ipcc

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

تغيُّر المناخ 2014

التخفيف من تغيُّر المناخ

ملخص لصانعي السياسات والملخص الفني

الفريق العامل الثالث

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

WMO UNEP

تغيُّر المناخ 2014
التخفيف من تغيُّر المناخ

ملخص لصانعي السياسات
الملخص الفني

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

المحررون

Ottmar Edenhofer
(الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث، معهد بوتسدام لبحوث الآثار المناخية)

Ramón Pichs-Madruga
(الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث، مركز دراسات الاقتصاد العالمي)

Youba Sokona
(الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث، مركز الجنوب)

Jan C. Minx
(رئيس وحدة الدعم الفني)

Ellie Farahani
(رئيس عمليات)

Susanne Kadner
(رئيسة الشؤون العلمية)

Kristin Seyboth
(نائبة رئيسة الشؤون العلمية)

Anna Adler
(مساعدة فريق)

Ina Baum
(موظفة مشاريع)

Steffen Brunner
(كبير اقتصاديين)

Patrick Eickemeier
(محرر علمي)

Benjamin Kriemann
(موظف تكنولوجيا معلومات)

Jussi Savolainen
(مدير شبكة الويب)

Steffen Schlömer
(علمي)

Christoph von Stechow
(علمي)

Timm Zwickel
(كبير علميين)

وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث

© الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 2015

ISBN 978-92-9169-642-0

الشكل SPM.4 بصيغته المدرجة أصلاً في النسخة الرقمية من هذا المطبوع كان يحتوي على خطأ. وقد صُحح هذا الخطأ الآن في هذا المطبوع بعد أن تم في كانون الثاني/يناير 2015 اتخاذ الإجراءات ذات الصلة بموجب بروتوكول الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الخاص بتصحيح الأخطاء التي ترد في تقارير التقييم الخاصة بالهيئة، أو تقاريرها التجميعية، أو تقاريرها الخاصة، أو تقاريرها المنهجية.

والتسميات المستخدمة وطريقة عرض المواد في الخرائط لا تعني بأي حال من الأحوال التعبير عن أي رأي من جانب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في ما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطاتها، أو في ما يتعلق بتعيين حدودها أو تخومها.

صورة الغلاف:
شنغهاي، الصين، منظر جوي © Ocean/Corbis

صورة إهداء:
Elinor Ostrom © dpa

تصدير، وتمهيد، وإهداء، وتأبين

تصدير

تغيّر المناخ 2014: التخفيف من تغير المناخ هو الجزء الثالث من تقرير التقييم الخامس (AR5) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) - تغيّر المناخ 2013/2014 - وقد أعده الفريق العامل الثالث. ويقدّم المجلد تقييماً شاملاً وشفافاً للخيارات ذات الصلة للتخفيف من تغيّر المناخ من خلال الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG) أو منعها، فضلاً عن الأنشطة التي تخفّض تركيزاتها في الغلاف الجوي.

ويُبرز هذا التقرير أن تزايد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري قد تسارَع خلال العقد المنصرم على الرغم من تزايد عدد سياسات التخفيف. وتشير الأدلة من مئات من سيناريوهات التخفيف الجديدة إلى أن تثبيت الزيادة في درجة حرارة العالم خلال القرن الحادي والعشرين يتطلب التخلي أولاً عن نهج "سير الأمور كالمعتاد". ويبيّن التقرير في الوقت ذاته وجود طائفة متنوعة من مسارات الانبعاثات التي يمكن فيها قصر الزيادة في درجة الحرارة على أقل من درجتين مئويتين عن مستوى ما قبل عصر الصناعة. ولكن هذا الهدف يرتبط به قدر كبير من التحديات التكنولوجية والاقتصادية والمؤسسية. والتأخر في جهود التخفيف، أو محدودية توافر تكنولوجيات منخفضة الكربون، هو أمر يؤدي إلى زيادة هذه التحديات. وأهداف التخفيف الأقل طموحاً، من قبيل قصر الزيادة في درجة الحرارة على 2.5 درجة مئوية أو على 3 درجات مئوية، تنطوي على تحديات مماثلة، ولكن على نطاق زمني أبطأ. واستكمالاً لهذه الرؤى المتعمقة، يقدم التقرير تقييما شاملا لخيارات التخفيف التقنية والسلوكية المتاحة في قطاعات الطاقة والنقل والمباني والصناعة واستخدام الأراضي، ويقيِّم الخيارات السياساتية على نطاق مستويات الحكم بدءاً من النطاق المحلي وانتهاءً بالنطاق الدولي.

وقد عززت الاستنتاجات الواردة في هذا التقرير فهمنا لنطاق مسارات التخفيف المتاحة ومتطلباتها التكنولوجية والاقتصادية والمؤسسية الأساسية. ومن ثم فإن توقيت صدور هذا التقرير بالغ الأهمية، لأنه يمكن أن يوفّر معلومات جوهرية للمفاوضين المسؤولين عن عقد اتفاق جديد في 2015 في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. ولذا يستدعي التقرير اهتماماً عاجلاً من صانعي السياسات ومن عامