح على ذلك خفض معدلات إزالة الغابات المدارية. وعلاوة على ذلك، فإنه نظرا لأن البلدان الغنية لديها غابات مستقرة، يمكن القول بأن التنمية الاقتصادية مرتبطة بالنشاطات التي تقيم مستودعات الكربون في الغابات.

(١١) قدرات التخفيف: الهياكل والظروف الاجتماعية والسياسية والاقتصادية اللازمة لتحقيق فعالية التخفيف.

٤-٥ التكاليف الاقتصادية

تشير معظم الدراسات إلى أن التكاليف الاقتصادية لبعض خيارات التخفيف البيولوجي للكربون، وخاصة الخيارات الحرجية، تقع ضمن نطاق معين. فتقديرات تكاليف التخفيف البيولوجي المذكورة حتى الآن تتباين تباينا كبيرا من ٠,١ دولار للطن كربون إلى نحو ٢٠ دولارا للطن كربون في العديد من البلدان المدارية. ومن ٢٠ دولارا إلى ١٠٠ دولار للطن كربون في البلدان غير المدارية. وعلاوة على ذلك، لا تغطي حسابات التكاليف، في كثير من الحالات، بين جملة أمور، تكاليف البنية الأساسية، والخصم المناسب، والرصد، وجمع البيانات وتفسيرها وتكاليف الفرصة في الأراضي والصيانة أو غير ذلك من التكاليف المتكررة التي كثيرا ما يتم استبعادها أو تجاهلها. ويتم دفع الطرف المنخفض من النطاقات في اتجاه هبوطي إلا أن فهم ومعاملة التكاليف يتحسنان بمضي الوقت. وعلاوة على ذلك، قد يكون لنشاطات التخفيف البيولوجي، في كثير من الحالات، تأثيرات إيجابية مثل حماية الغابات المدارية أو إنشاء غابات جديدة بتأثيرات بيئية خارجية جديدة. غير أن التكاليف تتزايد مع ممارسة المزيد من خيارات التخفيف البيولوجي ومع تزايد الفرصة البديلة في الأراضي. وتبدو تكاليف التخفيف البيولوجي في أدنى مستواها في البلدان النامية، وفي مستوى أعلى في البلدان المتقدمة، فإذا كانت نشاطات التخفيف البيولوجي متواضعة، فالأرجح أن يكون تسرب التأثيرات صغيرا. غير أن كمية التسرب يمكن أن ترتفع عندما يصبح التخفيف البيولوجي كبيرا وواسع النطاق.

٤-٦ النظام الايكولوجي البحري والهندسة الجيولوجية

ويمكن أيضا أن توفر النظم الايكولوجية البحرية إمكانيات لإزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. غير أن المخزونات القائمة من الكربون في الغلاف الجوي الحيوي البحري صغيرة للغاية، ويمكن أن تتركز الجهود لا على زيادة المخزونات من الكربون البيولوجي بل على استخدام عمليات الغلاف الجوي في إزالة الكربون من الغلاف الجوي ونقله إلى عمق المحيطات. وقد أجريت بعض التجارب الأولية إلا أنه ظلت هناك الأسئلة الحيوية المتعلقة بدوام وثبات الكميات المزالة من الكربون، والنتائج غير المقصودة على الغلاف الجوي. وعلاوة على ذلك، لم تتحدد بعد اقتصاديات هذه الأساليب.

وتشمل الهندسة الجيولوجية الجهود الرامية إلى تحقيق الاستقرار للنظام المناخي من خلال الإدارة المباشرة لتوازن الطاقة على كوكب الأرض ومن ثم التغلب على التأثيرات الممتدة لغازات الدفيئة. وعلى الرغم من أنه يبدو أن هناك إمكانيات لهندسة توازن الطاقة الأرضية، فإن الفهم البشري لهذا النظام مازال في مراحله الأولى. وتوقعات الناتج غير المنتظرة كبيرة وقد لا يتسنى حتى هندسة التوزيع الإقليمي لدرجات الحرارة والتهطال، وغير ذلك. فالهندسة الجيولوجية تثير أسئلة علمية – فنية فضلا عن الكثير من القضايا الأخلاقية والقانونية والمتعلقة بالإنصاف. ومع ذلك، يبدو أن بعض الاستفسارات الأساسية مناسبة.

ففي الواقع العملي، قد يؤدي التخفيف في استخدام الأراضي، وتغيير استخدام الأراضي والنشاطات الحرجية عام ٢٠١٠ إلى إحداث تخفيف كبير في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويتوافق الكثير من هذه النشاطات أو يتكامل مع الأهداف الأخرى من إدارة الأراضي. فالتأثيرات الشاملة لتغيير النظم الايكولوجية البحرية للعمل كماصة للكربون أو تطبيق تكنولوجيا الهندسة الجيولوجية على التخفيف من تغير المناخ تظل دون حل ومن ثم ليست جاهزة للتطبيق في المدى القصير.

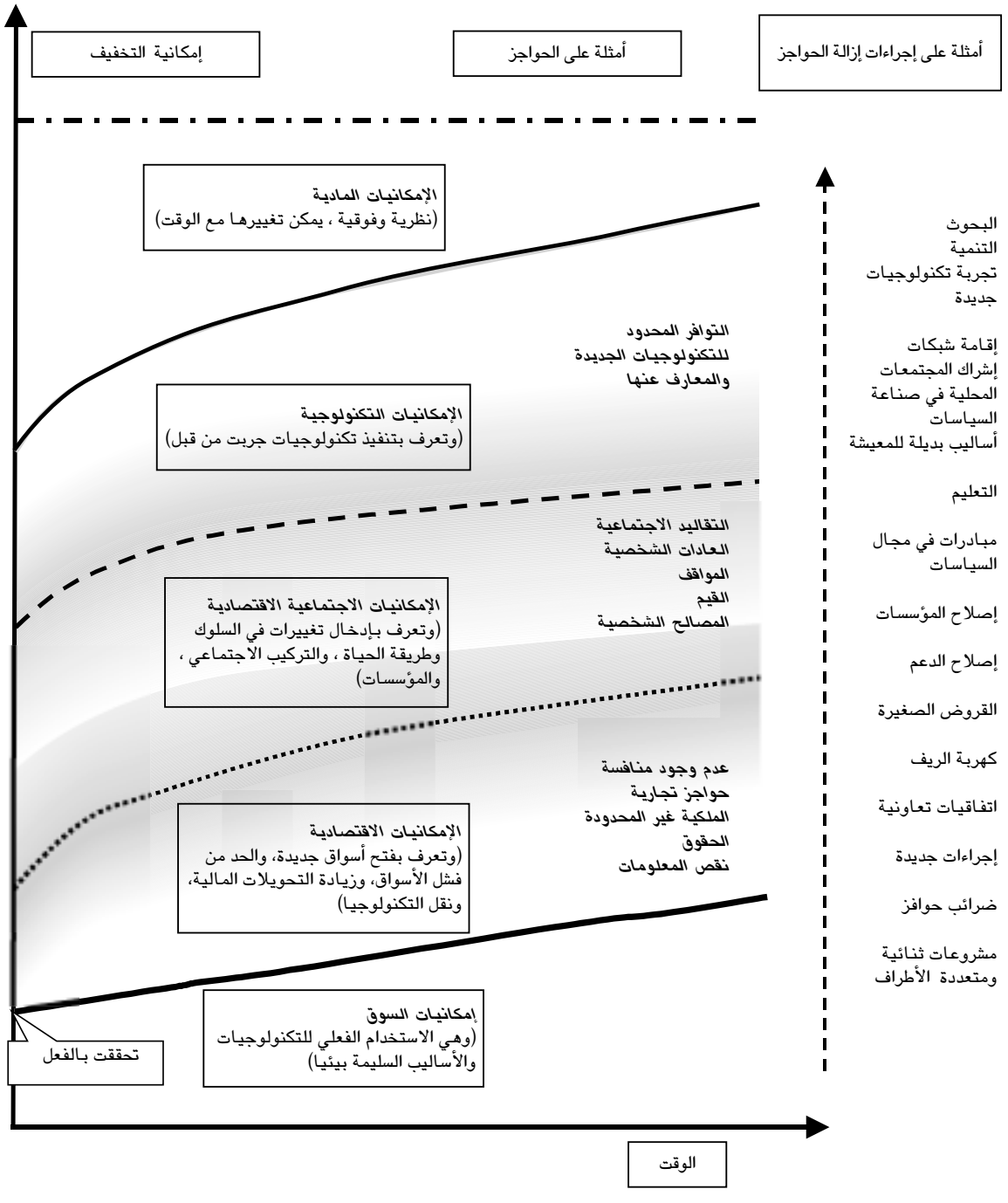
٥ – الحواجز والفرص وإمكانيات السوق فيما يتعلق بالتكنولوجيات والممارسات

٥-١ مقدمة

كثيرا ما يعوق نقل التكنولوجيات والممارسات التي تنطوي على إمكانيات خفض انبعاثات غازات الدفيئة حواجز[١٢] تبطئ من تغلغلها. ويمكن النظر إلى فرصة[١٣] التخفيف من تركيزات الدفيئة من خلال إزالة أو تعديل الحواجز أمام التكنولوجيا أو الإسراع بنشرها ضمن سياق الإمكانيات المختلفة للتخفيف من غازات الدفيئة (الشكل ٧). فإذا بدئ من أسفل، فإن بوسع المرء أن يتخيل معالجة الحواجز (التي يشار إليها عادة بجوانب القصور في الأسواق) ذات الصلة بالأسواق، والسياسات العامة، والمؤسسات الأخرى التي تعوق نشر التكنولوجيات التي تكون (أو يتوقع أن تكون) فعالة من الناحية التكاليفية بالنسبة للمستخدمين دون إشارة إلى أي منافع من

(١٢) الحاجز هو أي عقبة تقف أمام الوصول إلى إمكانية، ويمكن التغلب عليها من خلال سياسة أو برنامج أو إجراء.

(١٣) الفرصة هي الوضع أو الظرف المناسب لتضييق الفجوة بين إمكانيات تكنولوجيا أو ممارسة في الأسواق، والإمكانيات الاقتصادية والاجتماعية الاقتصادية أو التكنولوجية.



الشكل ***TS.7*** : تسلسل التكنولوجيات السليمة بيئيا : إطار مفاهيمي

التخفيف من غازات الدفيئة قد يحصلون عليها. وسوف يؤدي تحسين هذه الفئة من "جوانب القصور في الأسواق والمؤسسات" إلى تحسين التخفيف من غازات الدفيئة في اتجاه المستوى الذي يوصف بأنه "الإمكانية الاقتصادية". ويمثل الجهد الاقتصادي مستوى التخفيف من غازات الدفيئة الذي يمكن تحقيقه إذا ما نفذت جميع التكنولوجيات التي تحقق مردودية تكاليفها من وجهة نظر المستهلكين. ونظرا لأن الجهد الاقتصادي يقيم من وجهة نظر المستهلكين، فإننا سنقيم الفعالية التكاليفية باستخدام أسعار السوق والمعدل الخاص لخصم الوقت، ومراعاة أيضا أفضليات المستهلكين فيما يتعلق بمدى قبول خصائص أداء التكنولوجيات.

ومن المسلم به أن القضاء على جميع هذه الحواجز السوقية والمؤسسية لن يحقق نشر التكنولوجيات على مستوى "الإمكانية الاقتصادية" فالحواجز الباقية التي تحدد الفجوة بين الإمكانيات الاقتصادية والإمكانيات الفنية وضعت بصورة مفيدة ضمن فئتين تفصلهما عن بعضها البعض الإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية. وتتألف الفئة الأولى من الحواجز المستمدة من أفضليات الناس وغير ذلك من الحواجز الاجتماعية والثقافية أمام نشر التكنولوجيا الجديدة. أي أنه حتى إذا أزيلت الحواجز السوقية والمؤسسية، قد لا تستخدم بعض تكنولوجيات التخفيف من غازات الدفيئة على نطاق أوسع وذلك ببساطة لأن الناس لا يحبونها أو من الفقر بحيث أنها ليست في متناول أيديهم، أو لأن القوى الاجتماعية والثقافية السائدة تعمل ضد قبولها. فإذا أمكن، بالإضافة إلى التغلب على الحواجز السوقية والمؤسسية التغلب على هذه الفئة الثانية من الحواجز، يكون ما يسمى بالإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية قد تحقق. وهكذا، فإن الإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية تمثل مستوى تخفيف غازات الدفيئة الذي يمكن الوصل إليه من خلال التغلب على العقبات الاجتماعية والثقافية أمام استخدام التكنولوجيات التي تحقق مردودية تكاليفها.

وأخيرا، فإنه حتى إذا أزيلت جميع الحواجز السوقية والمؤسسية والاجتماعية والثقافية، فإن بعض التكنولوجيات قد لا تستخدم على نطاق واسع لسبب بسيط هو أنها باهظة التكلفة. ولذا، فإن إزالة هذا الشرط سيأخذها إلى مستوى "الإمكانية التكنولوجية" أي أقصى حد ممكن من الناحية التكنولوجية للتخفيف من غازات الدفيئة عن طريق نشر التكنولوجيا.

وثمة مسألة تنشأ هنا تتعلق بكيفية معالجة التكاليف البيئية لمختلف التكنولوجيات في هذا الإطار. ونظرا لأن الهدف من العملية هو في نهاية الأمر تحديد الفرص أمام سياسات تغير المناخ في العالم، فقد حددت إمكانيات التكنولوجيا دون اعتبار لتأثيرات غازات الدفيئة. فالتكاليف والمنافع المرتبطة بالتأثيرات البيئية الأخرى ستكون جزءا من حساب فعالية التكاليف الكامن وراء الإمكانيات الاقتصادية وحدها من حيث إدراج القواعد أو السياسات البيئية السارية هذه التأثيرات ضمن النسيج الداخلي للعملية ومن ثم فرضها على المستهلكين. ويمكن أن يتجاهل المستهلكون التأثيرات الأشمل ومن ثم لا يشتركون في تحديد الإمكانيات الاقتصادية إلا أنهم يدرجونها ضمن حساب فعالية التكاليف الاجتماعية. وهكذا، فإنه إذا ما نجحت المنافع البيئية الأخرى في جعل بعض التكنولوجيات فعالة من ناحية التكلفة الاجتماعية حتى إذا لم تكن تحقق مردودية تكاليفها من وجهة نظر المستهلكين، فسوف تدرج المنافع التي تعود على تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة من نشر هذه التكنولوجيات في الإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية.

٢-٥ مصادر الحواجز والفرص

لاشك في أن الابتكارات التكنولوجية والاجتماعية عملية معقدة تشمل البحوث والتجارب والتعلم والتنمية يمكن أن تسهم في التخفيف من غازات الدفيئة. وقد وضع العديد من النظريات والنماذج لفهم جوانبها ودوافعها وانعكاساتها. وقد تنشأ معارف ورأس مال بشري جديدين من الإنفاق على البحوث والتطوير، من خلال التعلم بالممارسة (و/ أو) ضمن عملية تدرجية. وتتطلب معظم المستحدثات بعض التغييرات الاجتماعية أو السلوكية من جانب المستخدمين. ويوفر التغيير السريع في الاقتصاديات فضلا عن الهياكل الاجتماعية والمؤسسية فرصا للتركيز على تكنولوجيات تخفيف غازات الدفيئة مما قد يؤدي بالبلدان إلى مسارات التنمية المستدامة. وسوف تتأثر هذه المسارات بالسياق الاجتماعي والاقتصادي الخاص الذي يعكس الأسعار والتمويل والتجارة الدولية وهياكل السوق والمؤسسات وتوفير المعلومات والعوامل الاجتماعية والثقافية والسلوكية. ويرد فيما يلي وصف لهذه العناصر الرئيسية.

ظروف الاستقرار على مستوى الاقتصاد الكلي: تزيد من المخاطر التي قد تتعرض لها الاستثمارات الخاصة والتمويل. وتؤدي سياسات الاقتراض الحكومية والسياسية المالية غير السليمة إلى عجز عام مزمن وانخفاض السيولة في القطاع الخاص. وقد تضع الحكومات أيضا حوافز غير سليمة على مستوى الاقتصاد الكلي تشجع على السعي إلى الربح والفساد وليس إلى استخدام الموارد بكفاءة. كذلك فإن الحواجز التجارية التي تحابي التكنولوجيات

عديمة الكفاءة أو تمنع الحصول على التكنولوجيات الأجنبية، تبطئ من نشر التكنولوجيا. ومازالت المساعدات المشروطة تهيمن على المساعدات الإنمائية الرسمية. وهي تشوه كفاءة اختيار التكنولوجيا وتدفع نماذج الأعمال التجارية السليمة للخروج من السوق.

مؤسسات التمويل التجارية تواجه مخاطر كبيرة في إنتاج منتجات مالية "خضراء". فالتكنولوجيات السليمة بيئيا المقترنة بأحجام المشروعات الصغيرة نسبيا وبطول فترات السداد، تجعل البنوك تحجم عنها بسبب ارتفاع تكاليف معاملاتها. كما أن ضآلة قيمة الرهن تجعل من الصعب استخدام الصكوك المالية، مثل الجوانب المالية للمشروعات. ومن بين المناهج التي ابتكرها القطاع الخاص لعلاج هذه المسائل: التأجير، وبنوك البيئة والأخلاق، وتسهيلات القروض الصغيرة أو المنح الصغيرة الموجهة للأسر ذات الدخل المنخفض، أو الصناديق البيئية، أو شركات خدمات الطاقة أو رؤوس أموال المشروعات الخضراء. كما بدأت صناعة التأمين في معالجة مخاطر تغير المناخ. وبدأت مؤسسات التمويل الخضراء الجديدة – مثل صناديق الاستثمار الحرجي – في تحسس فرص السوق بالعمل نحو معرفة قيمة الغابات الموجودة.

الأسعار المختلة والناقصة حواجز مهمة أيضا. فعدم وجود أسعار سوقية لبعض التأثيرات (الخارجية) مثل الأضرار البيئية، يشكل حاجزا أمام انتشار التكنولوجيات المفيدة بيئيا. فاختلال الأسعار بسبب الضرائب، أو الدعم، أو التدخلات في مجال السياسات التي تجعل استهلاك الموارد أكثر أو أقل تكلفة بالنسبة للمستهلك، يعوق أيضا انتشار التكنولوجيات التي تحافظ على الموارد.

وشبكات العوامل الخارجية قد تخلق حواجز هي الأخرى. فبعض التكنولوجيات تعمل بطريقة تتفاعل فيها معدات مستخدم ما مع معدات المستخدمين الآخرين بحيث تخلق "شبكة من العوامل الخارجية". وكمثال، فإن جاذبية المركبات التي تستخدم أنواعا بديلة من الوقود تتوقف على مدى توافر أماكن مناسبة للتزود بهذا الوقود. ومن ناحية أخرى، فإن إقامة شبكة أساسية من محطات الوقود تتوقف على وجود طلب على المركبات التي تستخدم هذه الأنواع البديلة من الوقود.

وتظهر حوافز متضاربة بين الملاك والمستأجرين، عندما يكون مستأجر مسؤولا عن التكاليف الشهرية للوقود (و/أو) الكهرباء، بينما يميل المالك إلى توفير أرخص المعدات في البداية دون النظر إلى حاجتها الشهرية من الطاقة. كما تظهر مشكلات مماثلة عندما تقوم الشركات بشراء السيارات التي يستخدمها موظفوها.

المصالح الخاصة: يتمثل واحد من أهم الحواجز التي تحول دون انتشار التقدم الفني في المصالح الخاصة التي تخصصت في التكنولوجيات التقليدية، والتي قد تميل – بناء على ذلك – إلى التواطؤ وممارسة ضغوط سياسية على الحكومات لكي تتخذ بعض الإجراءات الإدارية، أو تفرض ضرائب أو تقيم حواجز تجارية، أو تفرض قوانين لكي تعطل، بل وحتى تمنع دخول ابتكارات جديدة قد تضر بمكاسبها.

ولاشك أن عدم وجود وكالات تنظيمية فعالة يعوق جلب التكنولوجيات السليمة بيئيا. فالكثير من البلدان يملك أحكاما دستورية وقانونية ممتازة لحماية البيئة، ولكن هذه الأحكام القانونية لا تنفذ. ورغم ذلك، فإن "القوانين غير الرسمية" التي تظهر نتيجة الضغوط المجتمعية من المنظمات غير الحكومية مثلا، أو النقابات العمالية، أو منظمات الجوار، وغير ذلك، قد تحل محل الضغوط التنظيمية الرسمية.

وتعتبر المعلومات في أغلب الأحيان منفعة عامة. فالمعلومات النوعية بشأن توافر أنواع مختلفة من التكنولوجيات وكيفية أدائها، قد تحمل صفات "المنفعة العامة"، وبالتالي لا توفرها الأسواق الخاصة بالقدر الكافي. وتزداد هذه المشكلة تفاقما، لأنه حتى بعد جلب التكنولوجيا وبدء تشغيلها، يصعب في أغلب الأحيان تقدير كمية الوفر في الطاقة التي نجمت عن هذه التكنولوجيا، وذلك بسبب أخطاء القياس وصعوبة مشكلات خط الأساس. فمعرفة أن عدم اليقين هذا قد يحول في حد ذاته دون انتشار التكنولوجيا.

تطورت أساليب الحياة والسلوك وأنماط الاستهلاك الجارية في ظل الظروف الاجتماعية – الثقافية الحالية والسابقة. وتأتي التغيرات في السلوك وفي أساليب الحياة نتيجة عدد من العمليات المتشابكة، مثل:

- التطورات العلمية والتكنولوجية والاقتصادية؛
- التطورات في وجهات النظر العالمية والخطابل العام؛
- التغيرات في العلاقات بين المؤسسات، والتحالفات السياسية، والشبكات الفاعلة؛
- التغيرات في التركيبات الاجتماعية أو العلاقات داخل الشركات والأسر؛
- التغيرات في الحوافز السيكولوجية (مثل وسائل الراحة، والمركز الاجتماعي، والطموح المهني، وغير ذلك).

وتتخذ الحواجز شكلا مختلفا مع كل عملية من العمليات السابقة.

وفي بعض الحالات، توضع السياسات على أساس نموذج من سيكولوجية البشر تعرض لنقد شديد. فالمفترض في الناس أن يسعوا إلى تحقيق أكبر قدر من الرخاء الرشيد، وأن تتوافر فيهم مجموعة من القيم الثابتة. ولكن مثل هذا النموذج لا يشرح بعض العمليات مثل التعلم، والتعود، وتكوين القيم، أو التعقل المفترض، وهي العمليات التي تلاحظ في خيارات الإنسان. فالتركيبات الاجتماعية قد تؤثر على الاستهلاك، عن طريق ربط الأشياء بالمركز أو الطبقة الاجتماعية مثلا. فاتباع الأفراد لأنماط استهلاك مستدامة، لا يتوقف على مجرد التوفيق بين هذه الأنماط واحتياجاتهم المعروفة، وإنما يتوقف أيضا على مدى فهمهم لخياراتهم الاستهلاكية، وقدرتهم على الاختيار.

عدم اليقين

من بين الحواجز الهامة الأخرى، عدم اليقين. فقد لا يكون المستهلك متيقنا من أسعار الطاقة في المستقبل، وبالتالي لا يستطيع تحديد ما سيوفره من الطاقة في المستقبل. كما قد يكون هناك قدر من الشك بالنسبة للجيل القادم من المعدات، فهل ستأتي السنة القادمة بنموذج أرخص أو أفضل؟ وعند اتخاذ القرار عمليا، يرتبط الحاجز غالبا بقضية انخفاض التكلفة وطول فترة صلاحية البنية الأساسية، وما يرتبط بذلك من قرارات لا رجعة فيها في الاستثمار في البنية الأساسية غير الدائمة.

٣-٥ الحواجز والفرص الخاصة بالقطاعات والتكنولوجيا

تصف الأجزاء التالية الحواجز والفرص الخاصة بكل قطاع من قطاعات التخفيف (انظر أيضا الجدول.٢).

المباني: يتضرر الفقراء في كل بلد من الحواجز الموجودة في هذا القطاع بأكثر مما يتضرر الأغنياء، نظرا لأنهم لا يستطيعون الحصول على تمويل كاف، بالإضافة إلى انخفاض معدلات معرفة القراءة والكتابة لديهم، وتمسكهم بالعادات التقليدية، وضرورة تخصيص نسبة أكبر من دخلهم لإشباع حاجاتهم الأساسية، بما في ذلك شراء الوقود. ومن بين الحواجز الأخرى في هذا القطاع نقص المهارات، والحواجز الاجتماعية، والحوافز المقدمة في غير مكانها السليم، وتركيبة السوق، وبطء تجديد المخزونات، والأسعار التي تحدد إداريا، والمعلومات الناقصة. فالتصميم المتكامل للمباني السكنية يمكن أن يوفر الطاقة بنسبة تتراوح بين ٤٠ في المائة – ٦٠ في المائة، وهو ما يقلل بالتالي من تكاليف المعيشة (الجزء ٣-٣-٤).

ويمكن تقسيم السياسات والبرامج والإجراءات اللازمة لإزالة الحواجز والحد من تكاليف الطاقة واستخدامها، وانبعاث غازات الكربون في المباني السكنية والتجارية إلى عشر فئات عامة: برامج طوعية، ومعايير لكفاءة المباني، ومعايير لكفاءة المعدات، وبرامج لتحويل الأسواق الحكومية، والتمويل، والمشتريات الحكومية، والاعتمادات الضريبية، وتخطيط الطاقة (الإنتاج والتوزيع والاستخدام النهائي) والإسراع بالبحوث والتطوير. وتمويل الائتمان الميسر منتشر على نطاق واسع في أفريقيا كوسيلة حاسمة لإزالة الحاجز الخاص بالتكلفة الأولى الباهظة. فسوء إدارة الاقتصاد العام المصحوبة بظروف اقتصادية مضطربة، تؤدي في أغلب الأحيان إلى صعوبات مالية وإلى حواجز سميكة. ونظرا لأن العديد من العقبات يمكن أن تظهر في وقت واحد في سلسلة ابتكارات أي استثمار لكفاءة الطاقة أو أي إجراء تنظيمي، فإن التدابير المتعلقة بالسياسات ينبغي عادة أن تطبق كحزمة واحدة، حتى يمكن معرفة الإمكانيات الاقتصادية لتكنولوجيا معينة.

النقل: أصبحت السيارة تعتبر في المجتمعات الحديثة وسيلة للحرية والحركة والأمان، ورمز للمركز الاجتماعي للفرد وشخصيته، بالإضافة إلى أنها واحدة من أهم منتجات الاقتصاد الصناعي.وقد تبين من عدة دراسات أن الناس الذين يعيشون في المدن المزدحمة لا يعتمدون كثيرا على السيارات، وإن كان الأمر ليس سهلا، حتى مع أخذ مشكلات الازدحام في الحسبان، لتحفيز الناس على الابتعاد عن العشوائيات المحيطة بالمدن والانتقال إلى قرى المدينة كما تدعو بعض الكتابات. ولاشك أن المنهج المتكامل بتخطيط المدن والنقل، واستخدام الحوافز، كلها أمور أساسية في كفاءة الطاقة وتوفيرها بالنسبة لقطاع النقل. فهذا مجال للنتائج الخفية فيه آثارها الهامة للغاية: فعندما يتم اختيار نمط استخدام الأرض، لا يصبح هناك مجال للتراجع. ويمثل ذلك فرصة للبلدان النامية بالذات.

ومن الشائع استخدام ضرائب على أنواع الوقود المستخدمة في عمليات النقل، ولكنها ضرائب تلقى مقاومة شعبية في بعض البلدان، وعلى الأخص عندما تعتبر مجرد إجراءات لزيادة الإيرادات. فرسوم استخدام الطرق كانت أمرا مقبولا عندما خصصت لتغطية تكاليف النقل. ورغم أن الشاحنات والسيارات قد تخضع لحواجز وفرص مختلفة نظرا لاختلاف الغرض من استخدام كل منها والمسافة التي تقطعها، فإن أي سياسة ضريبية لتقدير التكلفة الكاملة لانبعاثات غازات الدفيئة سيكون لها نفس التأثير على تخفيض غاز ثاني أكسيد الكربون أثناء النقل البري. وقد سعت عدة دراسات إلى استكشاف إمكانيات تعديل الطريقة التي تفرض بها ضرائب الطرق ورسوم الرخص وأقساط التأمين الآن، واكتشفت أن بإمكان هذه

الضرائب والرسوم أن تقلل من انبعاثات الغازات بنسبة ١٠ في المائة تقريبا في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. فالعجز عن تطوير وتوفير وسائل النقل الجماعي المريحة التي تتسم بالكفاءة، يشجع الناس على استخدام سيارات خاصة تستخدم قدرا أكبر من الطاقة. ومع ذلك، فإن مجموعة السياسات التي تحمي مصالح النقل البري، هي الأداة التي تشكل حاجزا أمام التغيير، أكثر من أي أداة أخرى.

وتتدفق السيارات الجديدة والمستعملة (و/أو) تكنولوجياتها في أغلب الأحيان من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية. وبالتالي، فإن أي منهج للحد من انبعاثات الغازات يستهدف التكنولوجيا في البلدان المتقدمة، سيكون له تأثيره الملموس على انبعاثات هذه الغازات في البلدان النامية مستقبلا.

الصناعة: قد تأخذ الحواجز في مجال الصناعة عدة أشكال، تحددها مميزات الشركة (الحجم والهيكل) ومناخ الأعمال. ففي أغلب الأحيان لا تتخذ تدابير موفرة للطاقة نتيجة نقص المعلومات، أو ارتفاع تكاليف الحصول على معلومات يمكن الاعتماد عليها. فرأس المال يستخدم في تحقيق أولويات الاستثمار، ويتعرض لموانع صعبة عند الاستثمار في كفاءة الطاقة. فنقص الأيدي العاملة الخبيرة، وعلى الأخص بالنسبة للمنشآت صغيرة الحجم أو المنشآت المتوسطة، يخلق صعوبات في تركيب معدات لكفاءة الطاقة مقارنة بسهولة شراء هذه الطاقة. ومن بين الحواجز الأخرى صعوبة تقدير كمية الطاقة المقتصرة، وبطء انتشار التكنولوجيا المبتكرة في الأسواق، في نفس الوقت الذي تحجم فيه الشركات عادة عن الاستثمار في البحوث والتطوير، رغم ارتفاع معدلات العائد على مثل هذا الاستثمار. وقد استخدمت مجموعة كبيرة من السياسات لتقليل الحواجز، أو فكرة الحواجز، وجربت في القطاع الصناعي من البلدان النامية، وحققت درجات متفاوتة من النجاح. فبرامج المعلومات تصمم بحيث تساعد مستهلك الطاقة في فهم تكنولوجيات وطرق استخدام الطاقة بصورة أكثر كفاءة، وتطبيق هذه التكنولوجيات والطرق. وكانت أشكال التشريعات البيئية قوة دافعة للأخذ بمثل هذه التكنولوجيات الجديدة. ومن بين المناهج الجديدة لتحسين كفاءة الطاقة الصناعية في البلدان المتقدمة، ما يعرف بالاتفاقيات الطوعية.

وفي قطاع توريد الطاقة، تكاد جميع الحواجز النوعية التي ذكرت في القسم ٥-٢ تحد من إدخال التكنولوجيات والأساليب السليمة بيئيا. فتزايد إلغاء القواعد المقيدة في نظم توريد الطاقة، تزيد من كفاءة هذه الطاقة، ولكنها تثير قلقا خاصا. فأسعار السوق والعقود الخاصة، والتوقعات المتقلبة قصيرة الأجل للمستثمرين من القطاع الخاص، والمخاطر المحتملة للمفاعلات النووية وتلك التي تعمل بالطاقة المائية حولت انتباه الناس فيما يتعلق بالوقود والتكنولوجيا باتجاه الغاز الطبيعي ومعامل النفط، بعيدا عن أشكال الطاقة المتجددة، بما في ذلك – ولو بدرجة أقل – الطاقة المائية في كثير من البلدان.

إن إنتاج القوى الكهربائية والحرارة معا أكثر كفاءة من إنتاج كل منهما على حدة لاستخدامه في غرض معين. ويرتبط إنتاج القوى الكهربائية والحرارة ارتباطا وثيقا بتوافر وكثافة أحمال الحرارة الصناعية، وتدفئة الأحياء، وشبكات التبريد. ومع ذلك، فإن تنفيذ هذا النوع من الطاقة يتعرض لعقبات بسبب نقص المعلومات، والطبيعة اللامركزية للتكنولوجيا، وموقف العاملين في شبكات توزيع الكهرباء، وشروط ربط الشبكات، وعدم وجود سياسات للتخطيط طويل الأجل. فلابد هنا من وجود سياسات عامة حاسمة وسلطة تنظيمية من أجل وضع شروط منسقة والمحافظة على هذه الشروط، وضمان الشفافية، وتوضيح المهام الرئيسية للطاقة الكهربائية.

الزراعة والغابات: إن نقص الطاقة اللازمة للبحوث وتقديم الخدمات الإرشادية سيعوق انتشار التكنولوجيات المناسبة للظروف المحلية، بالإضافة إلى أن تراجع نظام الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية قد زاد من تفاقم هذه المشكلة في العالم النامي. كما أن الأخذ بأي تكنولوجيا جديدة يواجه عقبات بسبب صغر مساحة المزارع، وصعوبات الائتمان، وكثرة المخاطر، وعدم وجود معلومات أو رأس مال بشري، وضعف البنية الأساسية الريفية وترتيبات الحيازة، وعدم إمكانية الاعتماد على توريد المدخلات التكميلية. أما الدعم الذي يقدم إلى أهم المدخلات الزراعية، مثل الأسمدة، ومياه الري، والكهرباء، والوقود، وإلى المخرجات من أجل المحافظة على نظم زراعية مستقرة والتوزيع العادل للثروة، فإنها تحدث خللا في أسواق هذه المنتجات.

ومن بين الإجراءات التي يمكن اتخاذها لعلاج الحواجز السابق ذكرها:

- التوسع في مشروعات التسليف والإدخار؛
- تحويل عمليات تمويل البحوث الدولية باتجاه الاستخدام الرشيد للمياه، وتصميم شبكات الري، وإدارة الري، وتحمل ملوحة المياه، وتأثير زيادة مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون على المحاصيل المدارية؛

- تحسين نظم الأمن الغذائي، ونظم الإنذار المبكر من الكوارث؛
- إقامة علاقات مؤسسية فيما بين البلدان؛
- ترشيد أسعار المدخلات والمخرجات من السلع الزراعية، مع مراعاة قضايا التنمية والإنصاف والاستدامة.

يتعرض قطاع الغابات لقوانين تنظم استخدام الأراضي وإلى سياسات أخرى تتعلق بالاقتصاد العام تحابي عادة تحويل الأراضي الحرجية إلى استخدامات أخرى مثل الزراعة، وتربية الأبقار، أو إقامة المصانع. ولاشك أن النظم غير الآمنة لحيازة الأراضي وحقوق الحيازة وعمليات الدعم التي تحابي الزراعة أو الثروة الحيوانية، من أهم الحواجز التي تحول دون ضمان الإدارة المستدامة للغابات، والحد من غازات الكربون بصورة مستدامة. وفيما يتعلق بالحد من تغير المناخ، فإن هناك قضايا أخرى مثل نقص القدرات الفنية، وعدم الثقة في وضع خطوط أساسية للمشروعات، ورصد مخزونات الكربون التي تشكل كلها تحديات صعبة.

التخلص من النفايات: تشكل عملية التخلص من النفايات الصلبة ومياه الصرف ومعالجتها ما يقرب من ٢٠ في المائة من انبعاثات غاز الميثان الناجمة عن الأنشطة البشرية. والحواجز الرئيسية التي تقف أمام نقل التكنولوجيا إلى هذا القطاع تتمثل في نقص التمويل والقدرات المؤسسية والتعقيدات القانونية وضرورة مشاركة المجتمعات المحلية. أما مشروعات الحد من تغير المناخ فتواجه صعوبات أخرى ناجمة عن عدم الدراية بامتصاص الميثان، وإمكانية توليد الكهرباء منه، وعدم الرغبة في تخصيص طاقات بشرية إضافية لموضوع الحد من تغير المناخ، بالإضافة إلى التعقيدات المؤسسية التي تستلزمها معالجة النفايات ويستلزمها أيضا توليد الطاقة وتوريدها. ولاشك أن عدم وجود أطر تنظيمية واستثمارية واضحة قد يشكل تحديات خطيرة أمام وضع مشروعات في هذا المجال.

وللتغلب على الحواجز القائمة لاغتنام الفرص المتاحة في التخلص من النفايات، لابد من اتباع منهج لعدة مشروعات، يحتوي على العناصر التالية:

- وضع قواعد بيانات عن النفايات الموجودة، وخصائصها، وتوزيعها، وكيفية الوصول إليها، والأساليب المتبعة الآن في استخدامها (و/ أو) التكنولوجيات المستخدمة في التخلص منها، والسلامة الاقتصادية لكل هذه العمليات؛
- آلية مؤسسية لنقل التكنولوجيا عن طريق برنامج منسق يضم مؤسسات البحوث والتطوير ووكالات التمويل، والمؤسسات الصناعية؛
- تحديد دور أصحاب الشأن، بما في ذلك السلطات المحلية، وأرباب الأسر، والمؤسسات الصناعية، ومؤسسات البحوث والتطوير، والحكومات.

الاعتبارات الإقليمية: إن تغير الأنماط الموجودة في العالم يتيح الفرصة لإدخال تكنولوجيات وطرق للحد من انبعاثات غازات الدفيئة، تتسق وأهداف التنمية والإنصاف والاستدامة. فالثقافة القائمة على دعم الطاقة، وخمول المؤسسات، وتفتت أسواق رأس المال، والمصالح الخاصة، وما إلى ذلك، تمثل رغم كل هذا حواجز سميكة أمام تنفيذ هذه الأهداف، وربما تحولت إلى قضية لها أهميتها في البلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية. فالوضع في هاتين المجموعتين من البلدان يستدعي تحليلا دقيقا للحواجز والفرص التجارية والمؤسسية والمالية وتلك المتعلقة بالدخل، وتحليل اختلال الأسعار والثغرات الموجودة في مجال المعلومات. وفي البلدان المتقدمة، تتيح الحواجز الأخرى مثل أنماط الحياة والاستهلاك الحالية التي تخرج مقادير هائلة من غازات الكربون، والتركيبات الاجتماعية، والعوامل الخارجية المتشابكة، والحوافز التي تعطى في غير محلها، فرصة للتدخل من أجل كبح زيادة انبعاثات غازات الدفيئة. وأخيرا، فإن التكنولوجيات الجديدة والقديمة تتدفق في أغلبها من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية وتلك التي تمر بمرحلة انتقالية. وبالتالي فإن أي منهج عالمي للحد من انبعاثات هذه الغازات يستهدف التكنولوجيا المنقولة من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية سيكون له تأثيره الملموس على انبعاثات هذه الغازات مستقبلا.

٦- السياسات والتدابير والصكوك

٦-١ صكوك السياسات والمعايير الممكنة لتقديرها

الهدف من هذا الجزء هو دراسة أهم أنواع السياسات والتدابير التي يمكن استخدامها لتنفيذ خيارات الحد من التركيز الصافي لانبعاثات غازات الدفيئة في الجو. ومع التزامنا بالمجال المحدد لهذا التقرير، فإن السياسات والتدابير التي يمكن تطبيقها لتحمل تكاليف التكيف مع تغير المناخ أو الحد من هذه التكاليف، لم ترد هنا. وسنقتصر على مناقشة صكوك السياسات البديلة وتقييمها طبقا لمعايير محددة، كل ذلك على أساس أحدث ما كتب في هذا الموضوع. وهناك بالطبع قدر من التركيز على الصكوك التي وردت في بروتوكول كيوتو (آليات كيوتو)، نظرا لحداثتها ولأنها تركز على تحقيق الحدود القصوى لانبعاثات

غازات الدفيئة، ولأن المدى المنتظر لتطبيقها دوليا ليست له سابقة. وبالإضافة إلى الأبعاد الاقتصادية، تجري مناقشة الاقتصاد السياسي والعناصر القانونية والمؤسسية من حيث صلتها بهذه السياسات والتدابير.

إن أي بلد يستطيع أن يختار من بين مجموعة كبيرة من السياسات والتدابير والصكوك المحتملة، مثل (بحسب الترتيب التالي): انبعاثات الغازات، والكربون، أو ضرائب الطاقة، والتصاريح القابلة للاستبدال، والدعم، ونظم استرداد الودائع، والاتفاقيات الطوعية، والتصاريح غير القابلة للاستبدال، ومعايير التكنولوجيا والأداء، وحظر المنتجات، والإنفاق الحكومي المباشر بما في ذلك الاستثمار في البحوث والتطوير. وكذلك فإن أي مجموعة من البلدان تريد الحد من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة يمكن أن تتفق على تنفيذ صك واحد أو مجموعة من الصكوك التالية (بحسب الترتيب التالي): الحصص القابلة للتداول، والتنفيذ المشترك، وآلية للتنمية النظيفة، وتنسيق الانبعاثات أو فرض ضرائب على الكربون أو على الطاقة، أو الضرائب الدولية على الانبعاثات أو الكربون أو الطاقة، والحصص غير القابلة للتبادل، والمعايير الدولية للتكنولوجيا والإنتاج، والاتفاقيات الطوعية، والنقل الدولي المباشر للموارد المالية والتكنولوجيا.

ومن بين المعايير الممكنة لتقدير صكوك السياسات: تأثيرها البيئي، وفعالية تكاليفها، واعتبارات التوزيع بما فيها اعتبارات المنافسة، وإمكانية تنفيذها من الناحيتين الإدارية والسياسية، والعائدات الحكومية، والآثار الاقتصادية الأوسع مثل تأثيرها على قواعد التجارة الدولية، وتأثيرها البيئي الأوسع مثل تسرب غازات الكربون، وتأثيرها على تغيير المواقف والوعي والتعلم والابتكار والتقدم الفني ونشر التكنولوجيا. وقد تعطي كل حكومة من الحكومات وزنا مختلفا للمعايير العديدة عند تقييمها لخيارات سياسات الحد من انبعاثات غازات الدفيئة اعتمادا على ظروفها المحلية والقطاعية. بل إن الحكومات قد تعطي ثقلا معينا لكل مجموعة من المعايير عند تقييمها لصكوك السياسات المحلية مقابل صكوك السياسات الدولية. فتنسيق الأعمال يمكن أن يساعد في معالجة مشكلات التنافس، والصدام المحتمل مع قواعد التجارة الدولية، وتسرب الكربون.

وقد أكدت الكتابات الاقتصادية عن اختيار السياسات المطبقة أهمية ضغوط مجموعات المصالح، بتركيزها على المطالبة بوضع قواعد في هذا المجال. ولكنها مالت إلى تجاهل زجانب العرض في المعادلة السياسية، التي تركز عليها الكتابات في العلوم السياسية: أي المشرعون والحكومة ومسؤولو الحزب الذين يصممون السياسة التنظيمية وينفذونها، والذين يقررون في النهاية أي الصكوك أو مجموعة الصكوك التي ستستعمل. ومع ذلك، فإن نقطة الامتثال في صكوك السياسات البديلة – سواء طبقت على مستخدمي الوقود الأحفوري أو شركات تصنيعه مثلا، سيكون لها على الأرجح أهمية سياسية عند اختيار صك السياسات. ومن الأفكار الهامة أن بعض أشكال التنظيم يمكن بالفعل أن تفيد الصناعة المنظمة، بأن تحد مثلا من الدخول إلى هذه الصناعة أو تفرض تكاليف باهظة على الداخلين الجدد. فالسياسات التي تفرض تكاليف على الصناعة ككل، قد تحظى رغم ذلك بدعم من الشركات التي ستحقق رواجا أكثر من منافسيها والشركات المسجلة، ليست بالطبع هي المجموعة الوحيدة التي لها مصلحة في التنظيم: فمجموعات المصالح المعارضة ستحارب هي الأخرى من أجل مصالحها.

٢–٦ السياسات والتدابير والصكوك القطرية

في حالة البلدان التي تمر بعملية إصلاح هيكلي، لابد من فهم إطار السياسات الجديدة حتى يمكن عمل تقديرات معقولة لإمكانية تنفيذ سياسات للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. فالإجراءات التي اتخذت مؤخرا لتحرير أسواق الطاقة، كان الدافع من ورائها في أغلب الأحيان الرغبة في زيادة التنافس في أسواق الطاقة والقوى الكهربائية، ولكن هذه الإجراءات يمكن أن يكون لها نتائج ملموسة على انبعاثات هذه الغازات، عن طريق تأثيرها على أنماط إنتاج وتكنولوجيا الطاقة أو توصيل القوى الكهربائية. فعلى المدى البعيد، قد يكون لتغير أنماط الاستهلاك أهمية أكبر منه لمجرد تنفيذ إجراءات للحد من تغير المناخ.

لاشك أن الصكوك التي تقوم على الأسواق – وفي مقدمتها الضرائب المحلية ونظم التصاريح المحلية القابلة للتبادل – سيكون لها جاذبيتها بالنسبة للحكومات في كثير من الحالات، نظرا لكفاءتها. وتستخدم مثل هذه الصكوك في أغلب الأحيان للتنسيق مع الإجراءات التنظيمية التقليدية. فعند تطبيق ضريبة محلية على انبعاثات الغازات، ينبغي على واضعي السياسات التفكير في نقطة التحصيل، وأساس الضريبة، وتفاوتها فيما بين القطاعات، وارتباطها بالتجارة والعمالة والإيرادات، وشكل آليتها على وجه التحديد. فكل نقطة من هذه النقاط يمكن أن تؤثر على التصميم المناسب للضريبة المحلية على انبعاثات الغازات، بل إن بعض الجوانب السياسية وغير

السياسية قد يكون لها دورها أيضا. وكمثال، فإن أي ضريبة تفرض على مقدار الطاقة الموجود في الوقود قد تكون أكثر تكلفة من فرض ضريبة على غازات الكربون من أجل تخفيض مماثل في انبعاثاتها، لأن أي ضريبة على الطاقة سترفع من أسعار جميع أشكال هذه الطاقة، بغض النظر عن مقدار إسهامها في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. ورغم ذلك، فإن الكثير من الدول قد تفضل استخدام ضريبة الطاقة لأسباب لا علاقة لها بكفاءة التكاليف، وينطبق الكثير من التحليلات الواردة في هذا القسم على ضرائب الطاقة وكذلك ضرائب الكربون.

إن أي بلد يلتزم بالحد من انبعاثات غازات الدفيئة، يستطيع أيضا أن يفي بهذا الحد باستخدام نظام التصاريح القابلة للتداول، والتي تحد بصورة مباشرة أو غير مباشرة من انبعاثات الغازات من المصادر المحلية. وهذا النظام – مثله مثل الضرائب – يفرض عددا من قضايا التصميم، مثل نوع التصريح، وطرق تخصيص هذه التصاريح، والمصادر الداخلة فيها، ونقطة الامتثال، واستخدام البنوك. ومن الصعب للغاية تغطية جميع المصادر بنظام واحد للتصاريح المحلية. إن الموثوقية التي يوفرها نظام التصاريح القابلة للتبادل في تحقيق مستوى معين من انبعاثات غازات الدفيئة من المصادر المشاركة فيه، تأتي على حساب عدم موثوقية تكاليف هذا التصريح (وبالتالي تكاليف الامتثال). وللتغلب على هذه النقطة، يمكن اتباع سياسة مختلطة تغطي تكاليف الامتثال، ولكن مستوى الغازات المنبعثة لن يكون مضمونا في هذه الحالة.

وفي أغلب البلدان، فإن التحكم في انبعاثات غازات الدفيئة لا يمكن علاجه بصك واحد من صكوك السياسات، وذلك لعدة أسباب، فالأمر يحتاج إلى مجموعة من الصكوك. فإلى جانب واحدة أو أكثر من السياسات القائمة على السوق، يمكن لمجموعة الصكوك أن تحتوي على معايير وقواعد أخرى، واتفاقيات طوعية، وبرامج للمعلومات:

- فمعايير كفاءة الطاقة أثبتت فعاليتها في تخفيض استخدام الطاقة في عدد متزايد من البلدان. وقد تكون لها فعاليتها الخاصة في كثير من البلدان التي تكون فيها القدرة على إدارة صكوك السوق محدودة نسبيا، لتساعد بالتالي في إقامة بنية أساسية إدارية. ولكن هذه المعايير بحاجة إلى تحديث مستمر لتحافظ على فعاليتها. والعيب الرئيسي في المعايير هو أنها قد لا تتسم بالكفاءة، ولكن هذه الكفاءة يمكن تحسينها إذا ركزت المعايير على النتائج المطلوبة وتترك أكبر قدر ممكن من المرونة في اختيار كيفية تحقيق النتائج.
- قد تأخذ الاتفاقيات الطوعية أشكالا مختلفة. فمؤيدو هذه الاتفاقيات يشيرون إلى انخفاض تكاليف المعاملات وعوامل الاتفاق في الرأي، بينما يركز المشككون فيها على مخاطر "التهرب"، بالإضافة إلى احتمال عدم التزام القطاع الخاص بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة في عدم وجود عمليات متابعة وتنفيذ. وفي بعض الأحيان تسبق الاتفاقيات الطوعية اتخاذ إجراءات أكثر حسما.
- تعتبر المعلومات المعيبة من أهم العناصر المعروفة لفشل الأسواق التي يمكن أن يكون لها تأثيرات ملموسة على تحسين كفاءة الطاقة، وبالتالي على انبعاثات الغازات. ومن بين وسائل الحصول على المعلومات: البيانات البيئية، ومراجعات الطاقة، وشروط كتابة التقارير الصناعية، كما أن الحملات الإعلامية تعتبر عناصر تسويق في الكثير من برامج كفاءة الطاقة.

وقد أوضح قدر متزايد من الدراسات نظريا، مع بعض نماذج المحاكاة النظرية، أن اقتصاديات معالجة تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة بصكوك سياسات محلية يعتمد اعتمادا شديدا على اختيار هذه الصكوك. فالسياسات القائمة على الأسعار تميل إلى الاتجاه نحو تكاليف إيجابية حدية وتكاليف كلية إيجابية لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. وفي كل حالة من هذه الحالات، تكون هناك أهمية للتفاعل بين تكاليف هذا التخفيف والهياكل الضريبية الموجودة، وأسعار عناصر الإنتاج بشكل عام. فالسياسات القائمة على الأسعار التي تدر دخلا يمكن أن تقترن بإجراءات أخرى لتحسين كفاءة السوق. ومع ذلك، فإن دور السياسات غير القائمة على الأسعار، التي تحدث شرارة التغيير في وحدة أسعار خدمات الطاقة، هي التي تحسم الموقف في أغلب الأحيان.

٣–٦ السياسات والتدابير الدولية

ولدى الانتقال إلى السياسات والتدابير الدولية، يتبين أن بروتوكول كيوتو يحدد ثلاثة صكوك دولية للسياسات، وهي التي تعرف باسم آليات بروتوكول كيوتو: التداول التجاري لانبعاثات الغازات والتنفيذ المشترك، وآلية التنمية النظيفة. ويتيح كل صك من صكوك السياسات الدولية هذه فرصة للأطراف الواردة في المرفق الأول لكي تفي بالتزاماتها بما يحقق فعالية التكاليف. فالتداول التجاري لانبعاثات الغازات يسمح أساسا للأطراف المدرجة في المرفق الأول بتبادل جزء من الكميات المحددة لها قطريا من انبعاثات الغازات (الأهداف). وينطوي هذا التبادل على السماح للبلدان التي تتحمل تكاليف

حدية مرتفعة لتخفيف انبعاثات الغازات بالحصول على تخفيضات من البلدان التي تتحمل تكاليف حدية منخفضة لهذا التخفيف. وبالمثل، فإن التنفيذ المشترك يسمح لأطراف المرفق الأول تبادل وحدات تخفيض الانبعاث فيما بينها، على أساس كل مشروع على حدة. أما آلية التنمية النظيفة فتسمح لأطراف المرفق الأول بالحصول على قروض – على أساس كل مشروع على حدة – مقابل التخفيضات التي حققتها البلدان غير المدرجة في المرفق الأول.

وتدل التحليلات الاقتصادية على أن آليات كيوتو بإمكانها أن تقلل من التكاليف الكلية للوفاء بحدود انبعاثات غازات الدفيئة المتفق عليها في كيوتو تخفيضا ملموسا. ومع ذلك، فإن تحقيق الوفورات المحتملة في التكاليف يتطلب اتباع سياسات محلية تسمح للكيانات الفردية باستخدام هذه الآليات للوفاء بالتزاماتها في الحد من انبعاثات غازات الدفيئة محليا. لأنه إذا كانت السياسات المحلية تحد من استخدام آليات كيوتو، أو كانت القواعد الدولية التي تحكم هذه الآليات تحد من استخدامها، فسوف تقل الوفورات التي يمكن تحقيقها في التكاليف.

وفي حالة التنفيذ المشترك، ستكون هناك حوافز أمام الحكومات المضيفة لكي تضمن عدم إصدار وحدات انخفاض الانبعاثات إلا نتيجة انخفاض حقيقي في هذا الانبعاث، على افتراض أنها ستواجه عقوبات مشددة في حالة عدم امتثالها للالتزامات بالحد من انبعاثات الغازات محليا. وفي حالة آلية التنمية النظيفة، تصبح لعملية إصدار شهادات مستقلة عن تخفيض انبعاثات الغازات أهمية خاصة، لأن الحكومة المضيفة ليست عليها التزامات بالحد من انبعاثات الغازات، وبالتالي ليس لديها حافز قوي لتكفل إصدار شهادات بانخفاض انبعاثات الغازات مقابل انخفاض حقيقي في هذه الانبعاثات. والصعوبة الرئيسية في تنفيذ الآليات القائمة على المشروعات، سواء التنفيذ المشترك أو آلية التنمية النظيفة، هو تحديد ما يتحقق من مجموع صافي الانخفاض في انبعاث الغازات (أو زيادة بيئة الامتصاص)، فقد يكون التعريف الأساسي هنا معقدا للغاية. وهناك عوامل أخرى تتعلق بآليات كيوتو هذه مازالت في انتظار اتخاذ قرارات بشأنها، مثل: متابعة الإجراءات والتحقق منها، والتكاليف المالية الإضافية (ضمان عدم حلول آلية التنمية النظيفة محل تدفقات المساعدات الإنمائية التقليدية)، والطرق الممكنة لتوحيد منهجيات وضع أسس للمشروعات.

أما إلى أي مدى ستنفذ البلدان النامية (غير المدرجة في المرفق الأول) تنفيذا فعليا التزاماتها المنصوص عليها في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ، فيتوقف – ضمن عوامل أخرى – على نقل تكنولوجيات سليمة بيئيا إلى هذه البلدان.

٦–٤ تنفيذ صكوك السياسات القطرية والدولية

إن أي صك سياسات دولي أو محلي لن يكون فعالا إلا إذا صاحبته نظم كافية للرصد والتنفيذ. فهناك علاقة بين تنفيذ الامتثال وبين كمية التعاون الدولي التي ستستمر في الواقع. فكثير من اتفاقيات البيئة متعددة الأطراف تتعرض لضرورة تنسيق المحظورات التي تفرض على السلوك تنفيذا للالتزامات التي تفرضها هذه الاتفاقيات والأحكام القانونية العامة التي تفرضها منظمة التجارة العالمية (و/ أو) اتفاقيات الجات. فلا اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ ولا بروتوكول كيوتو ينص الآن على أي تدابير تجارية محددة في حالة عدم الامتثال. ولكن هناك العديد من السياسات والإجراءات المحلية التي يمكن وضعها وتنفيذها بجانب بروتوكول كيوتو، قد تتعارض مع أحكام منظمة التجارة العالمية. وقد يكون للاختلافات الدولية فيما يتعلق بقوانين البيئة تأثيره على التجارة.

ومن أهم مشكلات اتفاقيات البيئة (بما في ذلك اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ وبروتوكول كيوتو) هو جذب عدد كبير من المشاركين إلى هذه الاتفاقيات. فما كتب عن هذه الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالبيئة يتنبأ بأن المشاركة فيها ستكون ناقصة باستمرار، وربما احتاج الأمر إلى حوافز لزيادة مثل هذه المشاركة (انظر أيضا القسم ١٠).

٧– منهجيات حساب التكاليف

٧–١ الأساس النظري

إن استخدام موارد لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة يخلق تكاليف الفرص البديلة التي ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار لتساعد في اتخاذ قرارات معقولة في مجال السياسات. فالإجراءات التي تتخذ للحد من انبعاثات غازات الدفيئة أو لزيادة امتصاص الكربون، تحول الموارد عن الاستخدامات الأخرى البديلة. ولابد عند تقدير تكاليف هذه الأعمال من التفكير في القيمة الإجمالية التي كان المجتمع ينتظرها من السلع والخدمات التي ضاعت بسبب تحويل الموارد باتجاه حماية المناخ. وفي بعض الحالات، تكون قيمة المنافع والتكاليف سلبية، مما يعني أن المجتمع سيكسب من وراء العمل على تخفيف الانبعاثات.

ويتناول هذا الجزء القضايا المنهجية التي تنشأ عند تقدير التكاليف النقدية لتغير المناخ. وسيكون التركيز هنا على التقدير السليم لتكاليف إجراءات تخفيف انبعاثات الغازات. ولابد أن تستند عملية تقدير التكاليف والمنافع على إطار تحليلي دائم حتى نضمن المقارنة بين التقديرات وشفافيتها. ويقدر أحد الأطر المعروفة التكاليف كتغييرات في المستوى الاجتماعي على أساس القيم الفردية. وتنعكس هذه القيم في الاستعداد للدفع من أجل تحسين البيئة أو الاستعداد لقبول تعويضات. ومن مقاييس هذه القيم، يمكن استخلاص مقاييس أخرى مثل الفوائض الاجتماعية التي تكتسب أو تخسر نتيجة سياسة معينة، ومجموع تكاليف الموارد، وتكاليف الفرصة البديلة.

وإذا كان استخدام مقاييس الرفاه له حدوده، واستخدام القيم النقدية مازال محل نقاش، فإن الرأي القائل باتباع طرق زلتحويلس المدخلات غير السوقية إلى أرقام نقدية، يعطي معلومات مفيدة لصناع السياسات. وينبغي اتباع هذه الطرق كلما كان ذلك مناسبا. كما أنه من المفيد استكمال منهجية التكاليف القائمة على الرفاه، بطريقة أكثر شمولا تتضمن أبعاد الإنصاف والاستدامة في سياسات تخفيف تغير المناخ. ومن الناحية العملية، فإن التحدي هنا يتمثل في وضع تعريف شامل ومتسق لأهم الآثار التي يتطلب الأمر قياسها.

ومن الانتقادات الشائعة لطريقة حساب التكاليف هذه، أنها غير منصفة، إذ أنها تعطي وزنا كبيرا "للأغنياء". ويرجع ذلك إلى أن الشخص الغني لديه استعداد أكبر للدفع من أجل تحسين البيئة واستعداد أكبر لقبول التعويضات عن الشخص الفقير، وبالتالي فإن الخيارات التي تحدث تعكس تفضيلها للأغنياء. وهذا الانتقاد سليم، ولكن ليست هناك طريقة أخرى سليمة ومتسقة للتقييم يمكن أن تحل محل تلك الموجودة الآن بالكامل. فالقلق المتعلق بالإنصاف مثلا، يمكن التغلب عليه بتقدير القيمة الأساسية. فالتكاليف التقديرية ليست سوى معلومة في عملية صناعة القرار بالنسبة لتغير المناخ، يمكن استكمالها بمعلومات أخرى عن الأهداف الاجتماعية الأخرى، مثل التأثير على أصحاب الشأن الرئيسيين وتحقيق أهداف الحد من الفقر.

وستجرى في هذا القسم، استعراض منهجية حساب التكاليف، والمسائل الداخلة في استخدام هذه الطرق.

٧–٢ المناهج التحليلية

إن تقدير التكاليف هو أحد المدخلات في خطة أو أكثر من صناعة القرار التي تشمل تحليل التكاليف والمزايا، وتحليل مردودية التكاليف، وتحليل الصلات المتعددة. وتختلف المناهج التحليلية أساسا في كيفية اختيار أهداف إطار صناعة القرار وتحديدها وتقييمها. فبعض الأهداف في سياسات التخفيف يمكن تحديدها بوحدات اقتصادية (كأن تقاس التكاليف والمنافع بوحدات نقدية)، وبعضها بوحدات مادية (كأن تحسب كمية الملوثات بأطنان من ثاني أكسيد الكربون). أما من الناحية العملية فإن التحدي هنا يكمن في وضع تعريف شامل ومتسق لكل تأثير من التأثيرات الهامة التي ينبغي قياسها.

٧–٢–١ المنافع المشتركة والتكاليف والمنافع والتكاليف التجميعية

تستخدم الدراسات في هذا الموضوع عددا من المصطلحات للتدليل على المنافع والتكاليف التي ترتبط بسياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. وتشمل هذه المنافع المشتركة، والمنافع التجميعية، والمنافع الجانبية، والمنافع الإضافية، والمنافع المصاحبة. وفي مناقشتنا هنا، فإن مصطلح "المنافع المشتركة" يشير إلى المنافع غير المناخية لسياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة المدرجة صراحة في سياسات التخفيف منذ بداية وضعها. ومعنى ذلك، أن مصطلح المنافع المشتركة يبين أن أغلب السياسات المقررة للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة لها أيضا دوافع جوهرية منذ أن وضعت هذه السياسات، وإن كانت أقل أهمية في أغلب الأحيان (كأن تتعلق بأهداف التنمية والاستدامة والإنصاف). وعلى النقيض من ذلك، فإن مصطلح المنافع الإضافية يدل على الآثار الإضافيةأو الجانبية لسياسات تخفيف تغير المناخ على المشكلات التي تظهر نتيجة أي سياسات مقترحة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة.

إن السياسات التي تستهدف تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة يمكن أن يكون لها – كما سبق أن أشد – فوائد وتكاليف اجتماعية أخرى (التي تسمى هنا فوائد وتكاليف مشتركة أو إضافية) وقد سعت بعض الدراسات التجريبية إلى تقدير هذه النتائج. فمن الواضح أن الحجم الفعلي للمنافع الإضافية أو المشتركة المقدرة تقديرات دقيقا يعتمد على تصور هيكل التحليل، لاسيما على أساس الافتراضات الخاصة بإدارة السياسات في حالة خط الأساس. ومع ذلك، أنه سواء أُدرج أثر معين أو لم يُدرج، فإن ذلك يتوقف على الهدف الأساسي من البرنامج. ثم أن أي شئ قد يعتبر من وجهة نظر دولية برنامج للحد من انبعاثات غازات الدفيئة، يمكن أن يرى – من وجهة نظر قطرية – كبرنامج تتساوى فيه أهمية الملوثات المحلية مع تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة.

٧–٢–٢ تكاليف التنفيذ

إن جميع سياسات تغير المناخ تستلزم قدرا من التكاليف لتنفيذها، أي تكاليف لتغيير القواعد واللوائح القائمة، وضمان توفير البنية الأساسية الضرورية، وتدريب وتوعية هؤلاء الذين سينفذون التدابير والذين سيتضررون منها، وغير ذلك. وللأسف فإن مثل هذه التكاليف لا تغطى بالكامل في أي تحليل تقليدي للتكاليف. فتكاليف التنفيذ في هذا الإطار يقصد بها أن تعكس الجوانب المؤسسية الدائمة لوضع برنامج موضع التنفيذ، بخلاف التكاليف التي تعتبر تكاليف معاملات عادة. فهذه الأخيرة هي تكاليف مؤقتة بحكم تعريفها. ولابد من عمل الكثير لتقدير التكاليف المؤسسية وغير المؤسسية للبرامج، بحيث تكون الأرقام التي ترد في التقارير ممثلة للتكاليف الحقيقية إذا ما نفذت هذه البرامج بالفعل.

٧–٢–٣ الخصم

هناك بشكل عام منهجان للخصم: منهج أخلاقي مكتسب يقوم على معدلات الخصم التي ينبغي تطبيقها، ومنهج وصفي يقوم على المعدلات التي يطبقها بالفعل من يستخدمون معدلات الخصم (المدخرون والمستثمرون على السواء) في قراراتهم اليومية. وبالنسبة لتحليل عمليات التخفيف، لابد لأي بلد من أن يبني قراراته – ولو جزئيا – على معدلات الخصم التي تعكس الفرصة البديلة لرأس المال. فالمعدلات التي تتراوح بين ٤ في المائة و٦ في المائة، ربما تكون معقولة في البلدان المتقدمة. ومن الصعب القول بأن مشروعات تخفيف تغير المناخ ستواجه معدلات مختلفة، ما لم يستغرق تنفيذ المشروع فترة طويلة للغاية. فالدراسات في هذا الموضوع تهتم اهتماما متزايدا بالمعدلات التي تنخفض بمرور الوقت، وتعطي وزنا متزايدا بالتالي للفوائد التي ستحدث في المدى البعيد. وينبغي أن يلاحظ هنا أن هذه المعدلات لا تعكس معدلات العائد في القطاع الخاص، التي ينبغي أن تكون أكثر من ذلك عادة لتبرر أي مشروع، أي ما يتراوح بين ١٠ في المائة – ٢٥ في المائة.

٧–٢–٤ التكيف مع تكاليف التخفيف والصلات بينها

في الوقت الذي يفهم فيه أغلب الناس تأثير خيارات التكيف على تكاليف التخفيف، فإن هذه النقطة الواضحة كثيرا ما تقابل بالتجاهل عند وضع السياسات المتعلقة بالمناخ. فالسياسات مبعثرة، ينظر فيها إلى تخفيف انبعاثات الغازات على أنه علاج لتغير المناخ، بينما التكيف يعتبر وسيلة لمواجهة الأخطار الطبيعية. وجرت العادة على وضع نماذج مختلفة للتخفيف والتكيف، كتبسيط ضروري لفتح مسار في قضية كبيرة وبالغة التعقيد. والنتيجة هي أن تكاليف الحد من الأخطار تقدر في أغلب الأحيان على حدة، ولذا فإن أي إجراء يحتمل أن يكون منحازا. وتوحي هذه الملاحظة بأهمية الانتباه إلى التفاعل بين التخفيف والتكيف، ومدى تشعب هذا التفاعل، وإن كانت الشكوك التي تحيط بطبيعة التأثيرات وتوقيتها، مثل المفاجآت، ستقلل من المدى الذي يمكن معه استيعاب التكاليف المصاحبة داخليا بالكامل.

٧–٣ حدود النظام: المشروع والقطاع والمستوى الكلي

يميز الباحثون بين التحليل على مستوى المشروع والقطاع والاقتصاد بأسره. فالتحليل على مستوى المشروع يتناول الاستثمار "المفرد" الذي يفترض أنه لن يكون له سوى تأثيرات ثانوية محدودة على الأسواق. والطرق المستخدمة في هذا النوع من التحليل تشمل تحليل مردودية التكاليف وتحليل فعالية التكاليف وتحليل دورة حياة المشروع. أما التحليل على مستوى القطاع فيفحص السياسات القطاعية في إطار "توازن جزئي" يفترض فيه أن تكون جميع العوامل الأخرى خارجية. أما التحليل على مستوى الاقتصاد الكلي فيستكشف كيفية تأثير السياسات على جميع القطاعات والأسواق، مستخدما في ذلك نماذج مختلفة للاقتصاد الكلي والتوازن العام. وهناك وجه للمفاضلة بين مستوى التفاصيل في التقدير، وتعقيدات النظام الذي يقع عليه الاختيار. وسيعرض هذا القسم بعض الافتراضات الأساسية في تحليل التكاليف.

ويحتاج الأمر إلى مجموعة من مختلف مناهج وضع النماذج حتى يتسنى عمل تقدير فعال لخيارات التخفيف من تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، حدث جمع بين التقديرات التفصيلية للمشروعات وبين التحليل العام للنتائج القطاعية، كما حدث جمع بين دراسات ضريبة الكربون في الاقتصاد العام ووضع نماذج قطاعية لبرامج الاستثمار الكبيرة في مجال التكنولوجيا.

٧–٣–١ خطوط الأساس

إن حالة خط الأساس، هي التي تعطي بحكم تعريفها، انبعاثات غازات الدفيئة في عدم وجود التدخلات الخاصة بتغير المناخ، لها أهميتها في تقدير تكاليف تخفيف تغير المناخ. ويرجع ذلك إلى أن تعريف تصور الحالة الأساسية يحدد إمكانية تقليل انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل، بالإضافة إلى تنفيذ سياسات هذا التقليل، كما أن للتصور الأساسي عدد من الافتراضات الضمنية الهامة عن السياسات الاقتصادية المستقبلية على مستوى الاقتصاد الكلي والمستوى القطاعي، بما

في ذلك الهياكل القطاعية، وكثافة الموارد، والأسعار، وبالتالي خيارات التكنولوجيا.

٧-٣-٢ دراسة الخيارات التي لا ندم عليها

الخيارات التي لا ندم عليها، هي – بحكم تعريفها، أعمال لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة بتكاليف صافية سلبية. فالتكاليف الصافية سلبية لأن هذه الخيارات تخلق فوائد مباشرة أو غير مباشرة، كتلك التي تنجم عن الحد من فشل الأسواق، ومضاعفة الأرباح بإعادة استخدام الإيرادات والمنافع الإضافيةوهي أرباح تكفي لتغطية تكاليف تنفيذ الخيارات. وتعكس الخيارات التي لا ندم عليها افتراضات معينة عن عمل وكفاءة الاقتصاد، وبالأخص وجود واستقرار وظيفة للرفاه الاجتماعي، تقوم على فكرة التكلفة الاجتماعية:

- الحد من الفشل القائم في الأسواق أو المؤسسات، والحواجز الأخرى التي تعوق الأخذ بإجراءات لها فعالية تكاليفها لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة والتي تستطيع تقليل تكاليف القطاع الخاص مقارنة بالأساليب الجارية. وبإمكان ذلك أن يقلل بشكل عام من التكاليف التي يتحملها القطاع الخاص.

- مضاعفة الأرباح المتعلقة بإعادة استخدام الإيرادات المتحصلة من ضرائب الكربون، بطريقة تغطي الضرائب المثيرة للتشوهات.

- المنافع والتكاليف الإضافية (أو النتائج الإضافية) التي يمكن أن تمثل تآزرا أو أوجه مفاضلة في الحالات التي يكون فيها لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة تأثيرات مشتركة على السياسات البيئية الأخرى (مثل تلك المتعلقة بتلوث الهواء المحلي، وازدحام المدن، وتدهور الأراضي والموارد الطبيعية).

عيوب السوق

إن وجود الاحتمال الذي لا ندم عليه يعني أن السوق والمؤسسات لا تعمل بصورة سليمة، بسبب عيوب السوق مثل نقص المعلومات، وإشارات تشوهات الأسعار، وعدم التنافس، (و/ أو) فشل المؤسسات المرتبط بعدم كتابة القواعد، وعدم تحديد حقوق الملكية، والنظم الضريبية التي تشجع على التشوهات، وضعف الأسواق المالية. ولاشك أن تقليل عيوب الأسواق يوحي بأنه من الممكن تحديد وتنفيذ سياسات تستطيع إصلاح الفشل في هذه الأسواق والمؤسسات دون تكبد تكاليف تربو على المنافع المكتسبة.

مضاعفة الأرباح

نوقش احتمال مضاعفة الأرباح الناجمة عن سياسات تخفيف تغير المناخ مناقشات مستفيضة في التسعينات. فمثل هذه السياسات، بالإضافة إلى هدفها الأساسي من تحسين البيئة (وهو الربح الأول) بإمكانها أن تعطي ربحا ثانيا إذا نفذت من خلال صكوك لإدرار إيرادات مثل ضرائب الكربون ومزادات تراخيص انبعاثات الغاز، وهذا الربح الثاني يمكن أن يعوض التكاليف الإجمالية لهذه السياسات. فجميع السياسات المحلية الخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة، لها تكلفتها الاقتصادية غير المباشرة نتيجة العلاقات المتبادلة بين صكوك السياسات والنظام الضريبي، أما في حالة السياسات التي تدر عائدا، فإن هذه التكلفة تعوض جزئيا أو بالكامل إذا استخدم هذا الإيراد – مثلا – في الحد من الضرائب الحالية التي تسبب تشوهات. أما إذا كان بإمكان هذه السياسات التي تدر عائدا أن تقلل من هذه التشوهات عمليا، فالأمر يتوقف على ما إذا كانت هذه العائدات ستستخدم من جديد في تخفيض الضرائب.

المنافع والتكاليف الإضافية (التأثيرات الإضافية)

يرد أعلاه تعريف للتأثيرات الإضافية. وكما سبقت الإشارة، فإن هذه التأثيرات قد تكون إيجابية أو سلبية. ومن المهم ملاحظة أن التكاليف الكلية أو الصافية لتخفيف الانبعاثات لا يمكن تبسيطها كتأثيرات إيجابية وسلبية، لأن هذه التأثيرات متشابكة بطريقة معقدة. فتكاليف تخفيف تغير المناخ (الكلية والصافية على السواء) لا يمكن حسابها إلا في علاقتها بتصور شامل معين وبهيكل مفترض للسياسات.

إن وجود احتمالات لا يندم عليها شرط ضروري لإمكانية تنفيذ هذه الخيارات، وإن لم تكن شرطا كافيا. فالتنفيذ الفعلي يتطلب أيضا وضع استراتيجية متشابكة في مجال السياسات، تكون شاملة بالقدر الذي يكفي لعلاج الحواجز وفشل هذه الأسواق والمؤسسات.

٧-٣-٣ المرونة

بالنسبة للعديد من الخيارات، فإن تكاليف تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة يتوقف على الإطار التنظيمي الذي ستتبعه الحكومة المعنية لتخفيف هذه الانبعاثات. وعموما، فكلما زادت مرونة الإطار، قلت تكاليف تحقيق التخفيف المطلوب. فزيادة المرونة وزيادة الشركاء التجاريين يمكن أن يقللا التكاليف. ولا ينبغي توقع سوى العكس في حالة جمود القواعد وقلة الشركاء التجاريين. وتقاس المرونة هنا بالقدرة

على الحد من انبعاثات الكربون بأقل التكاليف، سواء محليا أو دوليا.

٧-٣-٤ قضايا التنمية والإنصاف والاستدامة

إن سياسات تخفيف تغير المناخ التي تنفذ على المستوى الوطني، سيكون لها – في أغلب الأحيان – تأثيرات على التنمية الاقتصادية والاجتماعية قصيرة الأجل، والإنصاف بين أبناء الجيل الواحد. ويمكن لتقدير تكاليف مثل هذا التخفيف التي تسير على هذا المنوال أن تتناول هذه التأثيرات على أساس إطار لصنع القرار يشتمل على عدد من التأثيرات الجانبية على أهداف سياسات تقليل انبعاثات غازات الدفيئة. والهدف من مثل هذا التقدير هو إبلاغ واضعي القرار بالكيفية التي يمكن بها تحقيق الأهداف المختلفة للسياسات بصورة فعالة، مع مراعاة أولويات الإنصاف والصعوبات الأخرى في مجال السياسات (الموارد الطبيعية، والأهداف البيئية). وقد طبقت بعض الدراسات الدولية هذا الإطار العريض لوضع القرار لتقدير النتائج الإنمائية لمشروعات آلية التنمية النظيفة.

هناك عدد من الصلات الهامة بين مسائل تكاليف التخفيف من انبعاثات الغازات والتأثيرات الإنمائية العريضة للسياسات، بما في ذلك التأثيرات على الاقتصاد الكلي، وخلق فرص للعمل، والتضخم، والتكاليف الحدية للحسابات العامة، وتوافر رؤوس الأموال، والفوائض، والتجارة.

٧-٤ القضايا الخاصة المتعلقة بالبلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية

ثمة عدد من القضايا الخاصة المتعلقة باستخدام التكنولوجيا ينبغي أن يؤخذ في الحسبان باعتباره من العوامل الأساسية في إمكانية تخفيف حدة تغير المناخ والتكاليف المرتبطة بذلك في البلدان النامية. ويشمل ذلك المستويات الحالية لتطوير التكنولوجيا، وقضايا نقل التكنولوجيا، والقدرة على الابتكار والنشر، والحواجز التي تواجه استخدام التكنولوجيا ذات الكفاءة، والهياكل المؤسسية، والجوانب المتعلقة بالطاقة البشرية، والدخل من العملات الأجنبية.

ويحتاج الأمر إلى تعزيز دراسات تغير المناخ في البلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية من حيث المنهجية، والبيانات، وأطر السياسات. ورغم أن توحيد هذه المنهجيات توحيدا كاملا أمر غير ممكن، لابد من استخدام منهجيات متسقة ومناظير وسيناريوهات للسياسات في مختلف البلدان، حتى يمكن عقد مقارنات معقولة للنتائج.

وفيما يلي بعض التعديلات المقترح إدخالها على المناهج التقليدية:

- ضرورة تحليل مسارات بديلة للتنمية، تحتوي على أنماط مختلفة للاستثمار في البنية الأساسية، والري، وخلط أنواع الوقود، وسياسات استخدام الأراضي.
- ضرورة اهتمام دراسات الاقتصاد الكلي بدراسة عمليات تحويل الأسواق في مجالات رأس المال، والعمالة، وأسواق الطاقة.
- ضرورة أن تحتوي الإحصاءات الخاصة بالاقتصاد الوطني الكلي على تعاملات القطاع غير النظامي والتقليدي. فقيمة الطاقة غير التجارية المستهلكة، وعمل أفراد الأسرة بدون أجر لجمع الطاقة غير التجارية، له أهميته وضرورة إدراجه صراحة في أي تحليل اقتصادي.
- ضرورة النظر في تكاليف إزالة الحواجز من السوق.

٧-٥ وضع نماذج لمناهج تقدير التكاليف

إن وضع نماذج لاستراتيجيات تخفيف تغير المناخ، مسألة معقدة استخدمت فيها عدة أساليب من بينها نماذج المدخلات – المخرجات، ونماذج الاقتصاد الكلي، ونماذج التوازن العام الذي يمكن حسابه، والنماذج القائمة على قطاع الطاقة. كما وضعت نماذج مختلطة تعطي تفاصيل أكبر عن تركيبة الاقتصاد وقطاع الطاقة. ويتوقف الاستخدام السليم لهذه النماذج على موضوع التقييم وعلى البيانات المتوافرة.

وكما سبقت الإشارة في القسم ٦، فمن أهم أنواع سياسات الحد من تغير المناخ: السياسات الموجهة نحو السوق، والسياسات الموجهة نحو التكنولوجيا، والسياسات الطوعية، وسياسات البحوث والتطوير. وقد تشمل سياسات تخفيف تغير المناخ كل هذه الأنواع الأربعة، ولكن أغلب المناهج التحليلية لا تستخدم سوى بعض العناصر من هذه الأنواع الأربعة. فالنماذج الاقتصادية مثلا، تقدر السياسات الموجهة نحو السوق أساسا مع سياسات التكنولوجيا ولاسيما تلك المرتبطة بخيارات توليد الطاقة في بعض الحالات، بينما تركز المناهج الهندسية أساسا على جانبي العرض والطلب في سياسات التكنولوجيا. وكلا هذا المنهجان ضعيف نسبيا في تمثيل البحوث والتطوير، وسياسات الاتفاقيات الطوعية.

٨- التكاليف العالمية والإقليمية والقطرية، والمنافع الإضافية

٨-١ مقدمة

الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (المادة ٢) هو "تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي"(١٤). وبالإضافة إلى ذلك، فإن الاتفاقية تنص (المادة ٣-٣) على "أن يؤخذ في الاعتبار أن السياسات والتدابير المتعلقة بمعالجة تغير المناخ ينبغي أن تتسم بفعالية الكلفة"(١٥). ويتناول هذا القسم الدراسات الخاصة بتكاليف سياسات تخفيف غازات الدفيئة على المستويات القطرية والإقليمية والعالمية. فهي تورد المكاسب والخسائر الصافية في مستوى الرفاه، بما في ذلك المنافع الإضافية لسياسات التخفيف (إذا توافرت). وتستخدم هذه الدراسات مجموعة الأدوات التحليلية الكاملة التي جاء وصفها في الفصل السابق. وتتراوح هذه الأدوات بين النماذج التكنولوجية تفصيليا من القاعدة إلى القمة والنماذج الكلية من القمة إلى القاعدة، والتي تربط قطاع الطاقة بباقي الاقتصاد.

٨-٢ التكاليف الكلية للحد من غازات الدفيئة في النماذج التكنولوجية التفصيلية

إن النماذج والمناهج التكنولوجية التفصيلية "من القاعدة إلى القمة"، تؤخذ تكاليف التخفيف من جمع التكاليف التكنولوجية وتكاليف الوقود، مثل: الاستثمارات، وتكاليف التشغيل والصيانة، وشراء الوقود، وكذلك الإيرادات والتكاليف من الواردات والصادرات (وهو اتجاه حديث). ويمكن تقسيم النماذج إلى مجموعتين. المجموعة الأولى، وتتراوح بين حسابات هندسية اقتصادية بسيطة بحسب كل تكنولوجيا على حدة ونماذج التوازن الجزئي المتكاملة لنظم الطاقة ككل. والثانية تتراوح بين الحسابات الدقيقة للتكاليف الفنية المباشرة للتخفيف ودراسة السلوكيات الملاحظة للأسواق للأخذ بالتكنولوجيا، والخسائر في الرفاه بسبب انخفاض الطلب ومكاسب وخسائر الإيرادات بسبب التغيرات التي تطرأ على التجارة.

ويقود هذا إلى مقارنة منهجين نوعيين، هما المنهج الهندسي الاقتصادي، ونموذج توازن الكلفة الأقل. ففي المنهج الأول، يتم تقدير كل تكنولوجيا بصورة مستقلة بحساب كلفتها والوفورات التي تحققها. وبمجرد تقدير هذه العناصر، يمكن حساب وحدة كلفة لكل إجراء، ويمكن ترتيب كل إجراء بحسب كلفته. وهذا المنهج مفيد جدا في تحديد إمكانيات الحد من الكلفة السلبية "فجوة الكفاءة" بين أفضل التكنولوجيات المتاحة والتكنولوجيات المستخدمة بالفعل. ولكن أهم أوجه القصور في هذا المنهج، هو أن الدراسات تتجاهل العلاقات البينية لمختلف الإجراءات موضع الدراسة، أو على الأقل لا تتناولها بصورة جادة. وقد وضعت نماذج للتوازن الجزئي بأقل التكاليف لعلاج هذا العيب، وذلك بدراسة جميع الأعمال في وقت واحد واختيار أفضل مجموعة منها في جميع القطاعات وفي جميع الأوقات. وقد انتهت هذه الدراسات المتكاملة إلى ارتفاع التكاليف الكلية لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة عن الدراسات التكنولوجية التي اقتصرت على التكنولوجيا. فقد أعطت هذه الدراسات – استنادا إلى إطار الأوضاع المثلى – نتائج يسهل تفسيرها تقارن الاستجابة المثلى بخط أساس أمثل، ومع ذلك، فإن وجه القصور فيها هو أنها قلما تعاير سنة الأساس في النموذج بالوضع القائم غير الأمثل، وتفترض خط أساس أمثل. وبالتالي فإنها لا تعطي معلومات عن التكلفة السلبية المحتملة.

---

(١٤) "الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ وأي صك قانوني ذو صلة قد يقره مؤتمر الأطراف، 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 إنتاج الأغذية للخطر، وتسمح بالمضي قدما في التنمية الاقتصادية على نحو مستدام".

(١٥) "تتخذ تدابير وقائية لاستباق أسباب تغير المناخ أو الوقاية منها أو تقليلها إلى الحد الأدنى وللتخفيف من أثاره 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".

ومنذ نشر تقرير التقييم الثاني، ظهرت عدة نتائج جديدة للمناهج من القاعدة إلى القمة، سواء بالنسبة لبلدان المرفق الأول أو البلدان غير المدرجة فيه، وكذلك بالنسبة لمجموعات البلدان. وإلى جانب ذلك، فقد توسعت هذه المناهج في مجالها إلى ما هو أكثر من مجرد الحسابات التقليدية للتكاليف المباشرة للتخفيف، وذلك بإدراجها لتأثيرات الطلب وبعض تأثيرات التجارة.

ومع ذلك، فإن نتائج النماذج تعطي تفاوتات ملموسة من دراسة إلى أخرى، وهو ما يمكن تفسيره بعدة عوامل، يرجع بعضها إلى الظروف شديدة الاختلاف بين البلدان التي جرت فيها الدراسات (مثل ثروات الطاقة، والنمو الاقتصادي، وكثافة الطاقة، وتركيبة الصناعة والتجارة) بينما يعكس البعض الآخر افتراضات النماذج نفسها، والافتراضات الخاصة باحتمالات الكلفة السلبية.

ولكن تقرير التقييم الثاني يحتوي على اتفاق بشأن احتمالات اللا ندم عليها الناجمة عن تقليل العيوب الحالية في الأسواق، ودراسة المنافع الإضافية، وإدراج الأرباح المضاعفة. فاحتمالات اللا ندم، تنجم عن الأسواق الحالية أو العيوب المؤسسية التي درست التكاليف الإجمالية للامتثال لبروتوكول كيوتو باستخدام نموذج قطاع الطاقة.

تحول دون اتخاذ إجراءات لتخفيف الانبعاثات بفعالية الكلفة. والسؤال الرئيسي هنا هو ما إذا كانت الإجراءات في مجال السياسات كفيلة بالقضاء على هذه العيوب بفعالية الكلفة.

أما الرسالة الهامة الثانية في مجال السياسات هي أن تكلفة التخفيف الحدية في الأجلين القصير والمتوسط، والتي تحكم بين أغلب تأثيرات الاقتصاد الكلي على سياسات المناخ، تتميز بحساسية شديدة من عدم اليقين فيما يتعلق بالسيناريوهات الأساسية (معدل النمو وكثافة الطاقة) والتكاليف الفنية. فحتى مع خيارات الكلفة السلبية الملموسة، فإن التكاليف الحدية قد ترتفع بسرعة لتتجاوز المستوى المعين المتوقع للتخفيف. ويقل هذا الخطر كثيرا في النماذج التي تسمح بتجارة الكربون. فعلى المدى البعيد، يقل هذا الخطر حيث أن التغيير الفني يقلل من انحدار منحنيات الكلفة الحدية.

٨-٣ تكاليف السياسات المحلية لتخفيف انبعاثات الكربون

من المهم للغاية عند تحديد التكاليف الإجمالية للتخفيف، معرفة حجم التقليل المطلوب لانبعاثات الغازات، حتى يمكن تحقيق الهدف المطلوب. ومن هنا فإن رقم الخط الأساسي للانبعاثات يكون عاملا هاما. فمعدل زيادة ثاني أكسيد الكربون يتوقف على معدل زيادة الناتج المحلي الإجمالي، ومعدل انخفاض استخدام وحدة الإنتاج للطاقة، ومعدل انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من وحدة استخدام الطاقة.

وفي مشروع للمقارنة متعدد النماذج استخدم عدة أفرقة لوضع النماذج على المستوى الدولي. ونفذت ضرائب الكربون لتقليل الانبعاثات، وأعيد استخدام الإيرادات من الضريبة كمبلغ إجمالي. ويمثل حجم ضريبة الكربون مؤشرا عاما لكمية التدخل المطلوبة في الأسواق، ويعادل التكلفة الحدية للتخفيف من أجل تحقيق هدف محدد للانبعاثات. وسوف يتحدد حجم الضريبة اللازمة للوفاء بهدف محدد بواسطة المصدر الحدي للعرض (بما في ذلك عمليات الحفظ) بهدف أو بدون هدف. وسيتوقف ذلك بدوره على بعض العوامل مثل حجم الانبعاثات التي يلزم تقليلها، وافتراضات بشأن تكلفة وتوافر التكنولوجيات القائمة على الكربون أو الخالية منه، وقاعدة مصادر الوقود الأحفوري، ومرونة الأسعار في الأجلين القصير والطويل.

ومع عدم وجود تجارة دولية في الانبعاثات، تتفاوت ضرائب الكربون اللازمة للوفاء بقيود بروتوكول كيوتو في عام ٢٠١٠ تفاوتا كبيرا من نموذج إلى آخر. فالملاحظ من الجدول ٤(١٦) أن الولايات المتحدة حسبت هذه الضرائب فوجدت أنها تتراوح بين ٧٦ و٣٢٢ دولارا، بينما حسبتها الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي فوجدت أنها تتراوح بين ٢٠ و٦٦٥ دولارا، وبالنسبة لليابان كانت تتراوح بين ٩٧ و٦٤٥ دولارا، وأخيرا حسبتها باقي الدول الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتجد أنها تتراوح بين ٤٦ و٤٢٥ دولارا. وجميع الأرقام بدولارات عام ١٩٩٠. وتتراوح التكاليف الحدية للتخفيف بين ٢٠ و١٣٥ دولارا للطن كربون، في حالة السماح بالتجارة الدولية. ولا تشمل هذه النماذج عادة الإجراءات التي لا ندم عليها، كما أنها لا تأخذ في اعتبارها إمكانيات بالوعات ثاني أكسيد الكربون في التخفيف، ولا غازات الدفيئة الأخرى بخلاف ثاني أكسيد الكربون.

(١٦) أعلى الأرقام الواردة في هذه الجملة مأخوذة من نموذج ١، ونموذج ABARE-GTEM.

الجدول ٤: أهم نتائج مجموعة نماذج الطاقة. تكاليف التخفيف الحدية (بدولارات عام ١٩٩٠ لكل طن كربون، هدف بروتوكول كيوتو في عام ٢٠١٠)

النموذج	بدون تجارة				تجارة المرفق الأول	التجارة العالمية
	الولايات المتحدة	الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية		
ABARE-GTEM	٣٢٢	٦٦٥	٦٤٥	٤٢٥	١٠٦	٢٣
AIM	١٥٣	١٩٨	٢٣٤	١٤٧	٦٥	٣٨
CETA	١٦٨				٤٦	٢٦
Fund					١٤	١٠
G-Cubed	٧٦	٢٢٧	٩٧	١٥٧	٥٣	٢٠
GRAPE		٢٠٤	٣٠٤		٧٠	٤٤
MERGE3	٢٦٤	٢١٨	٥٠٠	٢٥٠	١٣٥	٨٦
MIT-EPPA	١٩٣	٢٧٦	٥٠١	٢٤٧	٧٦	
MS-MRT	٢٣٦	١٧٩	٤٠٢	٢١٣	٧٧	٢٧
Oxford	٤١٠	٩٦٦	١٠٧٤		٢٢٤	١٢٣
RICE	١٣٢	١٥٩	٢٥١		٦٢	١٨
SGM	١٨٨	٤٠٧	٣٥٧	١٤٥	٨٤	٢٢
WorldScan	٨٥	٢٠	١٢٢	٢٠١	٢٠	٥
Administration	١٥٤			٤٦	٤٣	١٨
EIA	٢٥١				١١٠	٥٧
POLES	١٣٥،٨	١٣٥ر٣	١٩٤ر٦	١٣١ر٤	٥٢ر٩	١٨ر٤

ملاحظة: لم تدرج نتائج نموذج أكسفورد في الأرقام التي وردت في الموجز الفني وفي SPM، لأن هذا النموذج لم يخضع لمراجعة علمية موضوعية وبالتالي فهو غير مناسب لتقييم (IPCC)، ويعتمد على بيانات من الثمانينات الأولى في القياس الأول الذي يحدد نتائجه . وليس لهذا النموذج أي علاقة بنموذج (CLIMOX) من معاهد أكسفورد لدراسات الطاقة ، المشار إليها في الجدول T (6)

ومع ذلك، فليست هناك علاقة حاسمة بين مستوى ضريبة الكربون وتفاوت الناتج القومي الإجمالي وبين الرفاه، بسبب تأثير السمات الخاصة للبلد (فالبلدان التي ينخفض نصيب الطاقة الأحفورية في استهلاكها النهائي تقاسي أقل من غيرها لنفس المستوى من ضريبة الكربون (وبسبب مضمون السياسات نفسها).

وتفترض الدراسات السابقة أن الإيرادات المتحصلة من ضرائب الكربون، (أو مزادات تراخيص الانبعاثات) ستضخ مرة أخرى في الاقتصاد كمبلغ إجمالي، وذلك حتى يسهل عليها عقد مقارنات فيما بين البلدان. أما التكلفة الإجمالية الصافية الناجمة عن تكلفة حدية معينة لإحدى مشكلات الانبعاث فيمكن تخفيضها، إذا كانت الإيرادات موجهة نحو تمويل التخفيض في المعدلات الحدية في الضرائب التي أحدثت خللا من قبل مثل ضرائب الدخل والمرتبات والمبيعات. وإذا كانت إعادة ضخ الإيرادات مرة واحدة لا تضيف شيئا إلى الكفاءة، فإن إعادة ضخ هذه الإيرادات بتخفيض المعدلات الحدية يساعد في تلافي بعض تكاليف الكفاءة أو الخسارة الكاملة للضرائب الحالية. وهو ما يثير احتمال أن تتيح ضرائب الكربون المحايدة بالنسبة للعائد فرصة لمضاعفة الأرباح، عن طريق (١) تحسين البيئة و(٢) تخفيض تكاليف نظام الضرائب.

وبإمكان الإنسان أن يميز شكلين من أشكال مضاعفة الأرباح أحدهما ضعيف والآخر قوى. فالشكل الضعيف يؤكد أن تكاليف أي إصلاح بيئي معين محايد بالنسبة للإيرادات، إذا خصصت الإيرادات لتخفيض المعدلات الحدية لضرائب سابقة أحدثت تشوهات، فإنها تنخفض بالنسبة للتكاليف عندما تعود إيرادات المبلغ الإجمالي إلى الأسر أو الشركات. أما الشكل القوي لمضاعفة الأرباح فيؤكد أن تكاليف إصلاح ضرائب البيئة المحايدة للإيرادات هي صفر أو قيمة سالبة. وإذا كان الشكل الضعيف يلقى بالفعل تأييدا عاما، فإن الشكل القوي مازال موضع جدل.

ويتوقف مكان إعادة استخدام الإيرادات المتحصلة من ضرائب الكربون ومن تراخيص إطلاق الغازات المباعة بالمزاد، على ظروف البلد. فقد تبين من نتائج المحاكاة أنه في الاقتصاد الذي يتسم بعدم الكفاءة أو بالخلل فيما يتعلق بالمسائل غير البيئية، قد يكون تأثير إعادة استخدام الإيرادات قويا بحيث يفوق التكاليف الأولية وتأثير التفاعل الضريبي، بالدرجة التي يمكن معها تحقيق الأرباح المضاعفة. وهكذا أثبتت العديد من الدراسات عن الاقتصاديات الأوروبية أنه عندما تعاني النظم الضريبية من تشوهات شديدة بالنسبة للضريبة النسبية على العمالة، يمكن الحصول على ربح مضاعف قوي، وبفرص أكبر على أي حال من أي خيارات أخرى لإعادة استخدام الإيرادات. وعلى النقيض من ذلك، أثبتت أغلب الدراسات الخاصة بضرائب الكربون أو بسياسات إطلاق الغازات في الولايات المتحدة أن إعادة استخدام الإيرادات بضريبة منخفضة على العمالة، أقل كفاءة من إعادة استخدامها بفرض ضريبة على رؤوس الأموال، وإن كانت لا تحقق ربحا مضاعفا قويا عادة. ومن بين الاستنتاجات الأخرى أنه حتى في حالات عدم تحقيق ربح مضاعف قوي، فإن الأمر يكون أفضل كثيرا عند اتباع سياسة لإعادة استخدام الإيرادات، في تخفيض المعدلات الحدية للضرائب السابقة، عنه في حالة وجود سياسة لا تعيد استخدام الإيرادات، مثل حصص الأجيال السابقة.

وفي جميع البلدان التي طبقت فيها ضرائب على ثاني أكسيد الكربون، استثنيت بعض القطاعات من هذه الضريبة، أو تفاوتت الضريبة بين القطاعات المختلفة. وقد خلصت أغلب الدراسات إلى أن الإعفاء من الضريبة يترتب عليه تكاليف اقتصادية بالنسبة لسياسة الضرائب الموحدة. ومع ذلك، فإن النتائج تختلف بالنسبة لحجم تكاليف الإعفاء.

٨-٤ نتائج توزيع ضرائب الكربون

كما هو الحال بالنسبة للتكاليف الكلية، فإن توزيع هذه التكاليف له أهميته في التقييم العام لسياسات المناخ. فأي سياسة تؤدي إلى إحداث كفاءة، قد لا تحدث تحسنا في الرفاه العام، إذا كانت أوضاع بعض الناس قد ساءت عما قبل، أو العكس. وبشكل خاص، إذا كانت هناك رغبة في الحد من تفاوت الدخول في أي مجتمع، فينبغي أن يؤخذ التأثير على توزيع الدخول في الحسبان عند التقييم.

إن تأثير توزيع ضريبة الكربون يبدو انحداريا، ما لم تستخدم حصيلة هذه الضريبة سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة لمصلحة المجموعات ذات الدخل المنخفض. فإعادة استخدام حصيلة الضريبة بتخفيض ضريبة العمالة، قد يكون له نتائج أفضل على التوزيع مما لو استخدمت هذه الحصيلة دفعة واحدة، حيث تتجه هذه المحصلة حينئذ بصورة مباشرة إلى أصحاب رؤوس المال والعاملين بأجر في وقت واحد. أما تخفيض الضريبة على العمالة فيؤدي إلى زيادة الأجور ويساعد هؤلاء الذين يكسبون عيشهم من العمل أساسا. ومع ذلك، فإن أشد المجموعات فقرا في المجتمع قد لا تكسب قرشا واحدا من العمل. وفي هذا الصدد، فإن تخفيض ضرائب العمالة قد لا يتفوق دائما على خطط إعادة الاستخدام التي توزع الإيرادات على جميع فئات المجتمع، وقد تقلل من الطبيعة التراجعية لضرائب الكربون.

الجدول ٥: أهم نتائج مجموعة نماذج الطاقة (الخسارة في الناتج المحلي الإجمالي ٢٠١٠ بالنسبة ٪ من الناتج المحلي الإجمالي: هدف كيوتو في ٢٠١٠)

النموذج	بدون تجارة					تجارة المرفق الأول					التجارة العالمية				
	الولايات المتحدة	الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التجارة والتنمية	الولايات المتحدة	الدول الاوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التجارة والتنمية	الولايات المتحدة	الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية
ABARE-GTEM	١ر٦٩	٠ر٩٤	٠ر٧٢	١ر٩٦	٠ر٤٧	٠ر١٣	٠ر٠٥	٠ر٢٣	٠ر٠٩	٠ر٠٣	٠ر٠١	٠ر٠٤
AIM	٠ر٤٥	٠ر٣١	٠ر٢٥	٠ر٥٩	٠ر٣١	٠ر١٧	٠ر١٣	٠ر٣٦	٠ر٢٠	٠ر٠٨	٠ر٠١	٠ر٣٥
CETA	١ر٩٣				٠ر٦٧				٠ر٤٣			
G-Cubed	٠ر٤٢	١ر٥٠	٠ر٥٧	١ر٨٣	٠ر٢٤	٠ر٦١	٠ر٤٥	٠ر٧٢	٠ر٠٦	٠ر٢٦	٠ر١٤	٠ر٣٢
GRAPE		٠ر٨١	٠ر١٩			٠ر٨١	٠ر١٠			٠ر٥٤	٠ر٠٥	
MERGE3	١ر٠٦	٠ر٩٩	٠ر٨٠	٢ر٠٢	٠ر٥١	٠ر٤٧	٠ر١٩	١ر١٤	٠ر٢٠	٠ر٢٠	٠ر٠١	٠ر٦٧
MS-MRT	١ر٨٨	٠ر٦٣	١ر٢٠	١ر٨٣	٠ر٩١	٠ر١٣	٠ر٢٢	٠ر٨٨	٠ر٢٩	٠ر٠٣	٠ر٠٢	٠ر٣٢
Oxford	١ر٧٨	٢ر٠٨	١ر٨٨		١ر٠٣	٠ر٧٣	٠ر٥٢		٠ر٦٦	٠ر٤٧	٠ر٣٣	
RICE	٠ر٩٤	٠ر٥٥	٠ر٧٨	٠ر٩٦	٠ر٥٦	٠ر٢٨	٠ر٣٠	٠ر٥٤	٠ر١٩	٠ر٠٩	٠ر٠٩	٠ر١٩

ملاحظة: نتائج نموذج أكسفورد غير مدرجة في التقارير TS وSPM لأن هذا النموذج لم يخضع لمراجعة أكاديمية موضوعية (وبالتالي فإنه لا يصلح لتقييم الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ) ويعتمد على بيانات من الثمانينات الأولى في القياس الأول الذي يحدد نتائجه. وليس لهذا النموذج أي علاقة بنموذج CLIMOX من معاهد أكسفورد لدراسات الطاقة المشار إليها في الجدول ٦.

٨-٥ جوانب التجارة الدولية في انبعاثات الغازات

لوحظ منذ زمن طويل أن التجارة الدولية في حصص انبعاثات الغازات يمكن أن تقلل من تكاليف التخفيف. ويحدث هذا عندما تقوم البلدان التي تتحمل تكاليف حدية محلية مرتفعة للحد من انبعاثات الغازات بشراء حصص انبعاثات هذه الغازات من البلدان التي تتحمل تكاليف حدية منخفضة للتخفيف. وهو ما يشار إليه في أغلب الأحيان بعبارة "حيث المرونة". أي السماح بتقليل انبعاثات الغازات عندما يكون ذلك أرخص وسيلة بغض النظر عن الموقع الجغرافي. ومن المهم أن نلاحظ أنه لا علاقة بين مكان حدوث التخفيض وبين من يدفع ثمن هذا التخفيض.

ويمكن حدوث "حيث المرونة" بمستويات مختلفة. فمن الممكن أن يحدث على المستويات العالمية والإقليمية والقطرية. وفي الحالة النظرية التي تحدث فيها تجارة عالمية كاملة، توافق جميع البلدان على حد أقصى لانبعاثات الغازات وتشارك في الأسواق الدولية كمشترية أو بائعة لحصص الانبعاثات. وقد تسمح آلية التنمية الصافية بتحقيق بعض هذه التخفيضات في التكاليف. أما عندما يكون السوق على المستوى الإقليمي (أي بلدان المرفق باء) فإن سوق التجارة تكون محدودة. وأخيرا قد تحدث التجارة داخليا عندما يكون تخفيض انبعاثات الغازات في بلد المنشأ فقط.

يبين الجدول ٥ تخفيض تكاليف التجارة في انبعاثات الغازات بالنسبة للمرفق باء، والتجارة العالمية الكاملة مقارنة بحالة عدم التجارة.

وقد تمت هذه الحسابات على أساس نماذج مختلفة، سواء بتفصيلات عالمية أو إقليمية. وفي كل حالة، كان المقصود هو تحقيق الهدف الوارد في بروتوكول كيوتو لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة. وقد بينت جميع النماذج مكاسب ملموسة، حيث اتسع حجم السوق التجارية. ويرجع الاختلاف بين نموذج وآخر إلى اختلاف الأساس الذي يقوم عليه كل نموذج، والافتراض الخاص بالكلفة وتوافر بدائل رخيصة لقطاع الطاقة في جانبي العرض والطلب، ومعالجة مفاجآت الاقتصاد العام قصيرة الأجل. وبصورة عامة، فإن جميع النماذج حسبت الكلفة الإجمالية في حالة عدم وجود تجارة بأقل من ٢ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي (والذي يفترض أن يكون قد زاد بصورة ملموسة في الفترة موضع الحديث) بل كانت في أغلب الحالات دون ١ ٪. وخفض المرفق باء للتجارة هذه التكاليف بالنسبة لمجموعة

منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ككل إلى أقل من ٠,٥ في المائة، في الوقت الذي تتفاوت فيه التأثيرات الإقليمية داخل هذه المجموعة بين ١ ٪ و١,١ ٪. أما التجارة العالمية بوجه عام فسوف تقلل هذه الكلفة إلى ما دون ٠,٥ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي، مع انخفاض المتوسط في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي إلى ما دون ٠,٢ ٪.

وتؤثر الظاهرة المعروفة باسم "الهواء الساخن" (١٧) هي الأخرى على تكاليف تنفيذ بروتوكول كيوتو. فقد أدى الانخفاض الأخير في النشاط الاقتصادي لبلدان أوروبا الشرقية والاتحاد السوفييتي سابقا إلى انخفاض انبعاثات هذه الدول من غازات الدفيئة. ورغم أنه من المتوقع أن ينعكس هذا الاتجاه في نهاية الأمر، فإن الانبعاثات من بعض البلدان ينتظر أن تظل دون الحدود القصوى التي قررها بروتوكول كيوتو. وإذا حدث ذلك، فإن هذه البلدان ستملك حصصا فائضة من الانبعاثات يمكن أن تبيعها إلى الدول التي تبحث عن خيارات رخيصة لتحقيق الأهداف المقررة لها. ولاشك أن وفورات الكلفة الناجمة عن التجارة تتأثر بحجم "الهواء الساخن".

ارتبط الكثير من تقديرات الانخفاض في الناتج المحلي الإجمالي المتوقع، بالالتزام بالحدود المماثلة لما جاء في بروتوكول كيوتو. وقد ركزت أغلب التحليلات الاقتصادية على التكاليف الإجمالية لأنشطة انبعاثات غازات الكربون(١٨)، متجاهلة احتمالات الوفورات في التكاليف الناجمة عن تخفيف الغازات الأخرى بخلاف ثاني أكسيد الكربون، ومستخدمة امتصاص الكربون، دون أن تأخذ في اعتبارها المنافع البيئية (المنافع الإضافية وتلافي تغير المناخ)، ودون أن تستخدم الإيرادات في إزالة التشوهات. ولاشك أن إدراج مثل هذه الاحتمالات يقلل من التكاليف.

إن أي مشكلة ستؤدي إلى إعادة تخصيص الموارد بعيدا عن النموذج المفضل، في عدم وجود حد أقصى، لأعمال الصون التي يحتمل أن تكون مكلفة وكذلك استبدال نوع الوقود. وسيحدث تغيير أيضا في الأسعار النسبية. وهذه التعديلات الإجبارية ستقلل من الأداء الاقتصادي، وهو ما سيؤثر على الناتج المحلي الإجمالي. ومن الواضح أنه كلما اتسع سوق التجارة في التراخيص، زادت فرص تقليل التكاليف الإجمالية للتخفيف. وعلى العكس، فإن فرض أي قيود على حرية وفاء أي بلد بالتزاماته عن طريق شرائه لحصص انبعاثات الغازات يمكن أن يزيد من تكاليف التخفيف. وقد وجدت عدة دراسات أن حجم الزيادة في التكاليف سيكون كبيرا، وأنه سيقع بصورة خاصة على البلدان التي تتحمل تكاليف حدية مرتفعة للتخفيف. ولكن هناك مؤشر آخر يرجح أن يحد من الوفورات التي ستتحقق من تجارة الكربون، ألا وهو طريقة عمل نظم التجارة نفسها (تكاليف المعاملات، وتكاليف الإدارة، والتأمين ضد عدم اليقين، والسلوك الاستراتيجي في استخدام التراخيص).

٦-٨ المنافع الإضافية لتخفيف غازات الدفيئة

يمكن لسياسات تخفيف غازات الدفيئة أن تحدث آثارا إيجابية وسلبية على المجتمع، إذا استبعدنا فوائد تلافي تغير المناخ. وسيقوم هذا القسم بتقييم تلك الدراسات التي قدرت الآثار الجانبية لتخفيف تغير المناخ. ولذا سنستخدم هنا مصطلح "المنافع أو التكاليف الإضافية". وهناك عدم اتفاق على تعريف هذه المنافع الإضافية ومداها وحجمها، وعلى منهجيات إدراجها في السياسات المناخية. وقد وضعت معايير لإعادة النظر في الكتابات الكثيرة التي تربط سياسات معينة لتخفيف الكربون بالمنافع الإضافية عند تحويلها إلى مبالغ نقدية. وترد الدراسات الأخيرة التي تأخذ بمنهج اقتصادي واسع أكثر مما تأخذ بمنهج قطاعي بالنسبة للفوائد الإضافية في التقرير، كما يناقش التقرير مدى موثوقيتها (هناك تحليلات قطاعية في الفصل ٩). ورغم التقدم الأخير في طرق وضع هذه المناهج، فمازال من الصعب للغاية وضع تقديرات كمية للتأثيرات والمنافع والتكاليف الإضافية لسياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. ورغم هذه الصعوبات، فإن المنافع الإضافية لسياسات انبعاثات غازات الدفيئة يمكن أن تعادل كسرا كبيرا في بعض الظروف من تكاليف التخفيف الخاصة (المباشرة) بل إنه يمكن في بعض الأحيان مقارنتها بتكاليف التخفيف نفسها، كل ذلك في الأجل القصير. وبناء على ما كتب في هذا الموضوع، فإن المنافع الإضافية قد تكون لها أهمية خاصة في البلدان النامية، ولكن ما كتب في هذا الموضوع مازال قليلا.

وسيتفاوت حجم ومدى ومجال هذه المنافع والتكاليف الإضافية بتفاوت الظروف الجغرافية والأساسية. ففي بعض الحالات، عندما تشمل الظروف الأساسية انبعاثات كربونية منخفضة نسبيا مع كثافة سكانية، قد تكون المنافع منخفضة. والنماذج التي تستخدم في أغلب الأحيان لتقدير المنافع الإضافية – وهي نماذج التوازن العام الذي يمكن حسابه – تجد

(١٧) الهواء الساخن: يملك عدد قليل من البلدان – ولاسيما تلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية – كمية من الوحدات المخصصة التي تبدو أكثر بكثير من الانبعاثات المتوقعة في هذه البلدان (نتيجة انخفاض النشاط الاقتصادي). ويشار إلى هذه الزيادة باسم الهواء الساخن.

(١٨) رغم أن بعض الدراسات تشمل تحليلات لعدة غازات، فمازال الأمر بحاجة إلى الكثير من البحوث حول هذا الاحتمال، سواء على المستوى الإقليمي أو الزمني.

صعوبة في تقدير المنافع الإضافية، لأنها قلما تحتوي على التفاصيل المكانية اللازمة، بل إنها قد لا تستطيع الحصول عليها.

وفيما يتعلق بالاعتبارات الأساسية، فإن أغلب الكتابات المتعلقة بالمنافع الإضافية تقتصر عادة على سياسات ولوائح الحكومة المتعلقة بالبيئة. وعلى النقيض من ذلك، فإن القضايا الأساسية للسياسات التنظيمية، كتلك المتعلقة بالطاقة، والنقل، والصحة، تقابل بالتجاهل عادة، كما هو الحال بالنسبة للقضايا الأساسية غير التنظيمية مثل ما يرتبط بالتكنولوجيا، والديموغرافيا، وقاعدة الموارد الطبيعية. وبالنسبة للدراسات التي سنعرضها هنا، فإن النصيب الأكبر من المنافع الإضافية يرتبط بالصحة العامة. ولكن أحد أهم عناصر عدم اليقين في وضع نموذج للفوائد الإضافية للصحة العامة، هو الارتباط بين الانبعاثات وبين التركيزات في الغلاف الجوي، وبالأخص في ضوء أهمية الملوثات التجميعية. ومع ذلك، فالملاحظ أن هناك فوائد إضافية ملموسة بالإضافة إلى تلك المتعلقة بالصحة العامة لم تحدد كميا أو تحول إلى قيمة نقدية حتى الآن. وفي نفس الوقت، يبدو أن هناك ثغرات كبيرة في طرق تقدير التكاليف الإضافية والنماذج الموضوعة لهذا الغرض.

٨-٧ التأثيرات "المتعدية"[١٩] الناجمة عن الإجراءات التي تتخذ في (المرفق باء) بشأن البلدان غير المدرجة في الملحق

في عالم تترابط اقتصادياته بفعل التجارة الدولية وتدفقات رؤوس الأموال، فإن التخفيف في اقتصاد ما، سيكون له تأثيراته الإيجابية على الاقتصاديات الأخرى سواء التي تتبع إجراءات التخفيف أو لا تتبعها. وتسمى هذه التأثيرات بالتأثيرات المتعدية، وتشمل التأثيرات على التجارة، وتسرب الكربون، ونقل التكنولوجيا السليمة بيئيا ونشرها، وغير ذلك من المسائل (الشكل ٨.).

الآثار المتعدية / السياسات والإجراءات	فوائد تحسين التكنولوجيا	التأثير على أنشطة صناعة الطاقة وأسعارها	التأثير على صناعة الطاقة الكثيفة	تحويل الموارد إلى القطاعات
السياسات العامة للبحوث والتطوير سياسات التكنولوجيات الجديدة لدخول الأسواق اتفاقيات طوعية للمعايير والدعم	زيادة قاعدة المعرفة العلمية زيادة المعرفة عن طريق التجربة والتعلم بالممارسة صناعة جديدة أكثر نظافة/ معايير لأداء المنتجات	↑		
ضرائب على الكربون إلغاء دعم الطاقة تنسيق ضرائب الكربون	تغيرات تكنولوجية ونشر التكنولوجيا مستحثة سعريا	تقليل أنشطة الصناعات التي تستخدم الوقود الأحفوري، انخفاض الأسعار العالية، التأثير السلبي على المصدرين والإيجابي على الموردين، واحتمال "التأثير المرتد"	تسرب الكربون، تأثير إيجابي على النشاط، وسلبي على البيئة في البلدان المتلقية تقليل الخلل في التنافس الصناعي	
التجارة في الانبعاثات المحلية التنفيذ المشترك، آلية التنمية النظيفة التجارة في الانبعاثات الدولية		↓	حدوث خلل في المنافسة إذا اختلفت الخطط (الأجيال السابقة مقابل المزاد)	نقل التكنولوجيا ربح صافي عندما يكون سعر الترخيص أعلى (وليس معادلا) لمتوسط تكلفة التخفيض

الشكل ٨: الاثار المتعدية من خلال استراتيجيات التخفيف المنزلية، هي نتاج تأثر هذه الاستراتيجيات على دول أخرى. وتأثيراتها يمكن أن تكون سلبية أو إيجابية، بما في ذلك التأثيرات على التجارة، وتسرب الكربون، ونقل التكنولوجيا.

(١٩) الآثار "المتعدية" من استراتيجيات التخفيف المحلية، هي الآثار التي تحدثها هذه الاستراتيجيات على البلدان الأخرى. ويمكن أن تكون هذه الآثار إيجابية أو سلبية، وأن تشتمل على التأثيرات التي تحدث على التجارة، وتسرب الكربون، ونقل التكنولوجيا السليمة بيئيا ونشرها، وغير ذلك من المسائل.

أما بالنسبة للتأثيرات على التجارة، فإن أهم اكتشاف بالنسبة لتأثيرات مشكلات الانبعاث في بلدان المرفق باء على البلدان غير المدرجة في المرفق باء في دراسات المحاكاة التي أجريت قبل بروتوكول كيوتو، هي أن التخفيف في بلدان (المرفق باء) سيكون له آثار معاكسة في أغلبها على الأقاليم غير المدرجة في المرفق باء. وعند محاكاة بروتوكول كيوتو، جاءت النتائج أكثر تضاربا، حيث حصلت بعض الأقاليم غير المدرجة في (المرفق باء) على مكاسب واضحة بينما خسر البعض الآخر. ويرجع ذلك أساسا إلى أن الهدف المحدد في محاكاة كيوتو أخف مما كان يحدث في دراسات المحاكاة قبل هذا البروتوكول. كما تبين أن أغلب اقتصادات البلدان غير المدرجة في (المرفق باء) والتي تعرضت لخسائر في رفاه في ظل توحيد التخفيف المستقل، تعاني من خسائر أقل في هذه الرفاه في حالة تجارة الانبعاثات.

إن أي تخفيض في انبعاثات بلدان (المرفق باء)، سيميل إلى إحداث زيادة في انبعاثات البلدان غير المدرجة في المرفق، بما يقلل من الفعالية البيئية بالتخفيف الذي سيحدث في (المرفق باء)، وهو ما يطلق عليه "تسرب الكربون" ويمكن أن يحدث في حدود نسبة تتراوح بين ٥ في المائة – ٢٠ في المائة عن طريق التغيير المحتمل في أماكن الصناعات كثيفة الكربون بسبب انخفاض قدرة بلدان المرفق باء على التنافس في الأسواق الدولية، وانخفاض أسعار المنتجين للوقود الأحفوري في الأسواق الدولية والتغييرات التي ستحدث في الدخل بسبب تحسن نسب التبادل التجاري.

وإذا كان تقرير التقييم الثاني (SAR) قد أشار إلى وجود تفاوتات هائلة في تقديرات تسرب الكربون من النماذج المتوافرة، فقد حدث قدر من الانخفاض في هذا التفاوت في السنوات التالية. ولكن ذلك ربما كان ناتجا في أغلبه من وضع نماذج جديدة تقوم على افتراضات جهة متشابهة بقدر معقول وعلى مصادر للبيانات. ولكن وضع هذه النماذج لا يعكس بالضرورة الاتفاق الواسع حول الافتراضات السلوكية المناسبة. فمن بين النتائج الهامة أن تسرب الكربون يبدو وظيفة متزايدة لبرامج استراتيجية التخفيف. ومعنى هذا أن التسرب قد يصبح مشكلة أقل خطورة في ظل الهدف المحدد في بروتوكول كيوتو عنه في ظل أهداف أكثر صرامة كانت متبعة من قبل. كما أن تسرب الانبعاثات يقل في ظل تجارة الانبعاثات عنه في ظل التخفيف المستقل. فاستثناء الصناعات كثيفة الطاقة في الواقع، بجانب العوامل الأخرى، يجعل تقديرات النموذج المرتفعة لتسرب الكربون مسألة غير محتملة، وإن كان سيزيد من التكاليف الكلية.

وقد يتأثر تسرب الكربون أيضا بالدرجة المفترضة من التنافس في أسواق النفط العالمية. فبينما تفترض أغلب الدراسات أن تكون هناك سوق تنافسية للنفط، فإن الدراسات التي تناولت التنافس غير السليم توصلت إلى انخفاض التسرب، إذا استطاعت منظمة البلدان المصدرة للنفط أن تمارس قدرا من الضغط على عرض النفط في الأسواق، وبالتالي الحيلولة دون انخفاض أسعاره الدولية. وإذا كانت منظمة البلدان المصدرة للنفط كمنظمة احتكارية، فإن لذلك تأثيره الملموس على ضياع ثروات بلدانها الأعضاء وغيرهم من منتجي النفط، وعلى مستوى أسعار التراخيص في أقاليم (المرفق باء) (انظر أيضا القسم ٩–٢).

أما الأثر المتعدي الثالث الذي سبق أن ذكرناه، وهو نقل التكنولوجيا السليمة بيئيا ونشرها، فيرتبط بالتغير الفني المستحث (انظر القسم ٨–١٠). فنقل التكنولوجيات والمعرفة السليمة بيئيا، غير الداخلة في النماذج، قد يؤدي إلى انخفاض التسرب، بل وقد يتفوق على هذا التسرب، وبالأخص في المدى البعيد.

٨–٨ ملخص لأهم نتائج أهداف كيوتو

تتفاوت تقديرات التكاليف لبلدان (المرفق باء) لتنفيذ بروتوكول كيوتو من دراسة إلى أخرى ومن إقليم آخر، وتعتمد اعتمادا كبيرا على الافتراضات المتعلقة باستخدام آليات كيوتو، وتفاعلها مع الإجراءات المحلية. وتستخدم الأغلبية الساحقة من الدراسات العالمية التي تورد هذه التكاليف وتقارن فيما بينها، نماذج دولية للطاقة والاتصال. وتوحي تسع من هذه الدراسات بالنتائج التالية على الناتج المحلي الإجمالي[٢٠].

بلدان المرفق الثاني[٢١]: في حالة عدم وجود تجارة في الانبعاثات بين بلدان (المرفق باء)[٢٢]، فإن أغلب الدراسات العالمية تشير إلى انخفاض في الناتج المحلي الإجمالي المتوقع

(٢٠) هناك عدة دراسات أخرى جمعت الظروف القطرية وسياسات عديدة مقررة، خرجت بالكثير من تقديرات التكاليف الصافية.

(٢١) بلدان المرفق الثاني: مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ (UNFCCC)، بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD).

(٢٢) بلدان المرفق باء: مجموعة البلدان المدرجة في (المرفق باء) ببروتوكول كيوتو، والتي وافقت على تقرير حد لانبعاثات غازات الدفيئة فيها، بما فيها جميع البلدان المدرجة فيه (بعد تعديله في عام ١٩٩٨)، عدا تركيا وبيلاروس.

بنسبة تتفاوت بين ٠,٢٪ و ٢٪ في عام ٢٠١٠ بالنسبة لمختلف أقاليم المرفق الثاني. أما في حالة وجود تجارة كاملة في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، فإن الانخفاض المقدر في عام ٢٠١٠ يتراوح بين ٠,١٪ و١,١٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع[٢٣]. وتشتمل هذه الدراسات على عدد كبير من الافتراضات. فالنماذج التي سنورد نتائجها هنا تفترض الاستخدام الكامل للتجارة في الانبعاثات دون أي تكاليف للمعاملات. أما نتائج الحالات التي لا تسمح للتجارة بين بلدان المرفق باء، فتفترض التجارة الداخلية الكاملة داخل كل إقليم. ولا تشمل هذه النماذج بالوعات الكربون أو غازات الدفيئة بخلاف ثاني أكسيد الكربون. وهي لا تشمل آلية التنمية والتنظيف، ولا خيارات التكاليف السلبية، ولا المنافع الإضافية، ولا إعادة استخدام الإيرادات.

وبالنسبة لجميع الأقاليم، فإن التكاليف تتأثر أيضا بالعاملين التاليين:

- القيود على استخدام التجارة في (المرفق باء)، وارتفاع تكاليف المعاملات في تنفيذ الآليات وعدم كفاءة التنفيذ المحلي قد يرفع التكاليف.
- إدراج سياسات وتدابير محلية للإمكانيات التي لا ندم عليها، واستخدام آلية التنمية النظيفة، وبالوعات الكربون، وإدراج غازات الدفيئة بخلاف ثاني أكسيد الكربون، قد يقلل التكاليف. وقد تتفاوت التكاليف تفاوتا أوسع من ذلك من دولة إلى أخرى.

وتبين النماذج أن آليات كيوتو لها أهميتها في ضبط مخاطر ارتفاع التكاليف في بعض البلدان، وبالتالي فبإمكانها تكملة آليات السياسات المحلية. وبالمثل فإن بإمكانها تقليل مخاطر الآثار الدولية غير المنصفة والمساعدة في تثبيت التكاليف الحدية. وتشير دراسات النماذج العالمية التي سبقت الإشارة إليها إلى أن التكاليف الحدية القطرية اللازمة لتغطية أهداف كيوتو تتراوح بين ٢٠ دولارا/ ١٠٠ طن إلى ٦٠٠ دولار/ ١٠٠ طن دون تجارة، وما يتراوح بين ١٥ دولارا/ ١٠٠ طن إلى ١٥٠ دولارا/ ١٠٠ طن بالتجارة بين بلدان (المرفق باء). وقد يتوقف الانخفاض في التكاليف نتيجة هذه الآليات على تفاصيل التنفيذ، مثل الاتفاق مع الآليات المحلية والدولية، والصعوبات القائمة، وتكاليف المعاملات.

الاقتصاد الذي يمر بمرحلة انتقالية: بالنسبة لأغلب هذه البلدان، فإن التأثير على الناتج المحلي الإجمالي يتفاوت بين زيادة لا تذكر وزيادة بنسبة مئوية كبيرة. ويعكس ذلك فرص تحسين كفاءة الطاقة التي لا تتوافر لبلدان المرفق الثاني. ففي ظل افتراضات بإدخال تحسينات هائلة على كفاءة الطاقة (و/ أو) استمرار الركود الاقتصادي في بعض البلدان، فإن الكميات المقررة قد تفوق الانبعاثات المتوقعة في المرحلة الأولى من الالتزامات. وفي هذه الحالة، تبين النماذج زيادة الناتج المحلي الإجمالي بإيرادات التجارة في هذه الكميات المقررة. ومع ذلك، فبالنسبة لبعض البلدان التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية، فإن تنفيذ بروتوكول كيوتو، ستكون له نتائج مماثلة على الناتج المحلي الإجمالي لبلدان المرفق الثاني.

البلدان غير المدرجة في المرفق الأول: كان لضوابط الانبعاث في بلدان المرفق الأول نتائج "متعدية"[٢٤] على البلدان غير المدرجة في المرفق الأول، وإن كانت نتائج متباينة.

- البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول: تخرج التحليلات إلى تكاليف مختلفة، بما في ذلك – ضمن جملة أمور أخرى– التخفيضات المتوقعة في الناتج المحلي الإجمالي وفي عائدات النفط المتوقعة[٢٥]. فالدراسة التي خرجت إلى أقل التكاليف تعطي تخفيضا بنسبة ٠,٢ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع في حالة عدم التجارة في الانبعاثات، وأقل من ٠,٠٥ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع مع التجارة في الانبعاثات في دول المرفق باء في عام ٢٠١٠[٢٦]. أما الدراسة التي خرجت إلى أعلى تكاليف فتعطي انخفاضا بنسبة ٢٥ ٪ في عائدات النفط المتوقعة في حالة عدم التجارة في الانبعاثات، و١٣٪ من عائدات النفط

(٢٣) يمكن استخدام عدة طرق للقياس لتحديد التكاليف. فمثلا، إذا كانت التكاليف السنوية التي تتحملها البلدان المتقدمة المرتبطة بتحقيق أهداف بروتوكول كيوتو مع التجارة الكاملة لبلدان المرفق باء، في حدود ٠,٥ في المائة من الدخل المحلي الإجمالي، فإن ذلك يمثل ١٢٥ مليار دولار سنويا، أي ١٢٥ دولارا للفرد في السنة عام ٢٠١٠ في المرفق الثاني (افتراضات التقرير الخاص). وهو ما يمثل تأثيرا على معدلات النمو الاقتصادي على امتداد عشر سنوات بنسبة تقل عن ٠,١ في المائة.

(٢٤) الآثار المتعدية هنا تقتصر على الآثار الاقتصادية، دون الآثار البيئية.

(٢٥) تفاصيل ست من هذه الدراسات ترد في الجدول ٩–٤ من التقرير.

(٢٦) يمكن اعتبار تقديرات التكاليف هذه كفروق في معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال المدة ٢٠٠٠–٢٠١٠. فبدون تجارة في الانبعاثات، تنخفض معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة ٠,٠٢ في المائة نقطة سنويا، أما مع التجارة بين بلدان القائمة باء (Annex B)، فإن معدل النمو ينخفض بنسبة ٠,٠٠٥ ٪ نقطة سنويا.

المتوقعة في حالة التجارة في الانبعاثات في دول (المرفق باء) في عام ٢٠١٠. ولا تمس هذه الدراسات أي سياسات أو إجراءات[٢٧] بخلاف تجارة الانبعاثات في بلدان المرفق باء، قد تقلل من التأثير على البلدان المصدرة للنفط المدرجة في المرفق الأول، وتميل بالتالي إلى المبالغة في تكاليف هذه البلدان والتكاليف بصورة عامة.

- ومن الممكن مواصلة تخفيف التأثيرات على هذه البلدان بإلغاء الدعم المقدم لأنواع الوقود الأحفوري، وإعادة تنظيم ضرائب الطاقة بحسب محتوى الكربون، وزيادة استخدام الغاز الطبيعي، وتنويع اقتصادات البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول.
- البلدان الأخرى غير المدرجة في المرفق الأول: وهي التي قد تتضرر من انخفاض الطلب على صادراتها إلى دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومن ارتفاع أسعار المنتجات التي تحتوي على قدر كبير من الكربون وغيرها من المنتجات التي ستستمر في استيرادها. وقد تستفيد هذه البلدان من انخفاض أسعار الوقود، وزيادة الصادرات من المنتجات التي تحتوي على قدر كبير من الكربون ومن نقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئيا. ويتوقف الرصيد الصافي لأي بلد على العنصر الذي ستكون له الغلبة في هذه العناصر. وبسبب هذه التعقيدات، فمن الصعب تحديد الرابح والخاسر.
- تسرب الكربون [٢٨]: إن احتمال نقل بعض الصناعات كثيفة الكربون إلى البلدان غير المدرجة في المرفق الأول وما لذلك من تأثيرات واسعة على تدفق التجارة استجابة لتغير الأسعار، قد يؤدي إلى تسرب الكربون في حدود نسبة تتراوح بين ٥ ٪ إلى ٢٠ ٪. كما أن الإعفاءات – للصناعات كثيفة الطاقة مثلا – تجعل تقديرات النموذج المرتفع لتسرب الكربون غير محتملة، ولكنها تزيد من التكاليف الكلية.

ولاشك أن نقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئيا – غير الموجودة في النماذج – قد يؤدي إلى انخفاض التسرب، بل وقد يغطي هذا التسرب وأكثر، وبالأخص على المدى الطويل.

٨-٩ تكاليف تحقيق مجموعة من أهداف الاستقرار

تشير تقديرات دراسات فعالية الكلفة التي تمتد لقرن كامل إلى أن تكاليف استقرار تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، تزيد كلما انخفضت مستويات استقرار هذه التركيزات. ولاشك أن الأسس المختلفة لها تأثير قوي على التكاليف المطلقة. وإذا كانت هذه الزيادة معقولة عند الانتقال من ٧٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم إلى ٥٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم فإن هذه الزيادة تتسع عند الانتقال من ٥٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم إلى ٤٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم، ما لم يكن الانبعاث منخفضا للغاية عند نقطة البداية. ولكن هذه النتائج، لا تشمل امتصاص الكربون أو الغازات الأخرى بخلاف ثاني أكسيد الكربون، ولم تتعرض للنتائج المحتملة لأي أهداف طموحة للتغيرات التكنولوجية المستحثة[٢٩]. ولاختيار السيناريو المرجعي تأثير قوي بشكل خاص. فالدراسات الأخيرة التي تستخدم السيناريو المرجعي الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ كقاعدة أساسية تحلل على أساسها مدى الاستقرار، توضح بجلاء أن الانخفاض المتوقع في الناتج المحلي الإجمالي في أغلب سيناريوهات الاستقرار التي جرت دراستها هنا تقل عن ٣ ٪ من قيمة نقطة الأساس (بلغ الحد الأقصى للانخفاض في جميع سيناريوهات الاستقرار ٦,١ ٪ في السنة).وفي نفس الوقت، أظهرت بعض السيناريوهات (وخاصة في مجموعة AIT) زيادة في الناتج المحلي الإجمالي مقارنة بالأساس بسبب التغذية الاقتصادية المرتدة الإيجابية لتطور التكنولوجيا ونقله. وسيصل الانخفاض في الناتج المحلي

(٢٧) تشمل هذه السياسات والإجراءات: تلك الخاصة بغازات أخرى غير ثاني أكسيد الكربون والانبعاثات التي تأتي من مصادر أخرى غير الطاقة، والتعويض من المصارف، وإعادة هيكلة الصناعة من منتجي الطاقة إلى مقدمي خدمات الطاقة مثلا) المتعلقة بالتمويل والتأمين ونقل التكنولوجيا. وإلى جانب ذلك، فإن هذه الدراسات لا تشمل عادة السياسات والتأثيرات التالية التي قد تقلل من التكلفة الإجمالية للتخفيف: استخدام حصيلة الضرائب في تخفيف الأعباء الضريبية أو تمويل إجراءات التخفيف الأخرى، والفوائد الجانبية البيئية أو تقليل استخدام الوقود الاحفوري، والتغيرات التكنولوجية التي تستحثها سياسات التخفيف.

(٢٨) يعرف تسرب الكربون هنا بأنه الزيادة في الانبعاثات في البلدان غير المدرجة في (المرفق باء)، الناجم عن تنفيذ التخفيضات في هذه البلدان، معبرا عنه بنسبة مئوية من التخفيضات في هذه البلدان.

(٢٩) التغيرات التكنولوجية المستحثة مجال جديد للبحث. فما كتب في تقرير التقييم الأول عن العلاقة بين تركيزات ثاني أكسيد الكربون على امتداد قرن وبين التكاليف لن يتعرض لنتائج النماذج التي استخدمت التغيرات التكنولوجية المستحثة. والنماذج التي تستخدم التغيرات التكنولوجية المستحثة تبين أنه في ظل ظروف معينة يمكن للتركيزات أن تختلف على امتداد قرن، مع زيادة مماثلة في الناتج المحلي الإجمالي، ولكن في ظل ظروف سياسات مختلفة (القسم ٨-٤-١-١).

الإجمالي (بمتوسطه عند الأساس ومستويات الاستقرار) إلى حده الأدنى في عام ٢٠٢٠ (١ ٪)، حيث يصل إلى أقصى مداه في ٢٠٥٠ (١,٥ ٪) ثم ينخفض في ٢١٠٠ (١,٣ ٪). ولكن سيناريو المجموعات التي تبدأ بأعلى مستويات من الانبعاثات (A2 و A1FI) يزداد الارتفاع في الناتج المحلي الإجمالي طول فترة النموذج. ونظرا لصغر حجمها نسبيا عند مقارنتها بمستويات الناتج المحلي الإجمالي المطلق، فإن التخفيض في هذا الناتج بعد سيناريو التقرير الخاص بالاستقرار، لا يؤدي إلى انخفاض ملموس في معدلات نمو هذا الناتج خلال القرن. وكمثال، فإن معدل الزيادة في الناتج المحلي الإجمالي في الفترة ١٩٩٠–٢١٠٠ في جميع تصورات الاستقرار، انخفض في المتوسط بنسبة لا تتعدى ٠,٠٠٣ ٪ سنويا، مع وصول هذه النسبة في حدها الأقصى إلى ٠,٠٦ ٪ سنويا.

إن ما يحدد تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي هو الانبعاثات المتراكمة وليس الانبعاثات سنة بسنة. ومعنى هذا، أن أي هدف محدد لهذه التركيزات يمكن تحقيقه بطرق عديدة للانبعاثات. وهناك العديد من الدراسات التي توحي بأن اختيار طريقة الانبعاثات قد تكون بنفس أهمية الهدف في تحديد التكاليف الكلية للتخفيف. وتنقسم هذه الدراسات إلى فئتين: تلك التي تفترض أن الهدف معروف، وتلك التي تصف المسألة بأنها اتخاذ قرار في ظروف من عدم اليقين.

فبالنسبة للدراسات التي تفترض معرفة الهدف، فإن المسألة تكون هي تحديد أرخص طريقة للتخفيف من أجل تحقيق الهدف المحدد. وهنا يمكن وصف اختيار الطريقة بأنها مشكلة ميزانية الكربون. وقد عولجت هذه المشكلة من زاوية ثاني أكسيد الكربون فقط مع معالجة محدودة للغاية للانبعاثات غازات الدفيئة الأخرى. ويحدد هدف التركيز الكمية المسموح بانبعاثها من الكربون في الغلاف الجوي من الآن وحتى التاريخ المحدد لتحقيق الهدف. والقضية هنا هي ماهية أفضل طريقة لتخفيض ميزانية الكربون بمرور الوقت.

وقد خلصت أغلب الدراسات التي سعت إلى معرفة أرخص طريقة لتحقيق هدف معين إلى أن هذه الطريقة تميل إلى السير ببطء من نقطة الأساس في النموذج في السنوات الأولى، ثم يتسارع التخفيض بعد ذلك. وهناك أسباب عديدة لهذا. فالتحول التدريجي في الأجل القريب من نظام الطاقة الحالي في العالم، يقلل من استعادة رؤوس الأموال الحالية قبل الأوان، ويتيح الوقت لتطوير التكنولوجيا، وتلافي استبعاد الأجيال الأولى من تكنولوجيا الانبعاثات المنخفضة التي تتطور بسرعة. وعلى الجانب الآخر، فإن الأعمال الشجاعة في الأجل القريب ستقلل من المخاطر البيئية المرتبطة بالتغيرات السريعة في المناخ، وتحفز على التطوير السريع لتكنولوجيات الانبعاثات المنخفضة الحالية (انظر أيضا القسم ٨–١٠)، وتعطي حوافز قوية في الأجل القريب للتغيرات التكنولوجية في المستقبل التي قد تساعد على تلافي استبعاد التكنولوجيات كثيفة الكربون، وتسمح بتقييد الأهداف فيما بعد، إذا رؤي أن ذلك من الأفضل في ضوء الفهم العلمي المتطور.

كما ينبغي أن نلاحظ أنه كلما انخفض الهدف المقرر لتركيزات الكربون، قلت ميزانية الكربون، وبالتالي حدثت السرعة في الانتقال من خط الأساس. ومع ذلك، وحتى لو كان الهدف المحدد لتركيزات الكربون مرتفعا، فإن الانتقال التدريجي من خط الأساس لا ينفي ضرورة الإسراع بالعمل. فجميع الأهداف المحددة للاستقرار تتطلب أن تركز الأصول الرأسمالية في المستقبل بصورة أقل على الكربون. ولذلك تأثيراته المباشرة على قرارات الاستثمار في الأجل القصير. فخيارات العرض الجديدة تأخذ عادة عدة سنوات لتدخل إلى الأسواق. ويحتاج الأمر إلى التزام فوري ومستدام بالبحوث والتطوير إذا أردنا تطوير بدائل رخيصة لتخفيض الكربون عند الحاجة.

وقد ناقشنا فيما سبق قضية تكاليف التخفيف. ومن المهم أيضا دراسة التأثيرات البيئية لاختيار طريقة من طرق تخفيف الانبعاثات دون أخرى. ويرجع ذلك إلى أن طرق تخفيف الانبعاثات تنطوي على تكاليف مختلفة لتخفيض الانبعاثات، بل وعلى فوائد مختلفة من حيث تلافي الآثار البيئية (انظر القسم ١٠).

ولاشك أن افتراض معرفة الهدف بصورة مؤكدة، هو بالطبع، تبسيط مخل. ولحسن الحظ، فإن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ تعترف بالطبيعة الدينامية لمشكلة اتخاذ القرار. فهي تدعو إلى استعراضات دورية "في ضوء أفضل المعلومات العلمية عن تغير المناخ وتأثيراته". والهدف من عملية صناعة القرار هذه هو معرفة الاستراتيجيات التحوطية قصيرة الأجل في مواجهة عدم اليقين على المدى البعيد. فالسؤال هنا ليس "ما هو أفضل طريق للعمل في المائة سنة المقبلة" وإنما هو "ما هو أفضل طريق للعمل في الأجل القصير مع عدم اليقين في المدى البعيد".

سعت دراسات عديدة إلى معرفة أفضل استراتيجية تحوطية قصيرة الأجل تقوم على عدم اليقين بالنسبة للأهداف بعيدة المدى. وقد تبين من هذه الدراسات أن القدر المستحسن من التحوط يعتمد على تقدير الفرد للمخاطر والمفاجآت وتكاليف

التخفيف. فبدل الخطر – وهو المبلغ الذي يكون المجتمع على استعداد لدفعه تجنبا للخطر – هو في النهاية قرار سياسي يختلف من دولة إلى أخرى.

٨-١٠ قضية التغير التكنولوجي المستحث

تميل أغلب النماذج المستخدمة في تقدير تكاليف تحقيق هدف معين للتخفيف إلى التبسيط المخل لعملية التغير التكنولوجي. فقد جرت العادة على افتراض أن معدل التغير التكنولوجي لا علاقة له بمستوى ضبط الانبعاثات. فهذا التغير يوصف بأنه مستقل بذاته. ولكن قضية التغير التكنولوجي المستحث بدأت تلقى اهتماما متزايدا في السنوات الأخيرة. فالبعض يقول أن هذا التغير قد يؤدي إلى انخفاض ملموس في تكاليف سياسة تخفيف ثاني أكسيد الكربون، بل وقد يلغيها تمام. أما البعض الآخر فهو أقل تفاؤلا بالنسبة لتأثير التغير التكنولوجي المستحث.

وتشير البحوث الأخيرة إلى أن التأثير على عنصر الوقت يتوقف على مصدر التغير التكنولوجي. فعندما تكون قناة التغير التكنولوجي هي البحوث والتطوير، فإن التغيير التكنولوجي المستحث يجعل من الأفضل التركيز على جهود التخفيف في المستقبل. والسبب في ذلك هو أن التغير التكنولوجي يقلل تكاليف التخفيض في المستقبل مقارنة بجهود التخفيف الآن، الأمر الذي يعطي التركيز على التخفيف في المستقبل فعالية أكبر في الكلفة. أما عندما تكون قناة التغيير التكنولوجي هي التعلم بالممارسة، يكون للتغيير التكنولوجي المستحث تأثير مزدوج على الوقت الأمثل للتخفيف. فهو من ناحية، يجعل التخفيف في المستقبل أقل كلفة، وهو ما يعني استحسان التركيز على جهود التخفيف في المستقبل. ومن ناحية أخرى، يعطي قيمة مضافة للتخفيف في الوقت الراهن لأن مثل هذا التخفيف يساهم في الخبرة أو التعلم، ويساعد في تخفيض تكاليف التخفيف في المستقبل. أما ما هو التأثير الذي سيكون له الغلبة من بين هذين التأثيرين، فمسألة تتوقف على الطبيعة الخاصة للتكنولوجيات ودالة التكلفة.

وهناك بعض السلوكيات الاجتماعية التي قد تقاوم أو ترحب بالتغير التكنولوجي. ولذا فإن إثارة الوعي العام والتوعية قد يساعد في تشجيع التغيرات الاجتماعية لكي تخلق بيئة مواتية للابتكارات التكنولوجية ونشرها. ولاشك أن ذلك مجال جديد للبحث.

٩- التكاليف القطاعية والمنافع الإضافية للتخفيف

٩-١ الاختلافات بين تكاليف تخفيف تغير المناخ عند تقديرها قطريا أو بحسب القطاع

لاشك أن للسياسات التي تُتبع للحد من الاحترار العالمي لها تأثيراتها على قطاعات بعينها، مثل صناعة الفحم، وصناعة النفط والغاز، والكهرباء، والصناعات التحويلية، والنقل، والأسر نفسها. ويساعد التقدير القطاعي في وضع التكاليف في مكانها الصحيح، وفي معرفة الخاسرين المحتملين ومدى هذه الخسائر ومكانها، وكذلك معرفة القطاعات التي قد تكسب. ومع ذلك، فمن الجدير بالملاحظة أن الكتابات المتوافرة للقيام بهذا التقدير محدودة: فهناك دراسات شاملة قليلة لتأثير عمليات التخفيف على القطاعات، مقارنة بالتأثيرات على الإنتاج المحلي الإجمالي، بالإضافة إلى أنها تكاد تقتصر على بلدان وأقاليم المرفق الأول.

وهناك مشكلة أساسية في سياسات التخفيف. فالمعروف أن تحديد القطاعات الخاسرة المحتملة أسهل من تحديد الرابحين المحتملين، كما أن خسارة الخاسرين يرجح أن تكون أسرع وأكثر تركيزا وأكثر تأكيدا. أما القطاعات الرابحة المحتملة (بخلاف قطاع الطاقة المتجددة وربما قطاع الغاز الطبيعي) فليس لها إلا أن تتوقع مكاسب صغيرة ومتنافرة وغير مؤكدة على الأرجح، ولا تتحقق إلا على امتداد فترة طويلة. والحقيقة أن الكثير من تلك القطاعات التي قد تحقق مكاسب لا توجد بالفعل، إذ أنها أجيال المستقبل والصناعات التي لم تنشأ بعد.

ومن المعروف أيضا أن التأثيرات العامة لسياسات وإجراءات التخفيف على الناتج المحلي الإجمالي – سواء كانت إيجابية أم سلبية – تخفي وراءها اختلافات كبيرة من قطاع إلى آخر. فبشكل عام، تقل كثافة الطاقة وكثافة الكربون في الاقتصاد. فصناعة الكربون، وربما صناعة النفط، تفقدان قدرا كبيرا من إنتاجهما التقليدي بالنسبة للكميات الواردة في السيناريوهات المرجعية، وإن كان تأثير ذلك على الصناعات يتوقف على التنوع، كما أن القطاعات الأخرى قد تزيد من إنتاجها ولكن بمقادير أقل. ولن يؤثر الانخفاض في إنتاج الوقود الأحفوري دون خط الأساس على جميع أنواع الوقود الأحفوري بصورة متساوية. فلأنواع الوقود حساسية مختلفة للتكاليف والأسعار: وهي تستجيب بصورة مختلفة لسياسات التخفيف.

فتكنولوجيا كفاءة الطاقة عبارة عن وقود وآلات احتراق، وقد يؤثر انخفاض الطلب على الواردات بصورة تختلف عن تأثيره على الإنتاج. فالقطاعات كثيفة الطاقة، مثل الكيماويات الثقيلة، والحديد والصلب، والمنتجات التعدينية، ستواجه ارتفاعا في التكاليف، وتغييرات فنية وتنظيمية سريعة، أو تخسر قدرا من إنتاجها (مرة أخرى بالنسبة للسيناريو المرجعي) بحسب ما تستخدمه من طاقة والسياسات التي تتبعها للتخفيف.

أما الصناعات المعنية مباشرة بالتخفيف، فالأرجح أن تستفيد من هذه الإجراءات. وتشمل هذه الصناعات الطاقة الكهربائية المتجددة والكهرباء النووية، ومنتجو معدات التخفيف (التي تشمل تكنولوجيات توفير الطاقة والكربون) والزراعة والغابات التي تنتج محاصيل الطاقة، وخدمات البحوث التي تجري البحوث والتطوير من أجل توفير الطاقة والكربون، وهي قد تستفيد على المدى الطويل من توافر الموارد المالية وغير المالية التي كان يمكن أن تضيع لولا ذلك في إنتاج الوقود الأحفوري. كما أنها قد تستفيد من تخفيض الأعباء الضريبية إذا استخدمت الضرائب في عمليات التخفيف وفي إعادة استخدام الإيرادات لتخفيض ضرائب أصحاب العمل والشركات وغيرها من الضرائب. فالدراسات التي تشير إلى انخفاض الناتج المحلي الإجمالي لا تعطي دائما مجالا لخيارات إعادة الاستخدام، الأمر الذي يوحي بأن مجموعات السياسات التي تزيد من الناتج المحلي الإجمالي لم تستكشف بعد. ولاشك أن مدى المنافع وطبيعتها سيختلفان باختلاف السياسات المتبعة. فبعض سياسات التخفيف قد تؤدي إلى فوائد اقتصادية عامة صافية، وهو ما ينطوي على أن الأرباح المتحققة من عدة قطاعات ستفوق الخسائر في الفحم وغيره من أنواع الوقود الأحفوري، والصناعات كثيفة الطاقة. وفي مقابل ذلك، فإن السياسات الأخرى غير المصممة تصميما جيدا، قد تؤدي إلى خسائر عامة.

ويجدر بنا أن نضع المهمة التي تواجه سياسات التخفيف في إطارها التاريخي. فانبعاثات ثاني أكسيد الكربون كانت تميل إلى الزيادة بمستوى أقل مما يزيد به الناتج المحلي الإجمالي في عدد من البلدان طوال الأربعين عاما الماضية. وتختلف أسباب هذا الاتجاه، ولكنها تنطوي على:

- التحول عن الفحم والنفط باتجاه الذرة والغاز كمصادر للطاقة؛
- إدخال تحسينات على كفاءة الطاقة سواء من جانب الصناعة أو الاستعمال المنزلي؛
- التحول من الصناعات الثقيلة باتجاه الأنشطة الاقتصادية الخدمية والإعلامية.

وسوف تلقى هذه الاتجاهات تشجيعا وتعزيزا من سياسات التخفيف.

٩-٢ نتائج قطاعية نوعية مختارة لتكاليف تخفيف تغير المناخ

٩-٢-١ الفحم

في إطار هذه الصورة العريضة، هناك قطاعات معينة ستتأثر بصورة ملموسة من عمليات التخفيف. فقياسا على الحالة المرجعية، فإن صناعة الفحم، التي تعطي أكثر منتجات الكربون كثافة، ستواجه انخفاضا يكاد يكون محتوما في الأجل الطويل، بالنسبة لتوقعات خط الأساس. فالتكنولوجيات التي مازالت قيد التطوير، مثل إزالة ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من المصانع التي تحرق الفحم والتغويز في الموقع يمكن أن تلعب دورا مستقبليا في المحافظة على إنتاج الفحم، مع تلافي انبعاث ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات في نفس الوقت. ومن المتوقع أن تأتي أكبر الآثار على قطاع الفحم من بعض السياسات مثل إلغاء دعم الوقود الأحفوري أو إعادة تنظيم ضرائب الطاقة بحيث تكون الضريبة على المحتوى الكربوني في الوقود لا على محتوى الطاقة. فمن النتائج المعروفة تماما أن إلغاء الدعم سيسفر عن انخفاض ملموس في انبعاثات غازات الدفيئة، وفي تحفيز النمو الاقتصادي. ومع ذلك، فإن النتائج التي ستتحقق في بعض البلدان تعتمد اعتمادا شديدا على نمط إلغاء الدعم، والإمكانية التجارية لمصادر الطاقة البديلة، مثل الفحم المستورد.

٩-٢-٢ النفط

وتواجه صناعة النفط أيضا انخفاضا نسبيا محتملا، وإن كان ذلك قد يخفف منه عدم وجود بدائل للنفط في عمليات النقل، والابتعاد عن أنواع الوقود الصلبة باتجاه الأنواع السائلة في توليد الكهرباء، وتنوع الصناعة بين إمدادات الطاقة بشكل عام.

يبين الجدول ٦ عددا من نتائج النماذج عن تأثيرات تنفيذ بروتوكول كيوتو على البلدان المصدرة للنفط. ويستخدم كل نموذج مقياسا مختلفا لتقدير التأثير، كما أن الكثير من النماذج يستخدم مجموعات مختلفة من البلدان في تعريفه للبلدان المصدرة للنفط. ومع ذلك، فإن جميع الدراسات تبين أن استخدام آليات مرنة سيقلل من التكاليف الاقتصادية التي يتحملها منتجو النفط.

الجدول *TS.6* تكاليف تنفيذ بروتوكول كيوتو في الأقاليم / البلدان المصدرة للنفط (أ)

النموذج (ب)	بدون تجارة(ج)	بالتجارة بين بلدان المرفق الأول	بالتجارة "العالمية"
G-Cubed	–٢٥٪ في عائدات النفط	–١٣ ٪ في عائدات النفط	–٧ ٪ في عائدات النفط
GREEN	–٣٪ في الدخل الحقيقي	"خسارة ضئيلة للغاية"	غير متاح
GTEM	خسارة ٠,٢ في المائة في الناتج المحلي	< ٠,٠٥ ٪ خسارة في الناتج المحلي	غير متاح
MS-MRT	خسارة ١,٣٩٪ في الرفاه	١,١٥ ٪ خسارة في الرفاه	٠,٣٦٪ خسارة في الرفاه
OPEC MODEL	–١٧ ٪ في عائدات الأوبك	–١٠٪في عائدات الأوبك	–٨ ٪ في عائدات الأوبك
CLIMOX	غير متاح	–١٠ ٪ في إيرادات الدول المصدرة للنفط	غير متاح

(أ) يختلف تعريف البلد المصدر للنفط، فهو في نموذج G-Cubed ونموذج OPEC هو البلدان الأعضاء في منظمة الدول المصدرة للنفط، وفي نموذج GREEN هو مجموعة بلدان مصدرة للنفط، وفي نموذج GTEM هو المكسيك وإندونيسيا، وفي نموذج MS-MRT هو بلدان منظمة أوبك + المكسيك، وفي نموذج CLIMOX هو البلدان المصدرة للنفط في غرب آسيا وشمال أفريقيا.

(ب) جميع النماذج تعالج الاقتصاد العالمي حتى عام ٢٠١٠ مع التخفيف طبقا لأهداف بروتوكول كيوتو (وهي تطبق في النماذج عادة على تخفيف انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حتى عام ٢٠١٠ لأعلى انبعاثات

(ج) "التجارة" هنا تعني التجارة في تراخيص الانبعاثات فيما بين البلدان.

وهكذا، نجد أن الدراسات تعطي مجالا واسعا من التقديرات لتأثير سياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة على إنتاج النفط وعائداته. ويرجع الكثير من هذه الاختلافات إلى الافتراضات التي توضع بشأن: توافر احتياطيات النفط التقليدية، ودرجة التخفيف اللازمة، واستخدام التجارة في الانبعاثات، والتحكم في انبعاثات غازات الدفيئة بخلاف غاز ثاني أكسيد الكربون، واستخدام بالوعات الكربون. ومع ذلك، فإن جميع الدراسات تبين نموا صافيا في إنتاج النفط وعائداته حتى عام ٢٠٢٠ على الأقل، مع تأثير أقل على الأسعار الحقيقية للنفط مما حدث بسبب تقلبات الأسواق في الثلاثين عاما الماضية. ويبين الشكل TS.9 توقعات الأسعار الحقيقية للنفط حتى عام ٢٠١٠ مأخوذة من توقعات الطاقة في العالم التي أصدرتها الوكالة الدولية للطاقة في عام ١٩٩٨، وتأثير تنفيذ بروتوكول كيوتو المأخوذ عن النموذج G-cubed أكبر انخفاض في عائدات منظمة البلدان المصدرة للنفط في الجدول TS.6 والخسارة بنسبة ٢٥ ٪ في عائدات منظمة البلدان المصدرة للنفط في سيناريو عدم التجارة، تنطوي على خسارة بنسبة ١٧ ٪ في أسعار النفط المبينة لعام ٢٠١٠ في الشكل، تنخفض إلى أكثر قليلا من ٧ ٪ في حالة التجارة في بلدان المرفق الأول.

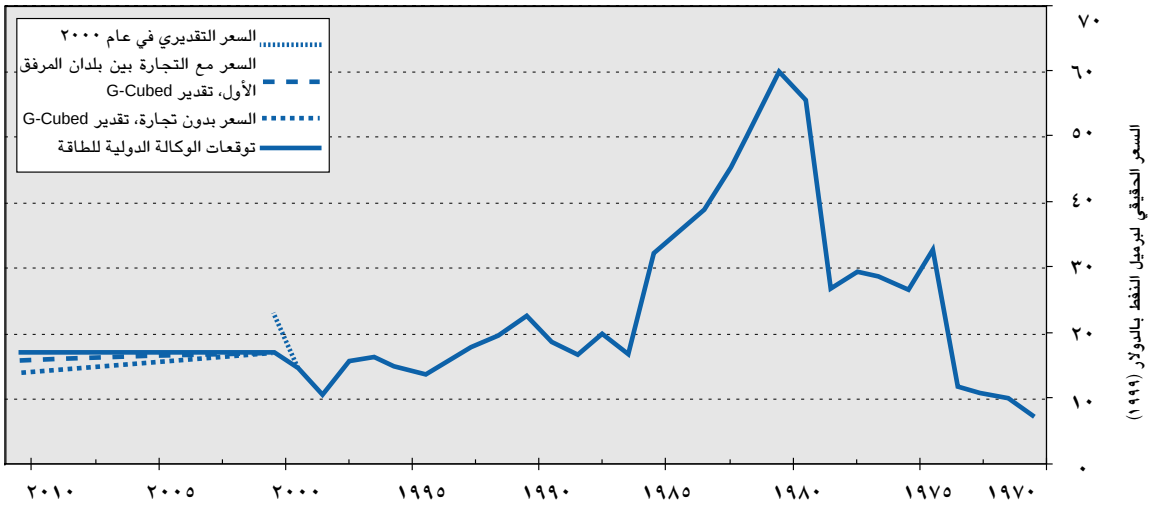
وهذه الدراسات لا تتناول عادة بعض أو كل السياسات والإجراءات التالية التي قد تقلل من التأثير على مصدري النفط:

- السياسات والإجراءات الخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة بخلاف ثاني أكسيد الكربون، أو مصادر جميع انبعاثات غازات الدفيئة بخلاف الطاقة؛
- التعويض الذي قد ينشأ عن بالوعات الكربون؛
- إعادة هيكلة الصناعة (من منتجي الطاقة إلى موردي خدمات الطاقة مثلا)؛
- استخدام نفوذ منظمة البلدان المصدرة للنفط (OPEC) في الأسواق؛
- اتخاذ إجراءات (من أطراف المرفق باء مثلا) تتعلق بالتمويل والتأمين ونقل التكنولوجيا.

وبالإضافة إلى ذلك، لا تشمل هذه الدراسات عادة السياسات والآثار التالية التي يمكن أن تقلل من التكاليف الكلية للتخفيف:

- استخدام إيرادات الضرائب في تخفيض الأعباء الضريبية أو تمويل إجراءات التخفيف الأخرى؛
- المنافع البيئية المشتركة أو الإضافية للتقليل من استخدام الوقود الأحفوري؛
- التغيير التكنولوجي المستحث من سياسات التخفيف.

ونتيجة لذلك، قد تميل الدراسات إلى تجاهل التكاليف التي تتحملها البلدان المصدرة للنفط، والتكاليف العامة.



ملاحظة: الأسعار المدرجة هنا هي أسعار خام برنت في المملكة المتحدة، بعد حسابها بمعامل انخفاض التضخم المستخدم في حساب الناتج المحلي الإجمالي في الولايات المتحدة. أما السعر التقديري لعام ٢٠٠٠ فقد حسب على أساس الأسعار الفعلية من يناير/ كانون الثاني إلى أغسطس/ آب، وعلى أساس أسعار العقود الآجلة من سبتمبر/ أيلول إلى ديسمبر/ كانون الأول.

الشكل ٩:أسعار النفط الحقيقية ونتائج تنفيذ بروتوكول كيوتو

٩-٢-٣ الغاز

تشير دراسات المحاكاة إلى أن سياسات التخفيف قد يكون لها أقل التأثير على النفط، وأكبر التأثير على الفحم، بينما سيكون تأثيرها على الغاز بين هذا وذاك، وهذه النتائج معروفة ولكنها ناقصة. والتفاوت الكبير من دراسة إلى أخرى عن تأثير التخفيف على الطلب على الغاز، يرتبط بأهمية توافر الغاز في مختلف الأماكن، وأنماط الطلب عليه، وإمكانية حلول الغاز محل الفحم في توليد الطاقة.

وتختلف هذه النتائج عن الاتجاهات الأخيرة، التي تبين الزيادة في استخدام الغاز الطبيعي بأسرع مما يحدث في استخدام الفحم أو النفط. ويمكن تفسير ذلك كما يلي. ففي قطاع النقل، وهو أكبر قطاع يستخدم النفط، فإن التكنولوجيا والبنية الأساسية الحالية لا يسمحان بتحول كبير عن النفط إلى أنواع بديلة من الوقود غير الأحفوري في بلدان المرفق الأول قبل حلول عام ٢٠٢٠. أما بلدان المرفق باء فلم تستطيع الوفاء بالتزاماتها بمقتضى بروتوكول كيوتو إلا بتخفيض استخدامها العام للطاقة، وهو ما سيسفر عن انخفاض طلبها على الغاز الطبيعي، ما لم يعوض ذلك بالتحول نحو استخدام الغاز الطبيعي في توليد الطاقة. ولكن وضع نموذج محاكاة لمثل هذا التحول مازال محدودا في هذه النماذج.

٩-٢-٤ الكهرباء

فيما يتعلق بالتأثير على قطاع الكهرباء بشكل عام، فإن سياسات التخفيف تلزم بزيادة استخدام تكنولوجيات لا يصدر عنها أي انبعاثات، أو تعطي حوافز مباشرة لمثل هذه التكنولوجيات (مثل الطاقة النووية، أو المائية، أو الأشكال الأخرى من الطاقة المتجددة). وللتكنولوجيات التي يتولد عنها انبعاثات قليلة لغازات الدفيئة (دورة الغاز الطبيعي المركبة). أو – ثانيا – أن هذه السياسات تشجع على زيادة استخدام هذه التكنولوجيات بصورة غير مباشرة بمناهج مرنة تفرض ضريبة على انبعاثات غازات الدفيئة أو تتطلب ترخيصا بها. وفي كلتا الحالتين، فإن النتيجة هي حدوث تغيير في خلطة الوقود المستخدم لتوليد الكهرباء باتجاه زيادة استخدام تكنولوجيات لا يتولد عنها أي انبعاثات أو يتولد عنها انبعاثات ضئيلة، تبتعد عن أنواع الوقود الأحفوري التي ينجم عنها انبعاثات ضخمة.

ولاشك أن الطاقة النووية ستكون لها فوائد ملموسة نتيجة سياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة، لأن الطاقة التي يولدها الوقود النووي تكاد لا تعطي أي انبعاثات لغازات الدفيئة. ورغم هذه الميزة، فإن الطاقة النووية لا تعتبر حلا لمشكلة الاحترار العالمي في كثير من البلدان. فالقضايا الرئيسية هنا هي (١) التكاليف العالمية مقارنة بـ توربينات الدورة

المختلطة للغاز؛ (٢) القبول الجماهيري بما في ذلك أمن التشغيل والنفايات النووية؛ (٣) أمن التخلص من النفايات المشعة وإعادة تبرير الوقود النووي؛ (٤) المخاطر المرتبطة بنقل الوقود النووي؛ (٥) انتشار الأسلحة النووية.

٩-٢-٥ النقل

ما لم تتوافر سيارات ذات كفاءة عالية (مثل سيارات خلايا الوقود) بسرعة، فإن هناك خيارات محدودة لتقليل الطاقة المستخدمة في النقل في الأجل القصير، وهو ما لا ينطوي على تكاليف اقتصادية أو اجتماعية أو سياسية ملموسة. فلم تظهر حكومة واحدة حتى الآن أي سياسات يمكن أن تقلل من الطلب العام على الحركة، بل إن جميع الحكومات تجد أنه من الصعب عليها سياسيا التفكير في إجراء من هذا النوع. ومن المرجح حدوث تحسينات إضافية ملموسة في كفاءة الطاقة المستخدمة في الطائرات، عن طريق سياسات تزيد من سعر السفر بالطائرات، وتقلل بالتالي من حجمه. وتقدر المرونة السعرية للطلب بما يتراوح بين –٠,٨ و–٢,٧ أما زيادة سعر السفر بالطائرات لفرض ضرائب، فيواجه عدد من الصعوبات السياسية. فالكثير من المعاهدات الثنائية التي تحكم الآن عمليات النقل الجوي، تحتوي على أحكام باستثناء هذا القطاع من الضرائب والرسوم، باستثناء تكاليف التشغيل وتحسين النظام نفسه.

٩-٣ المنافع الإضافية القطاعية لتخفيف غازات الدفيئة

إن التكاليف المباشرة لاستهلاك الوقود الأحفوري، تصاحبها فوائد بيئية وصحية ترتبط بتخفيض استخراج الوقود وحرقه. وتأتي هذه المنافع من تقليل الأضرار التي تسببها هذه الأنشطة، وبالأخص تخفيض انبعاثات الملوثات المرتبط بعملية الاحتراق، مثل ثاني أكسيد الكبريت ، وأكسيد النتروز وأول أكسيد الكربون والكيماويات الأخرى، والمواد الحبيبية. وسوف يؤدي ذلك إلى تحسن جودة الهواء والمياه محليا وإقليميا، وبالتالي تقليل الأضرار التي تهدد صحة الإنسان والحيوان والنبات، وكذلك النظم الايكولوجية. فإذا اختفت جميع الملوثات المرتبطة بانبعاثات غازات الدفيئة بفعل التكنولوجيات الجديدة أو عمليات التخفيف النهائية (مثل إزالة الكبريت من منافذ الغاز في محطات الكهرباء مصحوبة بإزالة جميع الملوثات الأخرى غير الناجمة عن انبعاثات غازات الدفيئة) فلن يتبقى شئ من المنافع الإضافية. ولكن هذا التخفيف محدود في الوقت الحاضر بالإضافة إلى ارتفاع تكاليفه، وبالأخص بالنسبة للانبعاثات على نطاق ضيق من المساكن والسيارات (انظر أيضا القسم ٨-٦).

٩-٤ تأثير التخفيف على المنافسة القطاعية

يقل تأثير سياسات التخفيف عندما تؤدي إلى فقدان المنافسة الدولية أو إلى هجرة الصناعات التي تطلق غازات الدفيئة من المنطقة التي تنفذ فيها هذه السياسات (التي تسمى بتسرب الكربون). والتأثير التقديري لذلك الذي أشارت إليه الكتابات في هذا الموضوع على الأسعار التنافسية الدولية، هو تأثير ضئيل أما تأثير ذلك على تسرب الكربون فيبدو بحاجة إلى تفسيرات، إذ أن الاختلافات الكبيرة تتوقف على النماذج والافتراضات المستخدمة. وهناك عدة أسباب تدعونا لأن نتوقع أن هذه التأثيرات لن تكون كبيرة. أولها أن سياسات التخفيف المطبقة بالفعل تستخدم مجموعة من الأدوات، تشمل عادة معاملة خاصة للتقليل إلى أقصى حد من التأثيرات الصناعية المعاكسة، مثل إعفاءات الصناعات كثيفة الطاقة. وثانيا، فإن النماذج تفترض أن أي صناعات مهاجرة ستستخدم التكنولوجيا المتوسطة في المنطقة التي ستنتقل إليها، ومع ذلك، فإنها قد تأخذ بتكنولوجيات أحدث تطلق كميات أقل من ثاني أكسيد الكربون. وثالثا، فإن سياسات التخفيف تشجع أيضا التكنولوجيات التي تطلق كميات قليلة من الانبعاثات، وهي التكنولوجيات التي قد تهاجر هي الأخرى لتخفض الانبعاثات من الصناعات في بلدان أخرى (انظر أيضا القسم ٨-٧).

٩-٥ لماذا تتباين نتائج الدراسات

تأتي نتائج الدراسات من مناهج ونماذج مختلفة. والتفسير السليم لهذه النتائج يتطلب فهما للطرق المستخدمة وافتراضات النماذج والدراسات التي وراءها. وقد ترجع الاختلافات الكبيرة في النتائج إلى استخدام سيناريوهات مرجعية أو خطوط أساسية مختلفة. وربما أثرت صفات الخطوط الأساسية تأثيرا كبيرا على النتائج الكمية لنموذج سياسة التخفيف. وكمثال، فإذا افترضنا أن جودة الهواء مرضية عند خط الأساس، فإن احتمال أي فائدة إضافية محتملة من جودة الهواء في أي سيناريو لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة سيستبعد بالافتراض. وحتى مع افتراضات أساسية مماثلة أو موحدة، تعطي الدراسات نتائج مختلفة.

وفيما يتعلق بتكاليف التخفيف، فمن الواضح أن هذه الاختلافات ترجع أساسا إلى المناهج والافتراضات المختلفة، وأهمها نوع النموذج المطبق. فالنماذج الهندسية من القاعدة إلى القمة التي تفترض فرصا تكنولوجية جديدة، تميل إلى إظهار فوائد من التخفيف. أما نماذج التوازن العام من القمة إلى القاعدة

فتبين انخفاض التكاليف عن نماذج السلاسل الزمنية للقياسات الاقتصادية من القمة إلى القاعدة. والافتراضات الأساسية التي تؤدي إلى انخفاض التكاليف في هذه النماذج هي أن:

- الوسائل المرنة الجديدة هي التي تستخدم، مثل التجارة في الانبعاثات والتنفيذ المشترك؛
- الإيرادات من الضرائب أو بيع التراخيص تعود مرة أخرى إلى الاقتصاد عن طريق تخفيف الأعباء الضريبية؛
- المنافع الإضافية – وخاصة من تقليل تلوث الهواء – تدخل في النتائج.

وأخيرا، فإن التقدم التكنولوجي وانتشاره على المدى الطويل يظهر بوضوح في النماذج من القمة إلى القاعدة، أما الافتراضات المختلفة أو المعالجة الدينامية المتكاملة، فقد يكون لها تأثيرها الكبير على النتائج.

١٠- الأطر التحليلية للقرارات

١٠-١ مجال تحليلات قرارات تغير المناخ وتطوراتها الجديدة

إن أطر صناعة القرار فيما يتعلق بتغير المناخ تضم عدة مستويات تتراوح بين المفاوضات العالمية والخيارات الفرضية، والعديد من العوامل ذات المصادر المختلفة للثروة، بالإضافة إلى القيم والطموحات المتباينة. ولعل ذلك يفسر صعوبة الوصول إلى استراتيجية للإدارة يقبل بها الجميع. فالتفاعل الدينامي بين القطاعات الاقتصادية وما يرتبط بها من مجموعات المصالح الاجتماعية، يجعل من الصعب الوصول إلى موقف قطري يمكن طرحة في المحافل الدولية في المقام الأول. فصعوبات المفاوضات الدولية حول المناخ، تأتي من المواقف القطرية المتشعبة والمبهمة، بالإضافة إلى الارتباط بين سياسات تغير المناخ والأهداف الاجتماعية الاقتصادية الأخرى.

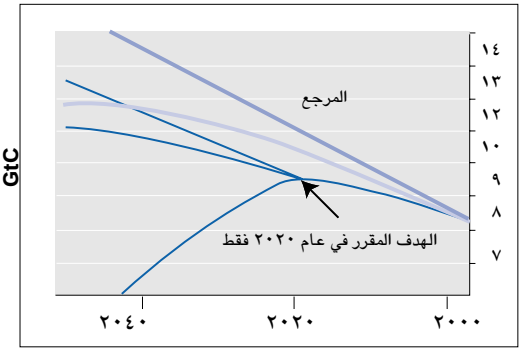
ولا يوجد إطار لصناعة القرار يعكس هذا التنوع بثرائه العريض. ومع ذلك، فقد حقق المحللون تقدما ملموسا في عدة اتجاهات منذ تقرير التقييم الثاني. فقد استطاعوا – أولا – إدماج عدد متزايد من القضايا في إطار تحليلي واحد لكي يستطيعوا القيام بتقدير متسق داخليا للعناصر والعمليات والنظم الفرعية التي ترتبط فيما بينها ارتباطا وثيقا. وتعطي نماذج التقرير المتكاملة التي نجمت عن ذلك – والمشار إليها في الفصل ٩، بل وفي جميع أجزاء التقرير – نظرات ثاقبة في عدد من القضايا المتعلقة بسياسات المناخ لصناع السياسات. كما ازداد اهتمام العلماء – ثانيا – بالإطار الأوسع للقضايا المتعلقة بالمناخ التي لم تحظ من قبل بأي اهتمام، أو حظيت باهتمام هامشي. وشملت اهتماماتهم – إلى جانب عناصر أخرى – إدماج القضايا المتعلقة بالتنمية والاستدامة والإنصاف في التقرير الحالي.

إن تغير المناخ يختلف اختلافا شديدا عن أغلب المشكلات البيئية الأخرى التي واجهتها الإنسانية. وهناك العديد من العوامل التي جعلت مشكلة المناخ فريدة في نوعها. ومن بين هذه العوامل قضايا المنفعة العامة التي تنشأ من تركيز انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي وتحتاج إلى إجراء عالمي جماعي، وتعدد صناع القرار الذين يتراوحون بين المستوى العالمي والمستوى الصغير للشركات والأفراد، وعدم تجانس هذه الانبعاثات وما يترتب عليها في مختلف أنحاء العالم. ثم أن الطبيعة طويلة الأجل لتغير المناخ تنشأ عن أن النقطة المهمة هنا هي تركيزات انبعاثات غازات الدفيئة لا عن الكميات السنوية لهذه الانبعاثات، وهو ما يثير القضايا الشائكة لانتقال الثروات من جيل إلى جيل وما هو الصواب والخطأ بالنسبة للبيئة. ثم أن الأنشطة الإنسانية المرتبطة بتغير المناخ لا حصر لها، الأمر الذي يجعل العثور على حلول تكنولوجية محددة أمرا مستحيلا، كما أن التفاعل بين سياسات المناخ وبين السياسات الاجتماعية الاقتصادية الأوسع هو تفاعل قوي. وأخيرا، فإن القدر الكبير من عدم اليقين، بل والجهل التام في بعض المجالات هو ما تتسم به جوانب كثير من المشكلة، ويتطلب اتباع منهج لإدارة المخاطر في جميع أطر صناعة القرار التي تتعرض لتغير المناخ.

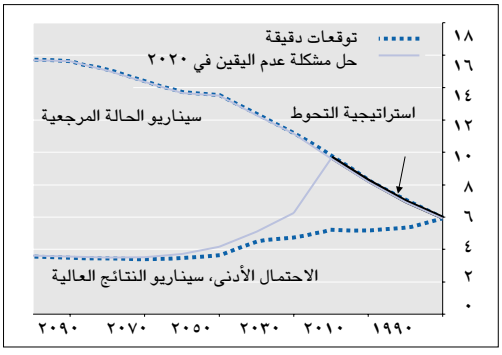
ومن هنا لا مقر لصناع السياسات من مواجهة قدر كبير من عدم اليقين في اختيارهم لردود مناسبة. فقد استخدمت مجموعة كبيرة من الأدوات لمساعدتهم في التوصل إلى خيارات أساسية. فلكل إطار من إطارات تحليل القرارات هذه محاسنه ومساوئه في قدرته على معالجة بعض الصعوبات السابق ذكرها معالجة حسنة، ولكنه لا يستطيع حل المشكلات الأخرى بنفس القدرة. والتحليلات الأخيرة، بأدواتها المعروفة، مثل تحليل التكاليف والمنافع، وكذلك الأطر الجديدة مثل نوافذ الاحتمال ومنهج الهبوط الآمن تعطي أفكارا جديدة لحل هذه المشكلة.

يبين الشكل ١٠ (أ) نتائج تحليل فعالية الكلفة الذي يستكشف أفضل استراتيجية تحوطية عندما لا تحل مشكلة عدم اليقين بالنسبة لهدف الاستقرار في الأجل الطويل حتى عام ٢٠٢٠، بما يوحي بأن التخفيف خلال السنوات القليلة المقبلة سيكون له قيمته الاقتصادية إذا كان هناك احتمال ملموس بالبقاء دون الحد الذي لولا ذلك لوصلنا إليه خلال الفترات

الزمنية المحددة للنظم التي تنتج غازات الدفيئة. هناك حساسية في درجة التحوط في الأجل القصير في التحليل السابق لتاريخ حل مشكلة عدم اليقين، والقصور الذاتي في نظام الطاقة، ولضرورة تحقيق الهدف النهائي للتركيزات (بمجرد إعلانه) بأي ثمن. وتبين التجارب الأخرى، كنماذج التكلفة والمنافع المتأطرة كمشكلة تحليل قرار Bayesian أن أفضل طرق للانبعاثات في الأجل القصير (العشرون عاما المقبلة) لا يحدث بها سوى تغيير طفيف إذا كان هناك بعد نظر واضح، مع التحوط حتى للاحتمالات الضعيفة، والسيناريوهات التي تحتوي على نتائج مؤثرة (انظر الشكل ١٠ (ب)). ومع ذلك، ربما يتعين اتخاذ القرارات المتعلقة بسياسات المناخ في الأجل القصير أثناء مناقشة أهداف التثبيت. ولذا فإن عملية اتخاذ القرار ينبغي أن تفكر في التحوط المناسب في مواجهة القرار المستقبلي لهذا الهدف واحتمال إعادة النظر في الأفكار العلمية الخاصة بمخاطر تغير المناخ. وهناك اختلافات ملموسة في هذين المنهجين. ففي تحليل فعالية الكلفة،ينبغي تحديد الهدف بغض النظر على التكاليف. أما في تحليل التكاليف والمنافع، فإن التكاليف والمنافع تتوازن على الهامش. ومع ذلك، فإن الرسالة الأساسية تكاد تكون واحدة، وتشمل الإدراج الواضح لعدم اليقين، وما يترتب على ذلك بمرور الوقت. أما القدر المناسب من التحوط، فيتوقف على تقدير الفرد للمخاطر والمفاجآت وتكاليف تدابير السياسات. أما علاوة الخطر – وهي المبلغ الذي يكون المجتمع على استعداد لدفعه لتقليل المخاطر – فهو في النهاية قرار سياسي ويختلف من بلد إلى آخر.



الشكل ١٠ (أ): الاستراتيجية المثالية لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، باستخدام منهج لفعالية الكلفة



الشكل ١٠ (ب): استراتيجية التحوط المثالية للاحتمال الأدنى، سيناريو النتائج العالية باستخدام منهج أمثل لفعالية الكلفة

وتسعى تحليلات فعالية الكلفة إلى أقل التكاليف لتحقيق الأهداف البيئية، بتوزيع التكاليف الحدية للتخفيف على الزمان والمكان. فدراسات فعالية الكلفة طويلة الأجل تقدر تكاليف تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على مستويات مختلفة، وتستخلص أن تكاليف الحد الأقصى عند ٤٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم أكبر بكثير من تكاليف الحد الأقصى عند ٧٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم. فبدلا من السعي إلى طريق أمثل واحد، فإن منهج النوافذ المحتملة/ الهبوط الآمن تسعى إلى تحديد مجموعة كاملة من الطرق المحتملة للانبعاث تتفق وتأثيرات المناخ المحددة خارجيا ومشكلات تكاليف الانبعاثات. وتشير النتائج إلى أن التأخير في التخفيض الفعال للانبعاثات في المدى القصير، قد يقلل بصورة خطيرة من مجموعة الخيارات في المستقبل لتحديد أهداف ضيقة نسبيا لتغير المناخ، في الوقت الذي تتيح فيه الأهداف الواسعة نسبيا فرصة أكبر للمرونة في الأجل القصير.

١٠-٢ الأحكام الدولية وخيارات السياسات

لاشك أن هيكل ومواصفات الاتفاقيات الدولية الخاصة بتغير المناخ، سيكون لهما تأثير ملموس على فعالية وتكاليف وفوائد التخفيف. ويتوقف تأثير الأحكام الدولية لتغير المناخ وتكاليفها وفوائدها (مثل بروتوكول كيوتو أو غيره من الاتفاقيات المحتملة في المستقبل) على عدد الموقعين على الاتفاقية والأهداف التي حددوها للتخفيف و/ أو الالتزامات في مجال السياسات. وفي نفس الوقت، فإن عدد الموقعين على الاتفاقية يتوقف على كيفية الاقتسام العادل للالتزامات بين

المشاركين. ومن هنا تتضح العلاقة القوية بين الكفاءة الاقتصادية (تقليل التكاليف بزيادة المشاركين) وبين الإنصاف (تحديد الالتزامات بحدود الانبعاثات).

وهناك علاقة ثلاثية بين تصميم الأحكام الدولية، وفعالية الكلفة/ كفاءة السياسات المناخية، والإنصاف في النتائج الاقتصادية التالية. ويترتب على ذلك، أن هناك أهمية لتصميم الأحكام الدولية بطريقة تتسم بالكفاءة والإنصاف في آن واحد. وتعطي الكتابات في هذا الموضوع استراتيجيات نظرية مختلفة لتحسين صورة الأحكام الدولية. وكمثال، يمكن جعل هذه الأحكام أكثر جاذبية للبلدان لكي تنضم إلى المجموعة التي تلتزم بأهداف معينة للحد من الانبعاثات وتخفيض هذه الانبعاثات، بزيادة العدالة في اتفاقية واسعة – وبالتالي زيادة الكفاءة – عن طريق إجراءات مثل التوزيع المناسب للأهداف على امتداد فترة زمنية، وربط قضية المناخ بالقضايا الأخرى ("قضية الربط") واستخدام التحويلات المالية إلى البلدان المتضررة ("مدفوعات جانبية")، أو اتفاقيات لنقل التكنولوجيا.

هناك اعتباران هامان آخران يؤثران في تصميم الأحكام الدولية، هما: "التنفيذ" و "الامتثال". ففعالية النظام، وهي دالة التنفيذ والامتثال معا، ترتبط بالتغيير الفعلي في السلوك الذي يشجع أغراض الاتفاقية. فالتنفيذ يعني ترجمة الاتفاقات الدولية إلى قانون محلي، وسياسات ولوائح بمعرفة الحكومات الوطنية. أما الامتثال فيرتبط بما إذا كانت البلدان تلتزم بالفعل بأحكام الاتفاق، ومدى هذا الالتزام. أما المتابعة وكتابة التقارير والتحقق فهي أمور ضرورية لفعالية الأحكام الدولية المتعلقة بالبيئة، حيث أن أعمال المتابعة والتقييم والمعالجة المستمرة لفشل التنفيذ كانت نادرة نسبيا حتى الآن. ولكن الجهود التي تبذل الآن لوضع "نظم لمراجعة التنفيذ" بدأت تتزايد، ودخلت بالفعل في هيكل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ. والتحدي الذي يواجهنا في المستقبل، هو أن نجعل هذه النظم أكثر تأثيرا، وبالأخص بتحسين البيانات المتعلقة بالانبعاثات والسياسات والإجراءات القطرية.

١٠-٣ الارتباط بالخيارات القطرية والمحلية للتنمية المستدامة

يرجع الكثير من الالتباس فيما يتعلق بالتنمية المستدامة وتغير المناخ إلى عدم وجود ترتيبات تساعد صناع السياسات بالمعلومات الأساسية عن الخيارات البديلة المتوافرة، وكيفية تأثير هذه الخيارات على القضايا الاجتماعية والاقتصادية والبيئية الهامة والواضحة، وتعطيهم أيضا أساسا لتقييم أدائهم في تحقيق الأهداف والأغراض المقررة. وهكذا، يتضح أن المؤشرات لا غنى عنها لإعمال مفهوم التنمية المستدامة. وعلى المستوى القطري، اتخذت خطوات هامة باتجاه تعريف وتصميم مجموعات مختلفة من المؤشرات، ومع ذلك مازال هناك الكثير الذي ينبغي عمله لتحويل الأهداف المستدامة إلى علاقات عملية.

من الصعب التعميم فيما يتعلق بسياسات وخيارات التنمية المستدامة. فالاستدامة تنطوي على التنوع والمرونة والابتكار، وتحتاج إليهم. وخيارات السياسات تعني إدخال تغييرات على الأنماط التكنولوجية لاستخدام الموارد الطبيعية، والإنتاج والاستهلاك، وتغييرات هيكلية في نظم الإنتاج، وتوزيع السكان والأنشطة الاقتصادية على الأماكن المختلفة، وأنماط السلوك. وقد تعرضت الكتابات عن تغير المناخ للموضوعات الثلاثة الأولى عموما، بينما لم تحظ الخيارات والقرارات المتعلقة بأنماط السلوك والحياة إلا باهتمام ضئيل. فأنماط السلوك في البلدان الصناعية هي أحد الأسباب الهامة لتغير المناخ. وإذا غير الناس من أفضلياتهم، فسوف يقلل ذلك كثيرا من تغير المناخ. ولكن الناس لكي يغيروا أنماط استهلاكهم، فلن يكفي أن يغيروا سلوكهم، بل يجب أن يغيروا أنفسهم لأن أنماط السلوك عنصر أساسي في طريقة الحياة، وبالتالي في الإحساس بالحرية الشخصية. ومع ذلك – وبغض النظر عن تغير المناخ – فإن هناك أسبابا أخرى تدعو لذلك، بالإضافة إلى ما يتوافر من مؤشرات على أن هذا التغيير يمكن إحداثه بالطرق السياسية.

إن من أهم شروط التنمية المستدامة، القدرة على تصميم تدابير في مجال السياسات، تستطيع – دون عرقلة التنمية وبالاتساق مع الاستراتيجيات القطرية –استغلال التآزر المحتمل بين أهداف النمو الاقتصادي الوطني وبين السياسات التي تركز على البيئة. فاستراتيجيات تخفيف تغير المناخ تعطينا نموذجا واضحا لكيفية استفادة السياسات المنسقة من التآزر بين تنفيذ خيارات التخفيف وبين الأهداف العامة. فتحسين كفاءة الطاقة، بما في ذلك توفير الطاقة، والتحول إلى أنواع الوقود ذات المحتوى الكربوني المنخفض، واستخدام مصادر الطاقة المتجددة، وظهور تكنولوجيات متقدمة غير تقليدية في مجال الطاقة، ينتظر أن يحدث تأثيرا ملموسا على الحد من الاتجاهات الفعلية لانبعاثات غازات الدفيئة. وبالمثل، فإن تطبيق التكنولوجيات وأساليب جديدة في الزراعة والأعمال الحرجية، واتباع عمليات للإنتاج النظيف، سيساهم بشكل كبير في جهود تخفيف الانبعاثات. واعتمادا على الإطار المعين الذي ستنفذ فيه هذه التكنولوجيات

والعمليات، قد تنطوي هذه الخيارات على نتائج إيجابية أو على مضاعفة الأرباح، وهو أمر يستحق في بعض الأحيان القيام به سواء كانت هناك أسباب تتعلق بالمناخ أو لم تكن.

وتحتاج التنمية المستدامة إلى تغييرات جذرية في مجال التكنولوجيا وما يتصل بها، سواء في البلدان النامية أو المتقدمة. فالابتكارات التكنولوجية، والنقل والتنفيذ السريعين والواسعين للخيارات التكنولوجية الفردية، وكذلك النظم التكنولوجية الشاملة، تمثل كلها عناصر رئيسية في الاستراتيجيات العالمية لتحقيق تثبيت المناخ والتنمية المستدامة معا. ومع ذلك، فإن نقل التكنولوجيا يحتاج إلى أكثر مما تحتاجه التكنولوجيا نفسها. فالبيئة الملائمة لنجاح عمليات نقل التكنولوجيا وتنفيذها تلعب دورا هاما، وبالأخص في البلدان النامية. فإذا كان لنقل التكنولوجيا أن يجلب فوائد اقتصادية واجتماعية، فلابد له أن يراعي التقاليد والقدرات الثقافية المحلية، وكذلك الظروف المؤسسية والتنظيمية اللازمة لمعالجة التكنولوجيا وتشغيلها وتكرارها وتحسينها على أساس مستمر.

إن عملية إدماج وإدراج سياسات تغير المناخ والتنمية المستدامة في جداول أعمال التنمية القطرية، يتطلب استراتيجيات جديدة لحل المشكلات ومناهج جديدة لصناعة القرارات. وهي مهمة تنطوي على جهد مزدوج. فمن ناحية، نجد أن مناقشة التنمية المستدامة تحتاج إلى قدر أكبر من الصرامة التحليلية والفكرية (في الطرق والمؤشرات وغيرها) لتحويل هذه الفكرة من نظرية إلى تطبيق عملي. ومن ناحية أخرى، فإن مناقشة تغير المناخ تحتاج إلى معرفة مجموعة محدودة من الافتراضات وراء الوسائل والطرق المستخدمة في التحليل، ومضامين اجتماعية وسياسية للتركيبات العلمية لتغير المناخ. وقد شهدت السنوات الأخيرة، قدرا كبيرا من الأعمال التحليلية التي عالجت هذه المشكلة بشقيها. فقد جرى استكشاف مختلف للمناهج لتوسيع حدود الآراء الموحدة وأطر القرارات في معالجة مسائل عدم اليقين، والتشابك، والتأثيرات السياقية للتقييم البشري وصناعة القرارات. وهنا يظهر موضوع مشترك: التركيز على أطر صناعة القرار بالمشاركة لوضع ترتيبات مؤسسية جديدة.

١٠-٤ أهم المسائل العلمية المتعلقة بالسياسات

تنطوي المستويات المختلفة للحدود المتفق عليها عالميا لتغير المناخ (أو لما يقابلها من تركيزات انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي) على ميزانيات مختلفة لتكاليف التخفيف والأضرار الصافية التي ستتعرض لها البلدان بصفة منفردة. وإزاء عدم اليقين هنا والتعلم في المستقبل، فإن تثبيت المناخ سيكون حتما عملية متكررة: فالدول تحدد أهدافها الوطنية بناء على وضعها وحساسيتها لتعرض البلدان الأخرى لتغير المناخ. ويخرج الهدف العالمي من تجميع الأهداف الوطنية، في المفاوضات العالمية التي ربما تشتمل على مدفوعات جانبية. وفي نفس الوقت، فإن الاتفاق على اقتسام الأعباء والهدف العالمي المتفق عليه، يحددان التكاليف القطرية. وبمقارنة الأضرار الصافية المتوقعة المرتبطة بالهدف العالمي، يمكن للدول أن تفكر في أهدافها الوطنية، وبالأخص مع توافر معلومات جديدة عن الأنماط العالمية والإقليمية وتأثيرات تغير المناخ. وتصبح هذه هي نقطة البداية في الجولة الثانية من المفاوضات. ويترتب على ما سبق أن وضع "رقم سحري" (أي حد أقصى لتغير المناخ العالمي أو تركيز انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي) سيكون عملية طويلة مصدرها الأول هو عملية السياسات، مدعومة – كما نأمل – بالتقدم العلمي.

- إذا نظرنا إلى أهم الصعوبات في اتخاذ القرارات المتعلقة بتغير المناخ، تبرز لنا الاستنتاجات التالية (انظر أيضا الجدول ٧):
- يبدو أن الحافظة الموضوعة بإتقان لأنشطة التخفيف والتكيف والتعلم، هي الأنسب خلال عقود السنين القادمة للتحوط من خطر الوصول إلى مقادير و/ أو معدلات لا تحتمل من تغير المناخ (جانب التأثير) ومن الحاجة إلى اتخاذ إجراءات عنيفة مؤلمة لتقليل انبعاثات الغازات إذا تبين عند حسم ظروف عدم اليقين، أن تغير المناخ وتأثيرات ذلك قد تنطوي على أخطار جسيمة؛
- إن تخفيض الانبعاثات هو شكل مهم من أشكال التخفيف، ولكن حافظة التخفيف تضم مجموعة كبيرة من الأنشطة الأخرى، مثل الاستثمارات في ابتكار تكنولوجيات خالية من الكربون ولا تتكلف كثيرا، وذات كفاءة، وتسمح في التحكم في الكربون، لتجعل تخفيف غاز ثاني أكسيد الكربون أقل تكلفة في المستقبل؛
- هناك خلافات كبيرة حول توقيت إجراءات التخفيف وتكوينها (الاستثمار في التطورات التكنولوجية أو التخفيض الفوري للانبعاثات) بسبب الصفات التكنولوجية لنظم الطاقة، والقدر الكبير من عدم اليقين بالنسبة لتأثيرات طرق الانبعاثات المختلفة؛
- تساعد الصكوك الدولية المرنة في تقليل تكاليف تخفيض الانبعاثات، ولكنها تثير سلسلة من القضايا المتعلقة بالتنفيذ والتحقيق، لابد من موازنتها في مقابل توفير التكاليف؛

- في الوقت الذي يوجد فيه اتفاق عريض في الآراء حول استخدام مبدأ Pareto عن المثالية[٣٠] كمبدأ للكفاءة، فليس هناك اتفاق حول أفضل مبدأ للإنصاف لإقامة حكم دولي على أساسه. فالكفاءة والإنصاف أمران مهمان في المفاوضات الخاصة بمشروعات الحد من الانبعاثات، ولا يمكن لأحدهما أن يلغي الآخر. ولذا فإن الإنصاف سيلعب دورا مهما في تقرير توزيع حصص الانبعاثات و/ أو في حدود مشروعات التعويض بعد الاتجار في الانبعاثات، وهو ما قد يسفر عن مستويات مرتفعة بصورة متفاوتة من الأعباء على بعض البلدان. وأخيرا، فربما كان من المهم إقامة نظام على مجموعة من عدة مبادئ للإنصاف بدلا من الاقتصار على مبدأ واحد. فمن الممكن أن يؤدي نشر تكنولوجيات خالية من الكربون، وتساعد في تحقيق كفاءة الطاقة وتقلل من انبعاثات غازات الدفيئة الأخرى في جميع أنحاء العالم، إلى المساهمة بصورة ملموسة في تخفيض الانبعاثات في الأجل القصير، ولكن هناك العديد من الحواجز التي تعوق نقل التكنولوجيا، مثل عيوب الأسواق، والمشكلات السياسية، وتكاليف المعاملات التي كثيرا ما تكون موضع نسيان؛
- هناك بعض العلاقات الواضحة بين المشكلات البيئية العالمية والقارية وبين محاولات المجتمع الدولي لحلها، ولكن لم يتعرض أحد حتى الآن إلى التآزر المحتمل لمعالجة عدة مشكلات منها بصورة مشتركة، ناهيك عن استغلال ذلك.

وتتفاوت القرارات الخاصة بالتخفيف والتكيف فيما يتعلق بالتغير المناخي نتيجة النشاط البشري. فقرارات التخفيف تشمل عدة بلدان، وتوزع المنافع عالميا على امتداد سنوات تتراوح بين العقد والقرن (مع بعض المنافع الإضافية في الأجل القصير)، والدافع ورائها هو إجراءات السياسات العامة، وتقوم على المعلومات المتوافرة الآن، في الوقت الذي ستحتاج فيه اللوائح ذات الصلة إلى تنفيذ صارم. وفي مقابل ذلك، فإن قرارات التكيف تشمل فترة زمنية قصيرة بين الصرف عليها والحصول على عوائدها، وتظهر التكاليف ذات الصلة والمنافع محليا، كما أن تنفيذها تدخل فيه السياسات المحلية العامة والتكيف الخاص من جانب العناصر الاجتماعية المتضررة، وكلاهما يقوم على تحسين المعلومات. وتتفاوت القدرات المحلية على التخفيف والتكيف تفاوتا كبيرا من إقليم إلى آخر ومن وقت إلى آخر وتتوقف أي حافظة لسياسات التخفيف والتكيف على الأولويات المحلية والقطرية، والمناهج المفضلة بجانب المسؤوليات الدولية.

ونظرا للقدر الكبير من عدم اليقين الذي يتسم به كل عنصر من عناصر مشكلة تغير المناخ، فمن الصعب على صناع القرار أن يتوصلوا إلى مستوى مقبول عالميا لتثبيت تركيزات انبعاثات غازات الدفيئة اليوم. فالدراسات التي كانت موضع تقييم في الفصل ١٠ تدعم ما يقال بوضوح من أن الأهداف المنخفضة للتثبيت تنطوي على تكاليف مرتفعة للغاية للتخفيف وعلى قدر أكبر نسبيا من الطموح في تخفيض الانبعاثات في الأجل القصير من ناحية، ولكن الأهداف المنخفضة – كما ذكرت جماعة العمل الثانية – تحدث تأثيرات حيوية/ جغرافية طبيعية أقل كثيرا، وبالتالي لا تحدث سوى أضرار طفيفة وتكاليف ضئيلة للتكيف.

١١- النقص في المعرفة

هناك نقص خطير في معرفتنا بالبحوث الجغرافية التي يمكن أن تفيد في مساندة تقديراتنا في المستقبل، مثل:

- مواصلة استكشاف الإمكانيات الإقليمية والقطرية والقطاعية النوعية لخيارات الابتكارات التكنولوجية والاجتماعية، مثل:
  - إمكانيات وتكاليف خيارات تخفيف غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى والمسائل الأخرى بخلاف الطاقة في الآجال القصيرة والمتوسطة والطويلة؛
  - فهم عملية نشر التكنولوجيا بين مختلف الأقاليم؛
  - معرفة الفرص في مجال الابتكارات الاجتماعية التي تؤدي إلى تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة؛
  - التحليل الشامل لتأثير إجراءات التخفيف على تدفقات الكربون إلى النظام الأرضي ومنه؛
  - بعض البحوث الأساسية في مجال الهندسة الجغرافية.
- المسائل الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية المتعلقة بتخفيف تغير المناخ في جميع البلدان. ومن بين مجالات الأولوية:
  - يستحسن إجراء المزيد من التحليلات لخيارات التخفيف الإقليمية النوعية، والحواجز، والسياسات، حيث أنها كلها مشروطة بقدرة الأقاليم على التخفيف؛
  - نتائج التخفيف على الإنصاف؛
  - منهجيات مناسبة ومصادر بيانات محسنة عن تخفيف تغير المناخ وبناء القدرات في مجال التقييم المتكامل؛
  - تعزيز البحوث والتقديرات في المستقبل، وبالأخص في البلدان النامية.

(٣٠) مبدأ Pareto عن المثالية يقرر أن وضع أي فرد لا يمكن تحسينه باستمرار دون إفقار الآخرين في المجتمع.

الجدول ٧: مقارنة حافظة التخفيف في الأجل القصير

الموضوع	ما يؤيد الخفض المبكر المتوسط	ما يؤيد الخفض المبكر الصارم
تطوير التكنولوجيا	• تكنولوجيات الطاقة تتغير في الوقت الذي تتوافر فيه أجيال محسنة من التكنولوجيات الموجودة، حتى دون تدخل من جانب السياسات. • النشر المبكر المتواضع للتكنولوجيات التي تتحسن بسرعة، يسمح بتخفيض تكاليف منحنى التعلم، دون استبعاد التكنولوجيا الحالية منخفضة الإنتاجية قبل الأوان. • إن تطوير التكنولوجيات المتطورة تطورا باهرا، يتطلب استثمارات في البحوث الأساسية.	• توافر التدابير منخفضة التكاليف قد يكون له تأثيره الملموس على مسيرات الانبعاثات. • التغييرات الذاتية (التي يستحثها السوق) قد تسرع باستنباط حلول منخفضة التكاليف (التعلم بالممارسة). • تبرز التأثيرات الجماعية أهمية الانتقال إلى مثيرات منخفضة. • تساعد على التحول المبكر لبحوث وتطوير الطاقة في المؤسسات من تطوير الوقود الأحفوري إلى تكنولوجيات تعتمد على كربون أقل.
الموجودات الرأسمالية والقصور الذاتي	• البدء بحدود متواضعة للانبعاثات يتلافى تسديد الموجودات الرأسمالية الحالية قبل أوانها، ويستفيد من المعدل الطبيعي لدوران رأس المال. • كما أنه يقلل من تكاليف تحويل رأس المال الحالي وتلافي ارتفاع أسعار الاستثمارات الذي يسببه تزاحم النتائج.	• استغلال الدوران الطبيعي لرأس المال استغلالا تاما، بالتأثير على الاستثمارات الجديدة من الآن فصاعدا. • بالحد من الانبعاثات إلى مستويات تتفق مع التركيزات المنخفضة لثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي يبقي على خيار الحد من تركيزات ثاني أكسيد الكربون إلى مستويات منخفضة باستخدام التكنولوجيا الحالية. • تقليل المخاطر الناجمة عن عدم اليقين الذي يواجه صعوبات التثبيت، وبالتالي خطر الاضطرار إلى تخفيضات سريعة للغاية تتطلب استرداد رأس المال فيما بعد.
الآثار الاجتماعية والقصور الذاتي	• التخفيض التدريجي للانبعاثات يقلل من معدل البطالة القطاعية، بإعطاء وقت أطول للاحتفاظ بالقوى العاملة وإدخال تغييرات هيكلية في سوق العمل والتعليم. • يقلل خسائر الرفاه المرتبطة بضرورة إدخال تغييرات سريعة في مرحلة تالية في طريقة معيشة الناس وترتيبات حياتهم.	• بالأخص عندما يكون المطلوب في النهاية هو أهداف تثبيت منخفضة، فإن العمل المبكر المتشدد يقلل من معدلات الحد الأقصى المطلوبة لتقليل الانبعاثات بعد ذلك، ويقلل من المشكلات الانتقالية المرتبطة بها، والانقطاع، والخسائر التي تحدث في الرفاه المرتبطة بضرورة إدخال تغييرات سريعة في مرحلة تالية في طريقة معيشة الناس وترتيبات حياتهم.
الخصم والإنصاف بين الأجيال	• يقلل من القيمة الحالية لتكاليف التقليل في المستقبل (بشرط بقاء جميع العوامل الأخرى كما هي)، ولكنه قد يقلل من التكاليف النسبية في المستقبل بتوفير تكنولوجيات رخيصة وزيادة مستوى الدخل في المستقبل.	• يقلل من التأثيرات ويقلل أيضا من قيمتها الحالية (بشرط بقاء جميع العناصر الأخرى كما هي).
دورة الكربون والتغير الاشعاعي	• زيادة طفيفة في التركيزات الانتقالية لثاني أكسيد الكربون في المدى القصير. • امتصاص مبكر للانبعاثات، وبالتالي السماح بقدر أكبر من انبعاثات الكربون الإجمالية هذا القرن، تحت ضابط معين للتثبيت (يعوض فيما بعد بانبعاثات أقل).	• انخفاض طفيف في تركيزات ثاني أكسيد الكربون الانتقالية في الأجل القصير. • تخفيض المعدلات العليا في تغير درجات الحرارة.
تأثيرات تغير المناخ	• عدم وجود أدلة على أضرار حوادث عمرها عشرات السنين من التغيرات السريعة نسبيا في الماضي.	• تلافي الأضرار المحتمل أن تكون أكثر سوءا بسبب المعدلات السريعة لتغير المناخ.

- منهجيات تحليل خيارات التخفيف المحتملة، وتكاليفها، مع الاهتمام بشكل خاص بمقارنة النتائج. ومن أمثلة ذلك:
  - معرفة الحواجز الإجراءات التي تعوق أنشطة تخفيض غازات الدفيئة؛
  - جعل أساليب وضع نماذج للتخفيف أكثر اتساقا وقابلة للتكرار وتيسير الحصول عليها؛
  - وضع نماذج لتعلم التكنولوجيا، وتحسين وسائل التحليل لتقييم المنافع الإضافية، مثل تحديد تكاليف كبح غازات الدفيئة والملوثات الأخرى؛
  - التحليل المنتظم لاعتماد التكاليف على الافتراضات الأساسية بالنسبة لمختلف سيناريوهات تثبيت غازات الدفيئة؛
  - وضع أطر تحليلية للقرارات لمعالجة عدم اليقين، والمخاطر الاجتماعية – الاقتصادية – والايكولوجية في صناعة السياسات المتعلقة بالمناخ؛
  - تحسين النماذج والدراسات العالمية، وافتراضاتها، واتساقها في معالجة أمور البلدان والأقاليم غير المدرجة في المرفق الأول، وكتابة تقارير عنها؛

- تقييم خيارات تخفيف حدة المناخ في إطار التنمية والاستدامة والإنصاف. ومن أمثلة ذلك:
  - يحتاج الأمر إلى مزيد من البحوث بشأن مجموعة الخيارات في مجال التخفيف والتكيف، والقدرة عليهما في إطار التنمية والإنصاف والاستدامة.
  - استكشاف طرق بديلة للتنمية، مثل أنماط الاستهلاك المستدامة في جميع القطاعات، بما في ذلك قطاع النقل، والتحليل المتكامل للتخفيف والتكيف؛
  - معرفة فرص التآزر بين السياسات المناخية الصرفة والسياسات العامة التي تشجع التنمية المستدامة؛
  - إدماج الإنصاف بين الأجيال وبين أبناء الجيل الواحد في الدراسات المتعلقة بتخفيف تغير المناخ؛
  - تبعات تغيير إجراءات الإنصاف؛
  - تحليل الجوانب العلمية والفنية والاقتصادية لنتائج الخيارات في ظل مجموعة كبيرة من نظم التثبيت؛
  - معرفة أنواع السياسات التي تتفاعل مع الظروف الاجتماعية –الاقتصادية لتسفر عن انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل؛
  - البحث عن كيفية تشجيع التغييرات في القيم الاجتماعية من أجل الترويج للتنمية المستدامة؛
  - تقييم خيارات تخفيف حدة المناخ في إطار الإجراءات الفعلية أو المحتملة للتكيف وبالتآزر معها.

- تطوير الدراسات الهندسية/ الاقتصادية، والاستخدامات النهائية، والدراسات القطاعية لإمكانيات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة في أقاليم و/ أو بلدان معينة في العالم، بالتركيز على:
  - معرفة وتقدير تكنولوجيات وإجراءات التخفيف اللازمة للتحول عن "الإجراءات المعتادة" في الأجل القصير (٢٠١٠، ٢٠٢٠)؛
  - وضع مناهج موحدة لتقدير كميات التخفيض في الانبعاثات وتكاليف تكنولوجيات وإجراءات التخفيف؛
  - تحديد الحواجز التي تقف أمام تنفيذ تكنولوجيات وإجراءات التخفيف؛
  - تحديد فرص زيادة استخدام تكنولوجيات وإجراءات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة، بربطها بالمنافع الإضافية وتعزيز أهداف التنمية والإنصاف والاستدامة؛
  - ربط نتائج التقديرات بسياسات وبرامج محددة يمكن أن تتخطى الحواجز المعروفة، وكذلك تحقيق المنافع الإضافية المحددة.

مسرد المصطلحات[١]

AAs
انظر الكميات المحددة.

AAU
انظر وحدة الكمية المحددة.

Activities Implemented Jointly (AIJ) – النشاطات مشتركة التنفيذ
المرحلة التجريبية من التنفيذ المشترك، على النحو الذي جرى تعريفه فى المادة ٤-٢(أ) من **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ** التي تتيح تنفيذ أنشطة المشروعات فيما بين البلدان المتقدمة (وشركاتها) وبين البلدان المتقدمة والنامية (وشركاتها). والهدف من النشاطات مشتركة التنفيذ هو إتاحة الفرصة للأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ لاكتساب الخبرات فى نشاطات المشروعات المشتركة التنفيذ. ولا يضاف أي مقابل للنشاطات المشتركة التنفيذ في المرحلة التجريبية. ومازال يتعين اتخاذ قرار بشأن مستقبل المشروعات المشتركة التنفيذ، وكيفية ربطها بآليات كيوتو. وتمثل النشاطات المشتركة التنفيذية وغيرها من الخطط المعتمدة على السوق، باعتبارها شكلاً مبسطاً من تراخيص الاتجار بالانبعاثات، آليات محتملة هامة للتشجيع على تدفق موارد إضافية للمنفعة البيئية العالمية. انظر أيضاً آلية التنمية النظيفة والاتجار بالانبعاثات.

Adaptation – التكيف
تعديل النظم الطبيعية أو البشرية للتكيف مع البيئة الجديدة أو المتغيرة. والتكيف مع تغير المناخ يشير إلى التعديلات في النظم الطبيعية أو البشرية استجابة لحوافز مناخية أو تأثيراتها الفعلية أو المتوقعة مما يؤدي إلى التخفيف من الأضرار أو استغلال الفرص المفيدة. ويمكن التمييز بين أنواع عديدة من التكيف بما في ذلك التكيف الاستباقي والتفاعلي، والتكيف الخاص والعام والتكيف التلقائي أو المخطط.

Additionality – الإضافة
الحد من **الانبعاثات** بحسب **المصادر** أو تعزيز إزالتها من خلال **المصارف** الذي يعد إضافة إلى أي خفض يحدث في عدم وجود التنفيذ المشترك أو آلية التنمية النظيفة لنشاطات المشروعات حسبما يرد تعريفه في مواد **بروتوكول كيوتو** عن **التنفيذ المشترك** و**آلية التنمية النظيفة**. ويمكن توسيع نطاق هذا التعريف ليشمل الإضافات المالية والاستثمارية **والتكنولوجية**. وفي إطار الإضافة المالية، سيكون تمويل نشاطات المشروعات إضافة إلى مرفق البيئة العالمية القائم وغير ذلك من الالتزامات المالية للأطراف الواردة في المرفق الأول، والمساعدات الإنمائية الرسمية وغير ذلك من نظم التعاون. وفي إطار الإضافة الاستثمارية، ستحسن **قيمة وحدة خفض الانبعاثات/ وحدة الخفض المعتمد للانبعاثات** بصورة كبيرة السلامة المالية و/أو التجارية لنشاطات المشروعات. وفي إطار الإضافة التكنولوجية ستكون التكنولوجيا المستخدمة في نشاطات المشروعات أفضل المتاح في ظروف الطرف المضيف.

Administrative costs – التكاليف الإدارية
تكاليف نشاطات المشروعات أو النشاطات القطاعية ذات الصلة المباشرة بتنفيذها في المدى القصير والمقتصرة على هذا التنفيذ. وتشمل تكاليف التخطيط والتدريب والإدارة والمراقبة وغير ذلك.

Afforestation – التشجير (التحريج)
غرس غابات جديدة على الأراضي التي لم تكن تضم غابات[٢] في تاريخها. انظر أيضاً إزالة الغابات.

AIJ
انظر النشاطات مشتركة التنفيذ.

(١) المصطلحات التي تعتبر مداخل مستقلة في هذه القائمة أبرزت في النص بخط مائل باعتبارها إسناداً ترافقياً.
(٢) لمناقشة مصطلح الغابة وما يتصل بها من مصطلحات مثل التشجير وإعادة التشجير وإزالة الغابات، انظر التقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مطبعة جامعة كمبريدج، ٢٠٠٠.

Alliance of Small Island States (AOSIS) – تحالف الدول الجزرية الصغيرة

تشكلت هذه المجموعة خلال مؤتمر المناخ العالمي الثاني عام ١٩٩٠، وتتألف من البلدان النامية الجزرية الصغيرة والساحلية المنخفضة المعرضة بصورة خاصة للنتائج المعاكسة لتغير المناخ مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، وبياض الشعب المرجانية، وزيادة وتيرة وشدة العواصف المدارية. ويشترك هذا التحالف، الذي يضم أكثر من ٣٥ دولة من المحيط الأطلسي والبحر الكاريبي والمحيط الهندي والبحر المتوسط والمحيط الهادئ، في أهداف مشتركة بشأن المسائل المتعلقة بالبيئة والتنمية المستدامة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

Alternative development paths – المسارات الإنمائية البديلة

تشير إلى مجموعة السيناريوهات الممكنة للقيم الاجتماعية وأنماط الاستهلاك والإنتاج في جميع البلدان بما في ذلك، بشكل غير حصري، استمرار الاتجاهات الحالية. ولا تشمل هذه المسارات في هذا التقرير، المبادرات المناخية الإضافية مما يعني أنه لم يدرج أي سيناريو يفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف الانبعاثات الواردة في بروتوكول كيوتو، ولكنها تشتمل على افتراضات بشأن السياسات الأخرى التي تؤثر بصورة غير مباشرة في انبعاثات غازات الدفيئة.

Alternative energy – الطاقة البديلة

الطاقة المستمدة من مصادر غير الوقود الأحفوري.

Ancillary benefits – المنافع الإضافية

التأثيرات الإضافية أو الجانبية للسياسات التي تهدف بصورة حصرية إلى التخفيف من تغير المناخ. فلهذه السياسات تأثيرات لا على انبعاثات غازات الدفيئة فحسب، ولكن أيضاً على كفاءة استخدام الموارد مثل الحد من انبعاثات ملوثات الهواء المحلية والإقليمية المرتبطة باستخدام الوقود الأحفوري وعلى بعض القضايا مثل النقل والزراعة وأساليب استخدام الأراضي والعمالة وأمن الوقود. ويشار إلى هذه المنافع في بعض الأحيان باعتبارها "تأثيرات إضافية" لتبرز أنه في بعض الحالات قد تكون المنافع سالبة. ويمكن أيضاً اعتبار التخفيف من غازات الدفيئة، من زاوية السياسات الموجهة نحو مكافحة تلوث الهواء المحلي، منافع إضافية إلا أن هذه العلاقات لم يتناولها هذا التقييم. انظر أيضاً المنافع المشتركة.

Anthropogenic emissions – الانبعاثات بشرية المنشأ

انبعاثات غازات الدفيئة وسلائف غازات الدفيئة والهباء ذات الصلة بالنشاطات البشرية. ويشمل ذلك حرق الوقود الأحفوري لتوفير الطاقة، وإزالة الغابات، والتغيرات في استخدام الأراضي التي تؤدي إلى حدوث زيادة صافية في الانبعاثات.

Annex I countries/Parties – البلدان/الأطراف المدرجة في المرفق الأول

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الأول (بالصورة التي عدل بها في ١٩٩٨) باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية. وخلافاً لذلك يشار إلى البلدان الأخرى، بأنها البلدان غير المدرجة في الملحق الأول. ووفقاً للمادة ٤-٢(أ) والمادة ٤-٢(ب) من الاتفاقية، تلتزم البلدان المدرجة في المرفق الأول بصورة محددة بهدف العودة فرادى أو مجتمعة إلى مستوياتها من انبعاثات غازات الدفيئة التي كانت عليها في عام ١٩٩٠ بحلول ٢٠٠٠. انظر أيضاً البلدان المدرجة في المرفق الثاني والبلدان المدرجة في المرفق باء والبلدان غير المدرجة في المرفق باء.

Annex II countries – البلدان المدرجة في المرفق الثاني

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ووفقاً للمادة ٤-٢(ز) من الاتفاقية، يتوقع من هذه البلدان توفير الموارد المالية لمساعدة البلدان النامية على الامتثال لالتزاماتها مثل إعداد التقارير الوطنية. كما يتوقع من البلدان المدرجة في المرفق الثاني تعزيز نقل التكنولوجيات السليمة بيئياً إلى البلدان النامية. انظر أيضاً البلدان المدرجة في المرفق الأول والبلدان المدرجة في المرفق باء والبلدان غير المدرجة في المرفق الأول والبلدان/الأطراف غير المدرجة في المرفق باء.

Annex B countries/Parties –البلدان الأطراف المدرجة في المرفق باء

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق باء في بروتوكول كيوتو التي وافقت على رقم مستهدف لانبعاثات غازات الدفيئة فيها بما في ذلك جميع البلدان المدرجة في المرفق الأول (على النحو الذى عدل به في عام ١٩٩٨) باستثناء تركيا وبيلاروس. انظر أيضاً البلدان المدرجة في المرفق الثاني والبلدان غير المدرجة في المرفق الأول والبلدان/الأطراف غير المدرجة في المرفق باء.

AOSIS

انظر تحالف الدول الجزرية الصغيرة.

Assigned amounts (AAs) – الكميات المحددة

وفقاً لبروتوكول كيوتو، فإن الكمية المحددة هي مجموع كميات انبعاثات غازات الدفيئة التي وافق كل بلد من البلدان المدرجة في المرفق باء على عدم تجاوزها خلال فترة الالتزام الأولي (٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢). وقد حسبت هذه الكمية على أساس ضرب مجموع انبعاثات غازات الدفيئة في البلد في عام ١٩٩٠ في خمسة (فيما يتعلق بفترة الالتزام البالغة خمس سنوات) ثم في النسبة التي وافقت عليها على النحو المدرج في المرفق باء ببروتوكول كيوتو (أي ٩٢٪ للاتحاد الأوروبي و٩٣٪ للولايات المتحدة الأمريكية).

Assigned amount unit (AAU) – وحدة الكمية المحددة

تعادل طناً واحداً (طناً متريا) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ المحسوبة باستخدام إمكانية الاحترار العالمي.

Average cost – متوسط التكلفة

يقسم مجموع التكلفة على عدد وحدات البند الذي تقيم تكلفته. وفيما يتعلق بغازات الدفيئة، مثلاً، فإنها تعني مجموع تكلفة أحد البرامج مقسماً على الكمية المادية للانبعاثات المتجنبة.

Banking – الإيداع

وفقاً لبروتوكول كيوتو [المادة ٣(١٣)]، يجوز للأطراف المدرجة في المرفق الأول باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أن تحفظ الفوائض من المسموح به من الانبعاثات أو الأرصدة الباقية من فترة الالتزام الأولي لاستخدامها في فترات الالتزام اللاحقة (بعد عام ٢٠١٢).

Barrier – الحاجز

الحاجز هو أي عائق يعترض تحقيق أية امكانية ويمكن التغلب عليه من خلال سياسة أو برنامج أو تدبير.

Barrier removal costs – تكاليف إزالة الحواجز

تكاليف النشاطات التي تهدف إلى تصحيح إخفاق السوق بصورة مباشرة أو الحد من تكاليف المعاملات في القطاع العام و/ أو القطاع الخاص. وتشمل الأمثلة على ذلك تكاليف النهوض بالقدرات المؤسسية والحد من المخاطر وعدم اليقين، وتيسير معاملات السوق وتعزيز السياسات التنظيمية.

Baseline – خط الأساس

سيناريو بعدم التدخل يستخدم كأساس لتحليل سيناريوهات التدخل.

Benefit transfer – نقل المنافع

تطبيق قيم نقدية من دراسة تقييم معينة إلى محيط بديل أو ثانوي خاص بوضع السياسات وذلك في غالب الأحيان في منطقة جغرافية غير تلك التي أجريت فيها الدراسة الأصلية.

Biofuel – الوقود الأحيائي

وقود ينتج من مادة عضوية جافة أو زيوت احتراق تنتج من النباتات. وتشمل الأمثلة على الوقود الأحيائي الكحول (من السكر المخمر) وسائل أسود من عملية تصنيع الورق والخشب وزيت فول الصويا.

Biological options – الخيارات الأحيائية

تشمل الخيارات الأحيائية للتخفيف من تغير المناخ استراتيجية أو أكثر من الاستراتيجيات الثلاث: الحفظ – حفظ مجمع الكربون الحالي ومن ثم تلافي الانبعاثات في الغلاف الجوي، وتنحية الأيونات – زيادة حجم مجمعات الكربون الحالية ومن ثم استخلاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، والإحلال – إحلال المنتجات الأحيائية محل الوقود الأحفوري أو المنتجات كثيفة الطاقة، ومن ثم الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

Biomass – الكتلة الأحيائية

الكتلة الكاملة للكائنات الحية في مساحة معينة أو حجم معين. وكثيراً ما تدرج المواد النباتية الميتة حديثاً باعتبارها كتلة أحيائية ميتة. ويمكن استخدام الكتلة الأحيائية في الوقود بصورة مباشرة من خلال حرقها (مثل الأخشاب) أو بصورة غير مباشرة من خلال تخميرها وتحويلها إلى كحول (مثل السكر) أو استخلاص الزيوت القابلة للاحتراق (مثل زيت فول الصويا).

Bottom-up models – النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى

نهج للنمذجة يدرج التفاصيل التكنولوجية والهندسية في التحليل. انظر أيضاً النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل.

Bubble – "فقاعة"

تسمح المادة ٤ من بروتوكول كيوتو لمجموعة من البلدان بأن تفي بهدفها المحدد في المرفق باء بصورة مشتركة من خلال تجميع انبعاثاتها الكلية تحت "فقاعة" واحدة، وتقاسم الأعباء. وتعتزم بلدان الاتحاد الأوروبي تجميع التزاماتها الخاصة بالانبعاثات وتقاسمها تحت "فقاعة" واحدة.

Cap – الحد الأقصى

انظر الحد الأقصى للانبعاثات.

Capital costs – التكاليف الرأسمالية

التكاليف المرتبطة بمصاريف رأسمالية أو استثمارية على الأراضي والتجهيزات والمعدات والمخزونات. وعلى العكس من تكاليف العمل والتشغيل، تعتبر التكاليف الرأسمالية مستقلة عن مستوى المخرجات الخاصة بقدرة إنتاج معينة.

Capacity building – بناء القدرات

في سياق تغير المناخ، يعتبر بناء القدرات عملية لتنمية المهارات الفنية والقدرات المؤسسية في البلدان النامية وفي البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية لتمكينها من المشاركة في جميع جوانب التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره وإجراء البحوث بشأنه وتنفيذ آليات كيوتو وغير ذلك.

Carbon cycle – دورة الكربون

يستخدم هذا المصطلح لوصف تدفق الكربون في شتى أشكاله (في صورة ثاني أكسيد الكربون على سبيل المثال) من خلال الغلاف الجوي والمحيطات والبيوسفير الأرضي والليثوسفير.

Carbon dioxide (CO2) – ثاني أكسيد الكربون

غاز يوجد بصورة طبيعية، وكذلك كمنتج ثانوي لحرق الوقود الأحفوري والكتلة الاحيائية فضلاً عن التغييرات في استخدام الأراضي وغير ذلك من العمليات الصناعية. وهو غاز الدفيئة الرئيسي البشري المنشأ الذي يؤثر في التوازن الإشعاعي للأرض. وهو الغاز المرجعي الذي تقاس على أساسه غازات الدفيئة الأخرى ومن ثم فإن له إمكانية احترار عالمي مقدارها ١.

Carbon dioxide fertilization– التخصيب بثاني أكسيد الكربون

تعزيز نمو النباتات نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وبعض أنواع النباتات أكثر حساسية للتغيرات في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وذلك تبعاً لآلية التمثيل الضوئي. وعلى وجه الخصوص، فإن النباتات التي تنتج مركباً ثلاثي الكربون خلال التمثيل الضوئي والتي تشمل معظم الأشجار والمحاصيل الزراعية مثل الأرز والقمح وفول الصويا والبطاطس والخضر، تُبدي عموماً استجابة أكبر من النباتات التي تنتج مركباً رباعي الكربون خلال عملية التمثيل الضوئي، وهي أساساً مدارية المنشأ وتشمل الحشائش ومحاصيل الذرة وقصب السكر والدخن والذرة الرفيعة وهي محاصيل هامة زراعياً.

Carbon leakage – تسرب الكربون

انظر التسرب.

Carbon tax – ضريبة الكربون

انظر ضريبة الانبعاثات.

CDM

انظر آلية التنمية النظيفة.

CER

انظر الخفض المعتمد للانبعاثات.

Certified emission reduction (CER) – الخفض المعتمد للانبعاثات

يعادل طناً واحداً (طناً متريا) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ المخفضة أو المنحاة من خلال مشروع لآلية التنمية النظيفة، والمحسوبة باستخدام إمكانية الاحترار العالمي. انظر أيضاً وحدات خفض الانبعاثات.

CFCs

انظر مركبات الكلوروفلوروكربون.

CH4

انظر الميثان.

Chlorofluorocarbons (CFCs) – مركبات الكلوروفلوروكربون

غازات الدفيئة التي يشملها بروتوكول مونتريال لعام ١٩٨٧ وتستخدم في التبريد أو تكييف الهواء أوالتعبئة أوالعزل أوالمذيبات أو دواسر الهباء. ونظراً إلى أنها لا تتبدد في الغلاف الجوي الأسفل، فإنها تنتقل إلى الغلاف الجوي الأعلى، حيث، إذا ما أتيحت لها الظروف المناسبة، تدمر الأوزون. ويجري الاستعاضة عن هذه الغازات بمركبات أخرى بما في ذلك مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون والهيدروفلوروكربون وهي من غازات الدفيئة التي يشملها بروتوكول كيوتو.

Clean Development Mechanism (CDM) – آلية التنمية النظيفة

يقصد من آلية التنمية النظيفة، المعرّفة في المادة ١٢ من بروتوكول كيوتو، أن تحقق هدفين هما: (١) مساعدة الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول في تحقيق التنمية المستدامة، والإسهام في الهدف النهائي للاتفاقية؛ (٢) مساعدة الأطراف المدرجة في المرفق الأول في تحقيق الامتثال لالتزاماتها بتحديد وخفض الانبعاثات. ومقادير الخفض المعتمد للانبعاثات من مشروعات آلية التنمية النظيفة التي تنفذ في البلدان غير المدرجة في المرفق

الأول والتي تحد أو تخفض من انبعاثات غازات الدفيئة، عندما تعتمدها كيانات التشغيل التي يعينها مؤتمر الأطراف/اجتماع الأطراف، يمكن أن تضاف للمستثمر (الحكومة أو الصناعة) من جانب الأطراف المدرجة في المرفق باء. ويستخدم جزء من العائدات من نشاطات المشروعات المعتمدة في تغطية المصروفات الإدارية فضلاً عن مساعدة الأطراف من البلدان النامية المعرضة بصورة خاصة لآثار تغير المناخ الضارة في تغطية تكاليف التكيف.

Climate change – تغير المناخ

يشير مصطلح تغير المناخ إلى تغيرات هامة من الناحية الإحصائية، إما في متوسط حالة المناخ أو في تقلبيته، تستمر لفترة ممتدة (عقود أو أطول من ذلك عادة). وقد ينشأ تغير المناخ عن عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية أو عن تغيرات مستمرة بشرية المنشأ في تكوين الغلاف الجوي أو استخدام الأراضي. ويلاحظ أن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ قد عرّفت في مادتها الأولى تغير المناخ بأنه "تغير في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى نشاط بشرى يفضي إلى تغيير في تكوين الغلاف الجوى العالمي، ويلاحظ، بالإضافة إلى التقلبية الطبيعية للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة". وهكذا فإن هذه الاتفاقية تفرق بين "تغير المناخ" الذي يعزى إلى نشاطات بشرية تفضي إلى تغيير في تكوين الغلاف الجوى، و"التقلبية المناخية" التي تُعزى إلى أسباب طبيعية.

Climate Convention – اتفاقية المناخ

انظر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

CO2

انظر ثاني أكسيد الكربون.

CO2 - equivalent – ثاني أكسيد الكربون المكافئ

تركيز ثاني أكسيد الكربون الذي يسبب القدر نفسه من التأثير الإشعاعي الذي يحدثه المزيج المعين من ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى.

Co-benefits – المنافع المشتركة

المنافع المستمدة من السياسات التي تنفذ لأسباب مختلفة في نفس الوقت – بما في ذلك التخفيف من تغير المناخ – والتي تعترف بأن معظم السياسات المصممة للعمل على التخفيف من غازات الدفيئة لها أيضاً أسباب جوهرية أخرى مساوية في الأهمية على الأقل في كثير من الأحيان (تتعلق، على سبيل المثال، بأهداف التنمية والاستدامة والإنصاف). ويستخدم تعبير التأثير المشترك أيضاً بمعنى أكثر عمومية لتغطية كل من الجانبين الموجب والسالب للمنافع. انظر أيضاً المنافع الإضافية.

Co-generation – التوليد المشترك

استخدام الحرارة المهدرة من توليد الكهرباء مثل العادم من التوربينات الغازية، سواء للأغراض الصناعية أو لتدفئة المدن.

Commercialization – إضفاء الطابع التجاري

سلسلة من التدابير اللازمة لتحقيق الدخول إلى الأسواق والقدرة التنافسية للتكنولوجيات والعمليات والمنتجات الجديدة في الأسواق العامة.

Compliance – الامتثال

انظر التنفيذ.

Conference of the Parties (CoP) – مؤتمر الأطراف

مؤتمر الأطراف هو الهيئة العليا لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، ويتألف من البلدان التي صادقت على الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ أو انضمت إليها. وقد عُقدت الدورة الأولى لمؤتمر الأطراف في برلين عام ١٩٩٥ وتلتها الدورة الثانية في جنيف عام ١٩٩٦ والدورة الثالثة في كيوتو عام ١٩٩٧ والدورة الرابعة في بوينس آيرس والدورة الخامسة في بون والدورة السادسة في لاهاي. والدورة السابعة في مراكش. انظر أيضاً مؤتمر الأطراف/ اجتماع الأطراف.

Consumer surplus – فائض المستهلك

مقياس لقيمة الاستهلاك بما يتجاوز الأسعار التي تدفع مقابل سلعة أو خدمة.

CoP

انظر مؤتمر الأطراف.

CoP/MoP

مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ سيعمل بوصفه اجتماع الأطراف وهو الهيئة العليا لبروتوكول كيوتو، إلا أن الأطراف في بروتوكول كيوتو هم فقط الذين يجوز لهم المشاركة في المداولات واتخاذ القرارات. ولن يمكن عقد اجتماع للأطراف إلى أن يدخل البروتوكول حيز التنفيذ.

Cost-effective – فعال بالقياس إلى التكلفة

معيار يحدد أن تكنولوجيا معينة توفر (أو تدبيراً معيناً يوفر) سلعة أو خدمة بتكلفة مساوية للتكلفة الجارية أو أقل منها أو البديل الأقل تكلفة لتحقيق هدف معين.

Deforestation – إزالة الغابات
تحويل الغابات إلى مناطق غير حرجية[٣].

Demand-side management – إدارة جانب الطلب
السياسات والبرامج التي تصمم لغرض معين هو التأثير في الطلب الاستهلاكي على السلع و/أو الخدمات. وفي قطاع الطاقة، مثلاً، يشير ذلك إلى السياسات والبرامج المصممة للحد من الطلب الاستهلاكي على الكهرباء وغير ذلك من مصادر الطاقة. وهي تساعد على الحد من **انبعاثات غازات الدفيئة**.

Dematerialization – فك الارتباط بالعنصر المادي
هي العملية التي يجري بها فك ارتباط النشاط الاقتصادي بمكوِّن الطاقة – المادة من خلال عمليات مثل الإنتاج الكفؤ إيكولوجياً أو **الإيكولوجيا الصناعية**، مما يتيح انخفاض التأثير البيئي بالنسبة لوحدة النشاط الاقتصادي.

Deposit - refund system – نظام الإيداع والرد
نظام يجمع بين الإيداع أو الرسم (الضريبة) على سلعة معينة وبين الرد أو الحسم (**الإعانة**) لتنفيذ عمل معين. انظر أيضاً **ضريبة الانبعاثات**.

Desertification – التصحر
تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة الناتج عن عوامل شتى منها تباينات المناخ والأنشطة البشرية. وعلاوة على ذلك تعرف اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD) تدهور الأراضي بأنه تعرض المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة، لانخفاض أو خسارة الإنتاجية البيولوجية أو الاقتصادية أو تعقيدات الأراضي المحصولية المعتمدة على الأمطار والأراضي المحصولية المروية والمراعي وأراضي الرعي والغابات والجنبات نتيجة لاستخدام الأراضي أو من عملية أو مجموعة من العمليات بما فيها العمليات الناشئة عن أنشطة بشرية وأنماط سُكنى مثل (١) تعرية التربة بفعل الرياح و/أو المياه؛ (٢) تدهور الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية أو الاقتصادية و(٣) فقد الغطاء النباتي الطبيعي منذ زمن بعيد.

Double dividend – الأرباح المزدوجة
التأثيرات التي يمكن للصكوك المدرة للعائدات مثل ضرائب الكربون وتراخيص انبعاثات الكربون القابل للتداول أن (١) تحد أو تخفض من **انبعاثات غازات الدفيئة** (٢) تعوض ولو جزء على الأقل من خسائر الرفاه المحتملة الناجمة عن السياسات المناخية من خلال إعادة استخدام العائدات في الاقتصاد لخفض الضرائب الأخرى التي قد يكون لها تأثيرات تشويهية. وفي عالم تسوده البطالة غير الطوعية، قد يكون لسياسات **تغير المناخ** تأثيرات ("أرباح ثالثة" موجبة أو سالبة) على فرص العمل. وتحدث الأرباح المزدوجة الضعيفة مادامت هناك تأثيرات لإعادة دوران العائدات أي مادام يتم إعادة استخدام العائدات من خلال خفض المعدلات الهامشية للضرائب التشويهية. وتتطلب الأرباح المزدوجة القوية أن تعوض تأثيرات إعادة استخدام العائدات (المفيدة) وتفوق توليفة التكاليف الأولية، وفي هذه الحالة تكون التكاليف الصافية للمكافحة سالبة. انظر أيضاً **تأثير التفاعل**.

Economic potential – الإمكانية الاقتصادية
الامكانيات الاقتصادية هي الجزء من **الإمكانية التكنولوجية** لخفض **انبعاثات** غازات الدفيئة أو للتحسينات في **كفاءة الطاقة** الذي يمكن تحقيقه بفعالية تكاليفية من خلال فتح الأسواق وخفض إخفاقات الأسواق وزيادة التحويلات المالية والتكنولوجية. ويتطلب تحقيق الإمكانية الاقتصادية وجود **سياسات وتدابير** إضافية لكسر **حواجز السوق**. انظر أيضاً **إمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية والإمكانية التكنولوجية**.

Economies in transition (EITs) – الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية
البلدان التي تمر اقتصاداتها بعملية تغيير من نظام اقتصادي مخطط إلى اقتصاد سوقي.

Ecosystem – النظام الإيكولوجي
نظام للتفاعل بين الكائنات الحية وبيئتها المادية. وحدود ما يمكن أن يطلق عليه نظام إيكولوجي تحكمية بعض الشيء تبعاً لمحور الاهتمام أو الدراسة. وهكذا فإن مدى أي نظام إيكولوجي قد يتراوح بين نطاقات مكانية صغيرة للغاية والأرض بأكملها في نهاية المطاف.

Ecotax – ضريبة إيكولوجية
انظر ضريبة الانبعاثات.

EITs
انظر **الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية**.

(٣) انظر الحاشية ٢.

Emission – الانبعاثات

في سياق **تغير المناخ** تشير الانبعاثات إلى انطلاق **غازات الدفيئة** و/أو سلائفها والهباء في الغلاف الجوي في منطقة محددة وفترة زمنية معينة.

Emissions cap – الحد الأقصى للانبعاثات

قيد إلزامي ضمن إطار زمني محدد يفرض "حداً أقصى" على الكمية الإجمالية **لانبعاثات غازات الدفيئة** بشرية المنشأ التي يمكن إطلاقها في الغلاف الجوي. ويفرض **بروتوكول كيوتو** حدوداً قصوى على انبعاثات غازات الدفيئة التي تطلقها **البلدان/الأطراف المدرجة في المرفق باء**.

Emissions factor – عامل الانبعاثات

عامل الانبعاثات هو المعامل الذي يربط **الانبعاثات** الفعلية ببيانات النشاطات، باعتباره معدلاً معيارياً للانبعاثات بحسب وحدة النشاط.

Emissions permit – رخصة إطلاق الانبعاثات

رخصة إطلاق الانبعاثات هي حصة الاستحقاقات غير القابلة للتحويل أو التداول تجارياً التي تحددها حكومة ما لإحدى المؤسسات لإطلاق كمية محددة من مادة معينة.

Emissions quota – حصة الانبعاثات

الجزء أو القسم من الانبعاثات الكلية المسموح بها المخصص لبلد أو مجموعة من البلدان في إطار الحد الأقصى للانبعاثات الكلية والمخصصات الإلزامية من الموارد.

Emissions reduction unit (ERU) – وحدة خفض الانبعاثات

تعادل طناً واحداً (طناً متريا) من **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون** المخفضة أو المنحاة نتيجة **للتنفيذ المشترك** (المعرف في المادة ٦ من **بروتوكول كيوتو**) لمشروع، والمحسوبة باستخدام **إمكانية الاحترار العالمي**. انظر أيضاً **الخفض المعتمد للانبعاثات والاتجار بالانبعاثات**.

Emission standard – مقياس الانبعاثات

مستوى الانبعاثات الذي لا يجوز تجاوزه بمقتضى قانون أو اتفاق طوعي.

Emissions tax – ضريبة الانبعاثات

ضريبة تفرضها الحكومة على كل وحدة من **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ** يطلقها مصدر خاضع للضريبة. ونظراً لأن كل الكربون تقريباً في **الوقود الأحفوري** ينبعث في نهاية المطاف في شكل ثاني أكسيد الكربون، فإن الرسم الذي يفرض على محتوى الوقود الأحفوري من الكربون – ضريبة الكربون – يعادل ضريبة الانبعاثات التي تفرض على الانبعاثات الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري. وتقلل **ضريبة الطاقة** – الرسم المفروض على محتوى الوقود من الطاقة – من الطلب على الطاقة ومن ثم تحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استخدام الوقود الأحفوري. وتحدد **الضريبة الإيكولوجية** لغرض التأثير على السلوك البشري (وخاصة السلوك الاقتصادي) لاتباع مسار حميد من الناحية الإيكولوجية. وضريبة الانبعاثات/الكربون/الطاقة الدولية هي ضريبة تفرض على مصادر محددة في البلدان المشاركة من جانب وكالة دولية. ويوزع العائد أو يستخدم على النحو الذي تحدده البلدان المشاركة أو الوكالة الدولية.

Emissions trading – الاتجار بالانبعاثات

منهج يعتمد على السوق في تحقيق الأهداف البيئية يتيح لأولئك الذين يخفضون **انبعاثات غازات الدفيئة** إلى ما دون المطلوب لاستخدام الانخفاضات الفائضة أو الاتجار بها للتعويض عن الانبعاثات في مصدر آخر داخل أو خارج البلد. وعموماً يمكن أن يحدث الاتجار على مستوى ما بين الشركات أو المستويين المحلي والدولي. وقد اعتمد تقرير التقييم الثاني الذي أعدته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ مبدأ استخدام "الرخص" لنظم التجارة المحلية أو "الحصص" لنظم التجارة الدولية. والاتجار بالانبعاثات بمقتضى المادة ١٧ من **بروتوكول كيوتو** هو نظام للحصص القابلة للتداول يعتمد على **الكميات المحددة** التي تُحسب من الالتزامات المدرجة في المرفق باء للبروتوكول والخاصة بخفض الانبعاثات والحد منها. انظر أيضاً **الحد المعتمد للانبعاثات وآلية التنمية النظيفة**.

Energy conversion – حفظ الطاقة

انظر تحويل الطاقة.

Energy efficiency – كفاءة الطاقة

نسبة مخرجات عملية تحويل أو نظام من الطاقة إلى مدخلات العملية أو النظام من الطاقة.

Energy intensity – كثافة الطاقة

كثافة الطاقة هي نسبة استهلاك الطاقة إلى الناتج الاقتصادي أو المادي. وكثافة الطاقة. وعلى المستوى الوطني، هي نسبة الاستهلاك المحلي الإجمالي **للطاقة الأولية** أو **الطاقة النهائية** إلى **الناتج المحلي الإجمالي** أو الناتج المادي.

Energy service – خدمة الطاقة
استخدام الطاقة المفيدة في مهام مرغوبة من جانب المستهلك مثل النقل أو تدفئة الغرف أو الإضاءة.

Energy tax – ضريبة الطاقة
انظر **ضريبة الانبعاثات**.

Energy transformation – تحويل الطاقة
التغيير من شكل من أشكال الطاقة، مثل الطاقة الموجودة في **الوقود الأحفوري**، إلى شكل آخر مثل الكهرباء.

Equivalent CO2 – ثاني أكسيد الكربون المكافئ
انظر Equivalent CO2 – **ثاني أكسيد الكربون المكافئ**.

ERU
انظر **وحدة خفض الانبعاثات**.

Externality – العامل الخارجي
انظر **التكلفة الخارجية**.

External cost – التكلفة الخارجية
تستخدم لتعريف التكاليف الناشئة عن أي نشاط بشري عندما لا يراعي العنصر المسؤول عن هذا النشاط بصورة كاملة تأثيرات أعماله على العناصر الأخرى. وبالمثل فإنه عندما تكون التأثيرات إيجابية ولا تراعى في أعمال العنصر المسؤول يشار إليها على أنها منافع خارجية. وتؤثر **انبعاثات** الملوثات الدقائقية من محطة لتوليد الطاقة في صحة الناس في المنطقة المجاورة، إلا أن ذلك كثيراً ما لا يؤخذ في الاعتبار ولا يولى الأهمية الكافية في عملية اتخاذ القرارات الخاصة، ولا توجد سوق لهذه التأثيرات. ويشار إلى هذه الظاهرة على أنها عاملاً خارجياً ويشار إلى التكاليف التي تسببها بأنها تكاليف خارجية.

FCCC
انظر **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ**.

Final energy – الطاقة النهائية
الطاقة التي يزود بها المستهلك لتحويلها إلى طاقة قابلة للاستخدام (مثل الكهرباء في المقبس).

Flexibility mechanisms – آليات المرونة
انظر **آليات كيوتو**.

Forest – الغابة
نوع من الغطاء النباتي تهيمن عليه الأشجار. ويوجد الكثير من التعاريف لتعبير الغابة في مختلف أنحاء العالم مما يعكس الفروق الشاسعة في الأحوال البيولوجية الجيوفيزيائية والهيكل الاجتماعي والاقتصاديات[٤]. انظر أيضاً **التشجير وإزالة الغابات وإعادة التشجير**.

Fossil fuels – الوقود الأحفوري
وقود يعتمد على الكربون يستمد من رواسب الكربون الأحفوري بما في ذلك الفحم والنفط والغاز الطبيعي.

Fuel switching – التحول فيما بين أنواع الوقود
سياسة تهدف إلى الحد من **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون** من خلال التحول إلى أنواع الوقود ذات المحتوى الكربوني المنخفض مثل التحول من الفحم إلى الغاز الطبيعي.

Full-cost pricing – تسعير بالتكلفة الكلية
تسعير السلع التجارية – مثل الطاقة الكهربية – بحيث لا تتضمن الأسعار النهائية المطلوبة من المستخدم النهائي التكاليف الخاصة للمدخلات فحسب وإنما تتضمن أيضاً تكاليف **العوامل الخارجية** الناجمة عن إنتاجها واستخدامها.

G77/China – مجموعة الـ ٧٧/ الصين
انظر **مجموعة الـ ٧٧ والصين**.

GDP
انظر **الناتج المحلي الإجمالي**.

General equilibrium analysis – تحليل التوازن العام
تحليل التوازن العام هو منهج يدرس في آن واحد جميع الأسواق وتأثيرات التغذية المرتدة فيما بين هذه الأسواق في اقتصاد يؤدي إلى توازن السوق. انظر أيضاً **توازن السوق**.

Geo-engineering – الهندسة الجيولوجية
جهود تبذل لتحقيق استقرار النظام المناخي من خلال الإدارة المباشرة لميزانية طاقة الأرض ومن ثم التغلب على **ظاهرة الدفيئة المعززة**.

(٤) انظر الحاشية ٢.

GHG

انظر **غاز الدفيئة**.

Global warming – الاحترار العالمي

الاحترار العالمي هو زيادة مرصودة أو متوقعة في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة.

Global Warming Potential (GWP) – إمكانية الاحترار العالمي

مؤشر يصف الخصائص الإشعاعية **لغازات الدفيئة** حسنة المزج التي تمثل التأثيرات المجتمعة للأوقات المختلفة التي تبقى فيها هذه الغازات في الغلاف الخارجي وفعاليتها النسبية في امتصاص الأشعة تحت الحمراء الصادرة. ويضع هذا المؤشر تقديرات تقريبية لتأثيرات الاحترار المتكامل زمنياً لكتلة وحدة من غاز دفيئة معينة في الغلاف الجوي الحالي مقابل تلك الخاصة **بثاني أكسيد الكربون**. يلاحظ أن المختصر الإنكليزي ***GWP*** يشير أيضاً إلى **الناتج العالمي الإجمالي**.

GNP

انظر **الناتج القومي الإجمالي**.

GPP

انظر **الإنتاج الأولي الإجمالي**.

Greenhouse effect – ظاهرة الدفيئة

تمتص **غازات الدفيئة** بصورة فعلية الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من سطح الأرض، ومن الغلاف الجوي ذاته بسبب هذه الغازات، ومن السحب. وينبعث إشعاع الغلاف الجوي إلى جميع الجوانب بما في ذلك إلى أسفل سطح الأرض. وهكذا فإن غازات الدفيئة تحتجز الحرارة داخل نظام السطح – التروبوسفير. ويسمى ذلك ظاهرة الدفيئة الطبيعية. أما إشعاع الغلاف الجوي فهو يقترن بدرجة حرارة السطح الذي ينبعث منه. وفي التروبوسفير تنخفض الحرارة عموماً مع الارتفاع. والحقيقة أن الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث إلى الفضاء تنشأ من ارتفاع درجة حرارة تبلغ في المتوسط –١٩ه س بالتوازن مع الإشعاع الشمسي القادم الصافي. غير أن سطح الأرض يظل عند درجة حرارة أعلى بكثير يبلغ متوسطها + ١٤ ه س. وتؤدي الزيادة في تركيز غازات الدفيئة إلى زيادة لا إنفاذية الغلاف الجوي للأشعة تحت الحمراء ومن ثم إلى إشعاع فعال ينبعث إلى الفضاء من ارتفاع أعلى مع درجة حرارة أكثر انخفاضاً. ويتسبب هذا في حدوث **تأثير إشعاعي** يمثل اختلالاً لا يمكن تعويضه بزيادة درجة حرارة نظام السطح – التربوسفير. وهذه هي ظاهرة الدفيئة المعززة.

Greenhouse gas (GHG) – غاز الدفيئة

غازات الدفيئة هي المكونات الغازية الموجودة في الغلاف الخارجي سواء أكانت طبيعية أو بشرية المنشأ، التي تمتص وتبعث بالإشعاع في أطوال موجات معينة في نطاق طيف الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من سطح الأرض والغلاف الجوي والسحب. وتسبب هذه الخاصية **ظاهرة الدفيئة**. وبخار الماء **وثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والميثان والأوزون** هي غازات الدفيئة الأولية في الغلاف الجوي للأرض. وعلاوة على ذلك، هناك عدد من غازات الدفيئة البشرية الصنع بالكامل في الغلاف الجوي مثل الهالوكربونات وغيرها من المواد المحتوية على الكلور والبرومين، والتي يجري تناولها ضمن إطار **بروتوكول مونتريال**. وإلى جانب ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والميثان يتناول **بروتوكول كيوتو** غازات الدفيئة الأخرى مثل **سداسي فلوريد الكبريت ومركبات الهيدروفلوروكربون ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة**.

Gross World Product (GWP) – الناتج العالمي الإجمالي

تجميع **للإنتاج المحلي الإجمالي** في العالم. ويلاحظ أن المختصر الإنكليزي **GWP** يشير أيضاً إلى إمكانية الاحترار العالمي.

Gross Domestic Product (GDP) – الناتج المحلي الإجمالي

مبلغ **القيمة المضافة** الإجمالية، بأسعار المشترين، بواسطة جميع المنتجين المقيمين وغير المقيمين في الاقتصاد، زائداً أي ضرائب وناقصاً أي عائدات غير مدرجة في قيمة المنتجات في بلد ما أو في منطقة جغرافية لفترة معينة من الزمن تبلغ في العادة سنة واحدة. ويحسب هذا الناتج دون إجراء مقابل استهلاك قيمة الأصول المصنعة أو استنزاف وتدهور الموارد الطبيعية.

Gross National Product (GNP) – الناتج القومي الإجمالي

الناتج القومي الإجمالي مقياس للدخل القومي. وهو يقيس **القيمة المضافة** من المصادر المحلية والخارجية التي يطالب بها المقيمون. ويتألف الناتج القومي الإجمالي من **الناتج المحلي الإجمالي** زائداً متحصلات الدخل الأولي الصافية من دخل غير المقيمين.

Gross Primary Production (GPP) – الإنتاج الأولي الإجمالي

كمية الكربون المثبتة من الغلاف الجوي من خلال التمثيل الضوئي.

Group of 77 and China (G77/China) – مجموعة الـ ٧٧ والصين (مجموعة الـ ٧٧/ الصين)

كانت في الأصل ٧٧ وتبلغ الآن أكثر من ١٣٠ بلداً نامياً تعمل ككتلة تفاوضية رئيسية في عملية اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ *(UNFCCC)*. ويشار إلى مجموعة الـ ٧٧/ الصين أيضاً باعتبارها من البلدان غير المدرجة في المرفق الأول في سياق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

GWP

انظر إمكانية الاحترار العالمي، الناتج العالمي الإجمالي.

Harmonized emissions/carbon/energy tax – ضريبة الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة المتناسقة

تلزم البلدان المشاركة بفرض ضريبة بمعدل موحد على نفس المصادر. ويمكن لكل بلد أن يحتفظ بعائدات الضرائب التي يحصلها. ولا تتطلب الضريبة المتناسقة بالضرورة من البلدان فرض ضريبة بنفس المعدل، إلا أن فرض معدلات ضرائب مختلفة عبر البلدان لن يكون فعالاً بالقياس إلى التكلفة. انظر أيضاً ضريبة الانبعاثات.

HFCs

انظر مركبات الهيدروفلوروكربون.

Hydrofluorocarbons (HFCs) – مركبات الهيدروفلوروكربون

من بين غازات الدفيئة الستة التي يتعين تخفيضها بمقتضى بروتوكول كيوتو. ويتم إنتاجها تجارياً باعتبارها بديلاً عن مركبات الكلوروفلوروكربون. وتُستخدم مركبات الهيدروفلوروكربون على نطاق واسع في التبريد وصناعة أشباه الموصلات. وتتراوح إمكانيات الاحترار العالمي التي تنطوي عليها بين ١٣٠٠ و٧٠٠ ١١.

IEA

انظر الوكالة الدولية للطاقة.

IGO

انظر منظمة حكومية دولية.

Implementation – التنفيذ

يشير التنفيذ إلى التدابير (التشريعات أو اللوائح، أو القرارات القانونية أو الإجراءات الأخرى) التي تتخذها الحكومات لتحويل الاتفاقات الدولية إلى قوانين وسياسات محلية. ويشمل الوقائع والنشاطات التي تحدث بعد صدور توجيهات رسمية بشأن السياسات العامة والتي تتضمن الجهود التي تُبْذل لأغراض الإدارة والتأثيرات الموضوعية على الناس والأحداث. ومن المهم التمييز بين التنفيذ القانوني للالتزامات الدولية (في القانون الوطني)، والتنفيذ الفعلي (التدابير التي تشمل التغييرات في سلوك المجموعات المستهدفة). والامتثال هو مسألة تتعلق بما إذا كانت البلدان تنضم إلى أحكام الاتفاق وإلى أي مدى. ولا يركز الامتثال على ما إذا كانت تدابير التنفيذ سارية فحسب بل وعلى ما إذا كان هناك امتثال لإجراءات التنفيذ. ويقيس الامتثال الدرجة التي تمتثل بها القوى الفاعلة التي يستهدفها الاتفاق سواء أكانت هذه القوى الفاعلة وحدات حكم محلي أو مؤسسات أو منظمات أو أفراد، لتدابير والتزامات التنفيذ.

Implementation costs – تكاليف التنفيذ

التكاليف التي تنطوي عليها عملية تنفيذ خيارات التخفيف. وترتبط هذه التكاليف بالتغييرات المؤسسية الضرورية، والاحتياجات من المعلومات، وحجم السوق، وفرص الحصول على التكنولوجيا وتعلمها، والحوافز الاقتصادية اللازمة (المنح والإعانات والضرائب).

Income elasticity – مرونة الدخل

النسبة المئوية للتغير في مقدار الطلب على سلعة أو خدمة بافتراض حدوث تغير في الدخل بنسبة ١٪.

Industrial ecology – الإيكولوجيا الصناعية

مجموعة علاقات صناعة معينة مع بيئتها، وتشير في غالب الأحيان إلى التخطيط الواعي للعمليات الصناعية للتقليل إلى أدنى حد من التداخل السلبي مع البيئة المحيطة (بإعادة توزيع الحرارة والمواد، على سبيل المثال).

Industrialization – التصنيع

تحويل المجتمع من مجتمع يعتمد على العمل اليدوي إلى مجتمع يعتمد على استخدام الأجهزة الميكانيكية.

Inertia – القصور الذاتي

خاصية تستمر المادة من خلالها في حالتها السائدة من السكون أو التحرك المنتظم في خط مستقيم ما لم تتغير هذه الحالة بفعل قوة خارجية. وفي سياق التخفيف من تغير المناخ ترتبط هذه الخاصية بأشكال رأس المال المختلفة (مثل رأس المال المادي الذي من صنع الإنسان، ورأس المال الطبيعي، ورأس المال

الاجتماعي غير المادي بما في ذلك المؤسسات واللوائح والمعايير).

Infrastructure – البنية الأساسية

المنشآت والمرافق الأساسية، التي يعتمد عليها عمل المجتمع المحلي ونموه، مثل الطرق والمدارس ومرافق الكهرباء والغاز والمياه، والنقل، وشبكات الاتصال.

Integrated assessment – التقييم المتكامل

طريقة للتحليل تجمع بين النتائج والنماذج الناشئة عن العلوم الفيزيائية والبيولوجية والاقتصادية والاجتماعية، والتفاعلات بين هذه المكوِّنات، في إطار متسق، لتقييم حالة التغير البيئي وعواقبه وإجراءات التصدي له على صعيد السياسات.

Interaction effect – تأثير التفاعل

نتيجة أو عاقبة تفاعل صكوك سياسات **تغير المناخ** مع نظم الضرائب المحلية القائمة، بما في ذلك تأثير تفاعل الضرائب المضاعفة للتكاليف وتأثير إعادة تدوير الإيرادات المخفضة للتكاليف. فالأول يعكس التأثيرات التي يمكن أن تكون لسياسات **غازات الدفيئة** على أداء أسواق العمل ورأس المال من خلال تأثيراتها على الأجور الفعلية والعائد الفعلي لرأس المال. فالرخص أو اللوائح أو **ضريبة الكربون**، بتقييدها **لانبعاثات** غازات الدفيئة المسموح بها، تزيد من تكاليف الإنتاج وأسعار المنتجات ومن ثم تقلل العائد الفعلي للعمل ورأس المال. وفيما يتعلق بالسياسات التي تزيد من إيرادات الحكومات، وضرائب الكربون، والرخص المباعة، يمكن إعادة تدوير الإيرادات للحد من الضرائب المشوهة السارية. انظر أيضاً **الأرباح المزدوجة**.

Intergovernmental Organization (IGO) – منظمة حكومية دولية

منظمات تشكَّل من الحكومات. ومن أمثلتها البنك الدولي، ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الطيران المدني الدولي والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وغيرها من منظمات الأمم المتحدة والمنظمات الإقليمية. وتسمح **اتفاقية المناخ** باعتماد هذه المنظمات الحكومية الدولية لحضور دورات التفاوض.

International emissions/carbon/energy tax – ضريبة الانبعاثات/الكربون/ الطاقة الدولية

انظر **ضريبة الانبعاثات**.

International Energy Agency (IEA) – الوكالة الدولية للطاقة

منتدى للطاقة مقره باريس أنشئ عام ١٩٧٤. ويرتبط المنتدى بمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتمكين البلدان الأعضاء من اتخاذ تدابير مشتركة لمواجهة طوارئ إمدادات النفط، وتقاسم معلومات الطاقة، وتنسيق سياساتها في مجال الطاقة، والتعاون في وضع برامج رشيدة للطاقة.

International product and/or technology standards – المقاييس الدولية للمنتجات و/ أو التكنولوجيا

انظر المقاييس.

JI

انظر **التنفيذ المشترك**.

Joint Implementation (JI) – التنفيذ المشترك

آلية تنفيذ قائمة على السوق تم تعريفها في المادة ٦ من **بروتوكول كيوتو** وتسمح للبلدان المدرجة في المرفق الأول أو للشركات من هذه البلدان بالتنفيذ المشترك لمشروعات للحد من **الانبعاثات** أو لزيادة **المصارف** وتقاسم **وحدات خفض الانبعاثات**. كما يسمح بنشاطات التنفيذ المشترك في المادة ٤-٢(أ) من **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ**. انظر أيضاً **النشاطات مشتركة التنفيذ وآليات كيوتو**.

Known technological options – الخيارات التكنولوجية المعروفة

تشير إلى التكنولوجيات الموجودة التي يجري تنفيذها أو التي في مرحلة تجريبية الآن. ولا تشمل أية تكنولوجيات جديدة تتطلب إنجازات تكنولوجية هائلة.

Kyoto Mechanisms – آليات كيوتو

آليات اقتصادية قائمة على مبادئ السوق يمكن للأطراف في **بروتوكول كيوتو** استخدامها في محاولة للتقليل من التأثيرات الاقتصادية المحتملة لمتطلبات خفض انبعاثات **غازات الدفيئة**. وتشمل التنفيذ المشترك (المادة ٦) **وآلية التنمية النظيفة** (المادة ١٢) والاتجار بالانبعاثات (المادة ١٧).

Kyoto Protocol – بروتوكول كيوتو

اعتُمد بروتوكول كيوتو الملحق **باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ** *(UNFCCC)* في الدورة الثالثة **لمؤتمر الأطراف** في اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ في عام ١٩٩٧ في كيوتو باليابان. ويتضمن البروتوكول التزامات ملزمة

قانوناً بالإضافة إلى تلك الواردة في الاتفاقية (UNFCCC). وقد وافقت البلدان المدرجة في المرفق باء بالبروتوكول (معظم بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادى والبلدان ذات الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية) على خفض انبعاثات غازات الدفيئة التي تطلقها (ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهيدروفلوروكربون ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة وسداسي فلوريد الكبريت) بما لا يقل عن ٥ في المائة عن مستوياتها عام ١٩٩٠ خلال فترة الالتزام ٢٠٠٨–٢٠١٢. ولم يدخل بروتوكول كيوتو حيز التنفيذ بعد (تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠٠٠).

Land use – استخدام الأراضي

مجموع الترتيبات والنشاطات والمدخلات المنفذة في نوع معين من الغطاء الأرضي (مجموعة من الإجراءات البشرية). والأغراض الاجتماعية والاقتصادية التي تدار من أجلها الأراضي (مثل الرعي واستخلاص الخشب والصيانة).

Leakage – التسرب

الجزء من تخفيضات الانبعاثات في البلدان المدرجة في المرفق باء الذي يمكن تعويضه بزيادة الانبعاثات في البلدان غير المقيدة إلى ما يزيد على مستويات خط الأساس لديها. ويمكن أن يحدث ذلك من خلال (١) إعادة تسكين الإنتاج كثيف الاستخدام للطاقة في هذه المناطق غير المقيدة؛ (٢) زيادة استهلاك الوقود الأحفوري في هذه المناطق من خلال خفض الأسعار الدولية للنفط والغاز نتيجة لانخفاض الطلب على أنواع الطاقة هذه؛ (٣) التغيرات في الدخول (ومن ثم في الطلب على الطاقة) بسبب تحسن معدلات التبادل التجاري. كما يشير التسرب إلى الحالة التي يحدث فيها، دون قصد، أن يؤدي، بشكل مباشر أو غير مباشر، نشاط مسبب لتنحية أيونات الكربون (مثل غرس الأشجار) على قطعة أرض إلى إطلاق نشاط آخر موازنة الآثار الكربونية للنشاط الأول بصورة كلية أو جزئية.

Macroeconomic costs – التكاليف على مستوى الاقتصاد الكلي

تقاس عادة باعتبارها تغيرات في الناتج المحلي الإجمالي أو نمو في الناتج المحلي الإجمالي أو فقد في "الرفاه" أو فقد في الاستهلاك.

Marginal cost pricing – تسعير بالتكلفة الحدية

تسعير السلع والخدمات التجارية بحيث يساوي السعر التكلفة الإضافية الناجمة عن زيادة الإنتاج بوحدة إضافية.

Market barriers – الحواجز السوقية

تعني، في سياق التخفيف من تغير المناخ، الشروط التي تمنع أو تعوق انتشار التكنولوجيات أو الممارسات – الفعالة بالقياس إلى التكلفة – التي يمكنها التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة.

Market-based incentives – الحوافز القائمة على السوق

التدابير التي يقصد منها استخدام آليات الأسعار (مثل الضرائب والرخص القابلة للتداول) للحد من انبعاثات غازات الدفيئة.

Market equilibrium – توازن السوق

النقطة التي يتعادل فيها الطلب على السلع والخدمات مع العرض، وتبين في كثير من الأحيان على أساس مستوى الأسعار، المحددة في سوق تنافسية، الذي "يوازن" السوق.

Market penetration – اختراق السوق

اختراق السوق هو الحصة من سوق معينة الممونة بسلعة أو خدمة معينة في وقت معين.

Market potential – إمكانية السوق

الجزء من الإمكانية الاقتصادية للتخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة أو للتحسينات في كفاءة الطاقة الذي يمكن تحقيقه في ظل أحوال السوق المتنبأ بها، مع افتراض عدم وجود سياسات أو تدابير جديدة. انظر أيضاً الإمكانية الاقتصادية والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية والإمكانية التكنولوجية.

Methane (CH_4) – الميثان

الميثان أحد غازات الدفيئة الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو.

Methane recovery – استعادة الميثان

طريقة يمكن بها احتجاز انبعاثات الميثان، من مناجم الفحم أو مواقع المخلفات على سبيل المثال، ثم إعادة استخدامها إما كوقود أو في بعض الأغراض الاقتصادية الأخرى (مثل إعادة الحقن في مستودعات النفط أو الغاز).

Meeting of the Parties (to the Kyoto Protocol) (MoP) اجتماع الأطراف (في بروتوكول كيوتو)

يعمل مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ بوصفه اجتماع الأطراف في بروتوكول كيوتو. وهو الهيئة العليا لبروتوكول كيوتو.

Mitigation – التخفيف
تدخل بشرى المنشأ للحد من مصادر غازات الدفيئة أو زيادة مصارفها. انظر أيضاً الخيارات الأحيائية، الهندسة الجيولوجية.

Mitigative capacity – القدرة على التخفيف
الهياكل والأوضاع الاجتماعية والسياسية والاقتصادية اللازمة لتحقيق التخفيف الفعال.

Montreal Protocol – بروتوكول مونتريال
اعتُمد بروتوكول مونتريال بشأن المواد التي تستنفد طبقة الأوزون في مونتريال في عام ١٩٨٧ ثم عُدل بعد ذلك ونقح في لندن (١٩٩٠) وكوبنهاغن (١٩٩٢) وفيينا (١٩٩٥) ومونتريال (١٩٩٧) وبيجينغ (١٩٩٩). وهو يراقب استهلاك وإنتاج المواد الكيمائية المحتوية على الكلور والبروم التي تدمر أوزون الستراتوسفير مثل مركبات الكلوروفلوروكربون وكلوروفورم الميثيل ورابع كلوريد الكربون ومواد كثيرة أخرى.

MOP
انظر اجتماع الأطراف (في بروتوكول كيوتو).

(N2O)
انظر أكسيد النيتروز.

National Action Plans – خطط العمل الوطنية
خطط تقدمها الأطراف إلى مؤتمر الأطراف تحدد فيها الخطوات التي اعتمدتها للحد من انبعاثاتها من غازات الدفيئة البشرية المنشأ. ويجب على البلدان أن تقدم هذه الخطط كشرط للمشاركة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وأن تبلغ مؤتمر الأطراف بعد ذلك، على نحو منتظم، بما أُحرز من تقدم فيها. وتشكل خطط العمل الوطنية جزءاً من التبليغات الوطنية التي تشمل الحصر الوطني لمصادر غازات الدفيئة ومصارفها.

Nitrous oxide (N2O) – أكسيد النيتروز
أحد غازات الدفيئة الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو.

Non-Annex I Parties/Countries – الأطراف/ البلدان غير المدرجة في المرفق الأول
البلدان التي صادقت على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو انضمت إليها، وغير المدرجة في المرفق الأول باتفاقية المناخ.

Non-Annex B countries/Parties – البلدان/ الأطراف غير المدرجة في المرفق باء
البلدان غير المدرجة في المرفق باء ببروتوكول كيوتو.

No regrets options – خيارات لا يُندم عليها
انظر سياسة لا يُندم عليها.

No regrets policy – سياسة لا يُندم عليها
سياسة تحقق منافع اجتماعية سواء كان هناك تغير مناخ أم لا. والفرص التي لا يُندم عليها فيما يتعلق بخفض انبعاثات غازات الدفيئة تعرَّف بأنها تلك الخيارات التي تعادل منافعها، مثل خفض تكاليف الطاقة والحد من انبعاثات الملوِّثات المحلية/ الإقليمية، أو تفوق تكاليفها التي يتحملها المجتمع باستثناء المنافع الناجمة عن تجنب تغير المناخ. وتعرَّف الإمكانية التي لا يُندم عليها بأنها الفجوة بين إمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية.

No regrets potential – إمكانية لا يُندم عليها
انظر سياسة لا يُندم عليها.

Optimal policy – السياسة المثلى
سياسة يفترض أنها "مثلى" إذا تحقق تساوي تكاليف التخفيف الحدية في جميع البلدان ومن ثم تقليل التكاليف الكلية إلى أدنى حد.

Opportunity – الفرصة
الفرصة هي الموقف أو الظرف الذي يتيح تقليص الفجوة بين إمكانية السوق الخاصة بأي تكنولوجيا أو ممارسة والإمكانية الاقتصادية أو الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية أو الإمكانية التكنولوجية.

pportunity cost – تكلفة الفرصة البديلة (تكلفة الفرصة الضائعة)
تكلفة الفرصة البديلة هي تكلفة نشاط اقتصادي ضائع نتيجة لاختيار نشاط آخر.

Ozone – الأوزون
الأوزون، الشكل الثلاثي الذرات من الأوكسجين، عبارة عن أحد مكونات الغلاف الجوي. وهو يتولد في طبقة التروبوسفير بصورة طبيعية ومن خلال التفاعلات الكيميائية الضوئية التي تشتمل على غازات ناجمة عن أنشطة بشرية ("ضباب دخاني"). ويعمل الأوزون التروبوسفيري في شكل غاز دفيئة. ويتولد في الستراتوسفير من خلال التفاعل بين الأشعة فوق البنفسجية الشمسية والأوكسجين الجزيئي. ويضطلع الأوزون الستراتوسفيري بدور حاسم في التوازن الإشعاعي الستراتوسفيري. وتوجد أعلى تركيزاته في طبقة الأوزون.

PAMs
انظر السياسات والتدابير.

Pareto criterion/Pareto optimum – معيار باريتو/ درجة باريتو القصوى
شرط أو وضع لا يمكن في ظله زيادة تحسين رفاه فرد دون الإضرار برفاه بقية أفراد المجتمع.

Pareto improvement – تحسين باريتو
الفرصة التي تتيح إمكانية تحسين رفاه فرد دون الإضرار برفاه بقية أفراد المجتمع.

Performance criteria – معايير الأداء
انظر المقاييس.

Perfluorocarbons (PFCs) – مركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة
من بين غازات الدفيئة الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو. وهي من المنتجات الثانوية لصهر الألومنيوم وتخصيب اليورانيوم. وهي تحل أيضاً محل مركبات الكلوروفلوروكربون في صناعة أشباه الموصلات. وإمكانية الاحترار العالمي التي تنطوي عليها هذه المركبات (PFCs) تبلغ ٦٥٠٠ – ٩٢٠٠ مرة إمكانية الاحترار العالمي التي ينطوي عليها ثاني أكسيد الكربون.

PFCs
انظر مركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة.

Policies and Measures (PAMs) – السياسات والتدابير
في مصطلحات اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ تعني السياسات والإجراءات التي يمكن أن تتخذها و/ أو تفوضها حكومة – بالاشتراك، في كثير من الأحيان، مع قطاعي الأعمال والصناعة داخل بلدها، وكذلك مع بلدان أخرى – للإسراع بتطبيق واستخدام تدابير الحد من انبعاثات غازات الدفيئة . والتدابير تعني التكنولوجيات والعمليات والممارسات المستخدمة لتنفيذ سياسات من شأنها، إذا طبقت، أن تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة إلى ما دون المستويات المستقبلية المتوقعة. وقد تشمل الأمثلة على ذلك ضريبة الكربون أو غيرها من ضرائب الطاقة، ومقاييس كفاءة الوقود القياسية فيما يتعلق بالسيارات، إلخ. وتشير السياسات "المشتركة والمنسقة" أو "المتناسقة" إلى السياسات التي تعتمدها الأطراف على نحو مشترك.

Pool – الحوض
انظر المستودع.

PPP
انظر معادل القوة الشرائية. وهو يشير أيضاً إلى مبدأ "الملوِّث يدفع".

Precautionary principle – المبدأ الوقائي
حكم يرد في المادة ٣ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ ينص على أن تستخدم لأطراف تدابير وقائية لاستباق أسباب تغير المناخ أو توقيها أو التقليل منها إلى أدنى حد ممكن وللتخفيف من آثاره الضارة. وحيثما توجد تهديدات بحدوث ضرر جسيم أو غير قابل للإصلاح ينبغي عدم 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 تكون فعالة بالقياس إلى التكلفة بغية ضمان تحقيق منافع عالمية بأقل تكلفة ممكنة.

Present value cost – تكلفة القيمة الحالية
مجموع كل التكاليف في جميع الفترات الزمنية مع خصم تكاليف المستقبل.

Price elasticity – مرونة سعرية
استجابة الطلب لتكلفة سلعة أو خدمة، وبالتحديد النسبة المئوية للتغير في الكمية المستهلكة من سلعة أو خدمة مقابل تغير بنسبة ١٪ في سعر تلك السلعة أو الخدمة.

rimary energy – طاقة أولية
طاقة موجودة في الموارد الطبيعية (مثل الفحم والنفط الخام وضوء الشمس واليورانيوم) لم تخضع لأي تحويل أو تحول بشري المنشأ.

drad "Secondary market" and "Primary market" ing – تجارة "السوق الأولية" و "السوق الثانوية"
في مجال السلع والمبادلات المالية يشكل المشترون والبائعون، الذين يتاجرون بصورة مباشرة مع بعضهم البعض، "السوق الأولية" في حين يشكل الشراء والبيع من خلال مرافق المبادلات "السوق الثانوية".

Private costs – التكاليف الخاصة
فئات التكاليف التي تؤثر في عملية اتخاذ القرار من جانب الأفراد يشار إليها على أنها تكاليف خاصة. انظر أيضاً التكاليف الاجتماعية والتكلفة الخارجية والتكلفة الكلية.

Producer surplus – فائض المنتج
عائدات تتجاوز تكلفة الإنتاج توفر تعويضاً لأصحاب المهارات أو الأصول الشحيحة (مثل الأراضي المنتجة زراعياً) انظر أيضاً **فائض المستهلكين**.

Project costs – تكاليف المشروع
تكاليف المشروع هي جميع التكاليف المالية للمشروع مثل تكاليف رأس المال والعمالة والتشغيل.

Purchasing Power Parity (PPP) – معادل القوة الشرائية
تقديرات **الناتج المحلي الإجمالي** على أساس القوة الشرائية للعملات وعلى أساس أسعار الصرف الحالية. وهذه التقديرات مزيج من أرقام مستخلصة على أساس الاستقرار وتحليل التراجع باستخدام نتائج برنامج المقارنات الدولية. وتنزع تقديرات معادل القوة الشرائية إلى خفض نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في البلدان الصناعية وزيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في البلدان النامية. والمختصر الإنكليزي *PPP* يشير أيضاً إلى مبدأ "الملوِّث يدفع".

QELRCs
انظر **الالتزامات المحددة كمياً للحد من الانبعاثات أو خفضها**.

Quantified emission limitation or reduction commitments (QELRCs) – الالتزامات المحددة كمياً للحد من الانبعاثات أو خفضها
الالتزامات الخاصة بخفض **انبعاثات غازات الدفيئة**، في شكل نسب مئوية ذات صلة بسنة أو فترة الأساس، التي تعهدت بها البلدان المتقدمة المدرجة في المرفق باء ببروتوكول كيوتو. انظر أيضاً الأهداف والجداول الزمنية.

Radiative forcing – التأثير الإشعاعي
التأثير الإشعاعي هو التغيير في صافي الإشعاع الرأسي (مقاساً بالواط في المتر المربع: وم–٢) في التروبوبوز نتيجة لتغير داخلي أو تغير في التأثير الخارجي للنظام المناخي مثل حدوث تغير في **تركيز ثاني أكسيد الكربون** أو الإشعاع الشمسي. ويحسب التأثير الإشعاعي عادة بعد مراعاة إعادة تكيف درجات حرارة الستراتوسفير مع التوازن الإشعاعي ولكن مع الاحتفاظ بجميع خصائص التروبوسفير ثابتة عند قيم لا تتغير. ويسمى التأثير الإشعاعي "فورياً" إذا لم يكن هناك أي تغير في درجة حرارة الستراتوسفير أُخذ في الحسبان.

Rebound effect – تأثير الارتداد
يحدث لأن تحسناً في كفاءة المحرك، مثلاً، يقلل من تكلفة قيادة السيارة للكيلومتر، الأمر الذي يشجع من ناحية أخرى على زيادة عدد الرحلات.

Reforestation – إعادة التشجير
غرس الأشجار في الأراضي التي كانت تحتوي في السابق على غابات إلا أنها حولت إلى بعض الاستخدامات الأخرى(٥). انظر أيضاً **التشجير وإزالة الغابات**.

Regulatory measures – تدابير تنظيمية
قواعد أو قوانين تضعها الحكومات لفرض مواصفات منتجات أو خصائص أداء عمليات. انظر أيضاً **المقاييس**.

Renewables – مصادر الطاقة المتجددة
مصادر الطاقة التي تتسم بأنها مستدامة في نطاق إطار زمني قصير بالنسبة للدورات الطبيعية للأرض وتتضمن تكنولوجيات غير كربونية مثل الطاقة الشمسية والطاقة الكهرمائية والرياح بالإضافة إلى تكنولوجيات لا تستخدم الكربون مثل **الكتلة الأحيائية**.

Research, development and demonstration – البحث والتطوير والبيان العملي
تستهدف أعمال البحث والتطوير في الميدان العلمي و/ أو الفني إعداد عمليات إنتاجية أو منتجات جديدة، وتقترن بتحليلات وتدابير تزود المستخدمين المحتملين بمعلومات عن استخدام المنتج الجديد أو العملية الجديدة؛ أما البيان العملي فيستهدف التحقق، عن طريق الاختبارات المنفذة في المنشآت الرائدة والتطبيقات الأخرى السابقة للمرحلة التجارية، من إمكانية استخدام هذه المنتجات أو العمليات.

Reserves – الاحتياطيات
تشير إلى الموجودات التي تحدد وتقاس باعتبارها قابلة للاسترجاع اقتصادياً وفنياً بالتكنولوجيات والأسعار الحالية. انظر أيضاً **الموارد**.

Reservoir – المستودع
عنصر من عناصر النظام المناخي، غير الغلاف الجوي، له القدرة على تخزين المواد المثيرة للقلق، مثل الكربون أو **غازات الدفيئة** أو السلائف، أو تجميعها أو إطلاقها. وتعتبر المحيطات والتربة والغابات من الأمثلة على مستودعات الكربون. والحوض تعبير مكافئ (لاحظ أن تعريف الحوض يشمل الغلاف الجوي في غالب الأحيان). وتسمى الكمية المطلقة لمادة مثيرة للقلق يحتفظ بها في مستودع لفترة زمنية محددة المخزون.

Resources – الموارد
الموارد هي الموجودات ذات الخصائص الجيولوجية و/أو الاقتصادية الأقل يقيناً ولكنها تعتبر ذات قابلية محتملة للاسترجاع من خلال المستحدثات التكنولوجية والاقتصادية المتوقعة.

Resource base – قاعدة الموارد
قاعدة الموارد تشمل الاحتياطيات والموارد.

Revenue recycling – إعادة استخدام العائدات
انظر التأثير التفاعلي.

Safe landing approach – نهج الهبوط الآمن
انظر نهج النوافذ التي يمكن تحملها.

Scenario – سيناريو
وصف معقول ومبسط في غالب الأحيان للطريقة التي قد يتطور بها المستقبل استناداً إلى مجموعة افتراضات متجانسة ومتسقة داخلياً عن القوى المحركة والعلاقات الرئيسية (مثل معدل تغير التكنولوجيا، الأسعار). ويلاحظ أن السيناريوهات ليست تنبؤات أو توقعات.

Sequestration – تنحية الأيونات
عملية زيادة المحتوى الكربوني لمستودع كربون غير الغلاف الجوي. وتشتمل النهج البيولوجية لتنحية الأيونات الإزالة المباشرة لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي عن طريق التغيير في استخدام الأراضي، والتشجير، وإعادة التشجير، والممارسات التي تعزز كربون التربة في الزراعة. وتشمل النهج الفيزيائية عزل وتصريف ثاني أكسيد الكربون المنبعث من غازات المداخن أو من معالجة الوقود الأحفوري لإنتاج الأجزاء الغنية بالهيدروجين وثاني أكسيد الكربون والتخزين الطويل الأجل تحت الأرض في مستودعات النفط والغازات المستنفدة وطبقات الفحم وطبقات المياه الجوفية المالحة.

SF6
انظر سداسي فلوريد الكبريت.

Sinks – مصارف/بواليع
أية عملية أو نشاط أو آلية تزيل غازات الدفيئة أو الأهباء أو سلائف غازات الدفيئة من الغلاف الجوي.

Social costs – التكاليف الاجتماعية
التكاليف الاجتماعية لنشاط ما تشمل قيمة جميع الموارد المستخدمة في توفيره. وبعض هذه الموارد مسعر والبعض الآخر ليس كذلك. ويشار إلى الموارد غير المسعرة على أنها عوامل خارجية. ومجموع تكاليف هذه العوامل الخارجية والموارد المسعرة هو الذي يشكل التكلفة الاجتماعية. انظر أيضاً التكاليف الخاصة والتكلفة الخارجية والتكلفة الكلية.

Socio-economic potential – الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية
تمثل الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية مستوى تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة الذي يمكن تحقيقه من خلال التغلب على العقبات الاجتماعية والثقافية أمام استخدام التكنولوجيات الفعالة بالقياس إلى التكلفة. انظر أيضاً الإمكانية الاقتصادية وإمكانية السوق والإمكانية التكنولوجية.

Source – مصدر
أية عملية أو نشاط أو آلية تطلق غازات الدفيئة أو الأهباء أو سلائف غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

Spillover effect – تأثير غير مباشر
التأثيرات الاقتصادية لتدابير التخفيف المحلية أو القطاعية على البلدان أو القطاعات الأخرى. ولا يرد في هذا التقرير أي تقييم للتأثيرات البيئية غير المباشرة. والتأثيرات غير المباشرة يمكن أن تكون موجبة أو سالبة وتشمل التأثيرات على التجارة وتسرب الكربون ونقل ونشر التكنولوجيا السليمة بيئياً وغير ذلك من القضايا.

Stabilization – التثبيت
تحقيق تثبيت تركيزات واحد أو أكثر من غازات الدفيئة (مثل ثاني أكسيد الكربون أو سلة غازات الدفيئة المكافئة لثاني أكسيد الكربون) في الغلاف الجوي.

Stabilization analysis – تحليل التثبيت
تشير هذه العبارة في هذا التقرير إلى التحليلات أو السيناريوهات التي تتناول تثبيت تركيزات غازات الدفيئة.

Stabilization scenarios – سيناريوهات التثبيت
انظر تحليل التثبيت.

Stakeholders – أصحاب الشأن
الشخص أو الكيان الذي لديه منح أو امتيازات أو أي نوع آخر من القيم أو المصالح التي تتأثر بإجراء محدد أو سياسة معينة.

Standards – المقاييس
مجموعة قواعد أو مبادئ تفرض أو تحدد أداء منتج (مثل درجات الجودة والأبعاد والخصائص وطرق الاختبار وقواعد الاستخدام). وتحدد المقاييس الدولية للمنتجات و/أو التكنولوجيا أو الأداء

الشروط الدنيا للمنتجات و/أو التكنولوجيات المتأثرة في البلدان التي تستخدم فيها. وتقلل المقاييس من **انبعاثات غازات الدفيئة** المرتبطة بتصنيع أو استخدام المنتجات و/أو تطبيق التكنولوجيا. انظر أيضاً **مقياس الانبعاثات، التدابير التنظيمية**.

Stock – المخزون

انظر **المستودع**.

Storyline – الواقع المنظور

وصف سردي لسيناريو (أو زمرة سيناريوهات) يبرز الخصائص الرئيسية للسيناريو والعلاقات بين القوى المحركة الرئيسية وديناميات السيناريوهات.

Structural change – تغيير هيكلي

تغييرات، على سبيل المثال، في الحصة النسبية من **الناتج المحلي الإجمالي** التي تنتجها قطاعات الصناعة أو الزراعة أو الخدمات في اقتصاد معين، أو، بعبارة أعم، تحويلات في النظم يتم بموجبها الاستعاضة بصورة كلية أو جزئية عن بعض المكوِّنات بمكوِّنات أخرى.

Subsidy – إعانة

مدفوعات مباشرة من الحكومة إلى كيان ما، أو خفض ضريبي لهذا الكيان، لتنفيذ أسلوب تود الحكومة تشجيعه. ويمكن خفض **انبعاثات غازات الدفيئة** من خلال خفض الإعانات التي تقدم حالياً والتي تؤثر في زيادة الانبعاثات، مثل إعانات استخدام **الوقود الأحفوري**، أو تقديم إعانات لممارسات تقلل من الانبعاثات أو تعزز **المصارف** (مثل تزويد المباني بالتجهيزات العازلة، أو غرس الأشجار).

Sulphur hexafluoride (SF6)– سداسي فلوريد الكبريت

أحد **غازات الدفيئة** الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى **بروتوكول كيوتو**. ويستخدم على نطاق واسع في الصناعات الثقيلة لعزل المعدات عالية الفلطية والمساعدة في تصنيع شبكات تبريد الكبلات. **وإمكانية الاحترار العالمي** التي ينطوي عليها هي ٢٣ ٩٠٠.

Supplementarity – التكميلية

ينص **بروتوكول كيوتو** على أن الاتجار **بالانبعاثات والتنفيذ المشترك** يكملان التدابير المحلية (مثل ضرائب الطاقة، مقاييس كفاءة الوقود، إلخ.) التي تتخذها البلدان المتقدمة للحد من **انبعاثات غازات الدفيئة** فيها. وفي إطار بعض التعاريف المقترحة للتكميلية (مثل فرض حد أقصى ملموس على مستوى الاستخدام) يمكن قصر استخدام البلدان المتقدمة لآليات **كيوتو** على تحقيق أهداف الخفض الخاصة بها. وهذا موضوع يتطلب مزيداً من التفاوض والتوضيح من جانب الأطراف.

Targets and timetables – الأهداف والجداول الزمنية

الهدف هو خفض **انبعاثات غازات الدفيئة** بنسبة محددة ابتداء من تاريخ **أساس** ("دون مستويات عام ١٩٩٠") يتم تحقيقه بحلول تاريخ معين أو وفق جدول زمني (من عام ٢٠٠٨ إلى عام ٢٠١٢ مثلاً). وعلى سبيل المثال فقد وافق الاتحاد الأوروبي، بمقتضى صيغة **بروتوكول كيوتو**، على خفض انبعاثاته من غازات الدفيئة بنسبة ٨٪ عن المستويات التي كانت عليها في عام ١٩٩٠ وذلك خلال فترة الالتزام ٢٠٠٨–٢٠١٢. والواقع أن هذه الأهداف والجداول الزمنية تمثل **حداً أقصى للانبعاثات** يُفرض على مجموع انبعاثات غازات الدفيئة التي يمكن أن تنبعث من بلد أو منطقة في فترة زمنية معينة. انظر أيضاً **الالتزامات المحددة كمياً للحد من الانبعاثات أو خفضها**.

Tax-interaction effect – تأثير تفاعل الضرائب

انظر **تأثير التفاعل**.

Technological potential – الإمكانية التكنولوجية

القدر الذي يمكن به خفض **انبعاثات غازات الدفيئة** أو تحسين **كفاءة الطاقة** بتنفيذ **تكنولوجيا** أو ممارسة تم بالفعل إثبات صلاحيتها. انظر أيضاً **الإمكانية الاقتصادية وإمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية**.

Technology – تكنولوجيا

مُعِدَة أو تقنية لأداء نشاط معين.

Technology or performance standard – التكنولوجيا أو مقياس الأداء

انظر **المقاييس**.

Technology trnasfer – نقل التكنولوجيا

المجموعة العريضة من العمليات التي تغطي تبادل المعارف والنقود والسلع فيما بين مختلف أصحاب الشأن مما يؤدي إلى نشر التكنولوجيا لتحقيق التكيف مع **تغير المناخ** أو التخفيف من آثاره. ويستخدم المصطلح، كمفهوم عام، ليشمل نشر التكنولوجيات والتعاون التكنولوجي فيما بين البلدان وداخلها.

Tolerable windows approach – نهج النوافذ التي يمكن تحملها

يحلل هذا النهج **انبعاثات غازات الدفيئة** بالشكل الذي يمكن به كبح جماحها باعتماد هدف مناخي – لا باعتماد هدف **لتثبيت** تركيزات غازات الدفيئة – طويل الأجل (يعبر عنه، على سبيل المثال، من حيث التغيرات في درجات الحرارة أو مستوى سطح البحر أو معدل هذه التغيرات). والهدف الرئيسي لهذا النهج هو تقييم تأثيرات هذه الأهداف طويلة الأجل على النطاقات القصيرة

أو المتوسطة الأجل "التي يمكن تحملها" والخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة. كما يشار إليها على أنها مناهج الهبوط الآمن. ويشار إلى هذا النهج أيضاً بأنه نهج الهبوط الآمن.

Top-down models – النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل

مصطلحا "النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل" و"النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى" مصطلحين مختصرين للنماذج التجميعية والنماذج التفصيلية. فتعبير النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل مستمد من الطريقة التي طبق بها واضعو النماذج نظرية الاقتصاد الكلي وتقنية الاقتصاد الرياضي على البيانات التاريخية عن الاستهلاك والأسعار والدخول وتكاليف العوامل لنمذجة الطلب النهائي على السلع والخدمات والإمدادات من القطاعات الرئيسية مثل قطاعات الطاقة والنقل والزراعة والصناعة. ولذا فإن النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل تقيّم النظام من متغيرات اقتصادية تجميعية مقابل النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى التي تبحث الخيارات التكنولوجية أو تضع خطوط سياسات محددة للتخفيف من تغير المناخ. غير أن بعض البيانات التكنولوجية أُدمجت في التحليل المصمم من أعلى إلى أسفل ومن ثم فإن التمييز بين هذين النوعين من النماذج ليس واضحاً إلى هذا الحد.

Total cost – التكلفة الكلية

جميع بنود التكلفة مجمعة معاً. وتتكون التكلفة الكلية للمجتمع من كل من التكلفة الخارجية والتكلفة الخاصة اللتين تُعرَّفان معاً بأنهما التكلفة الاجتماعية.

Trace gas – غاز نزر

عنصر صغير في الغلاف الجوي. ومن أهم الغازات النزرة التي تسهم في ظاهرة الدفيئة ثاني أكسيد الكربون والأوزون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة ومركبات الكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروفلوروكربون وسداسي فلوريد الكبريت وكلوريد الميثيل وبخار الماء.

Tradable quota system – نظام الحصص القابلة للتداول

انظر الاتجار بالانبعاثات.

Trade effects – التأثيرات التجارية

التأثيرات الاقتصادية للتغيرات في القوة الشرائية لمجموعة من السلع المصدرة في أحد البلدان بالنسبة لمجموعات من السلع المستوردة من شركائه التجاريين. وتغير السياسات المناخية من تكاليف الإنتاج النسبية وقد تغير معدلات التبادل التجاري بدرجة كبيرة تكفي لتغيير التوازن الاقتصادي النهائي.

Umbrella Group – مجموعة جامعة

مجموعة من البلدان المتقدمة غير الأوروبية إلى حد كبير تعمل من وقت إلى آخر ككتلة تفاوضية في بعض الموضوعات.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) – اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ

اعتُمدت الاتفاقية في ٩ أيار/ مايو ١٩٩٢ في نيويورك ووقع عليها، في قمة الأرض في ريو دي جانيرو في عام ١٩٩٢، أكثر من ١٥٠ بلداً والجماعة الاقتصادية الأوروبية. وهدف الاتفاقية النهائي هو "تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي". وتتضمن الاتفاقية التزامات على جميع الأطراف. وبموجب الاتفاقية تهدف الأطراف المدرجة في المرفق الأول إلى إعادة انبعاثات غازات الدفيئة التي لا ينظمها بروتوكول مونتريال إلى مستويات عام ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠٠٠. وقد بدأ نفاذ الاتفاقية في آذار/ مارس ١٩٩٤. انظر أيضاً مؤتمر الأطراف وبروتوكول كيوتو.

Uncertainty – عدم اليقين

تعبير لدرجة عدم معرفة قيمة ما (مثل حالة النظام المناخي في المستقبل). ويمكن أن ينتج عدم اليقين عن نقص المعلومات أو عدم الاتفاق عما هو معروف أو حتى على ما يمكن معرفته. وقد يكون لها الكثير من المصادر ابتداء من الأخطاء القابلة للتقييم الكمي في البيانات إلى التعريف الغامض للمفاهيم أو المصطلحات أو إسقاطات غير مؤكدة للسلوك البشري. ولذا يمكن تمثيل عدم اليقين بمقاييس كمية (مثل نطاق القيم المحسوبة عن طريق مختلف النماذج) أو بيانات عن النوعية (مثل تلك التي تعكس حكم فريق من الخبراء).

UNFCCC

انظر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

Value added – القيمة المضافة

الناتج الصافي لقطاع بعد جمع كل النواتج وخصم المدخلات الوسيطة.

Value – قيمة

قدر أو مرغوبية أو منفعة على أساس أفضليات الأفراد. والقيمة الكلية لأي مورد هي مجموع قيم مختلف الأفراد المشاركين في استخدام المورد. وتقاس القيم، وهي أساس تقدير التكاليف، بمدى استعداد الأفراد للدفع (WTP) مقابل الحصول على المورد أو بمدى استعداد الأفراد لقبول مدفوعات مقابل التخلي عن المورد.

Vision – رؤية

صورة عالم مستقبلي وهو عادة عالم مستقبلي مرغوب فيه.

Voluntary agreement – اتفاق طوعي

اتفاق بين هيئة حكومية وطرف من القطاع الخاص أو أكثر، فضلاً عن التزام من جانب واحد تعترف به الهيئة العامة لتحقيق الأهداف البيئية أو لتحسين الأداء البيئي بما يتجاوز نطاق الالتزام.

Voluntary measures – تدابير طوعية

تدابير لخفض انبعاثات غازات الدفيئة تعتمدها المؤسسات أو غيرها من الهيئات في ظل عدم وجود أوامر حكومية. وتساعد التدابير الطوعية على تيسير توافر المنتجات أو العمليات غير الضارة بالمناخ أو تشجيع المستهلكين على إدماج القيم البيئية في خياراتهم السوقية.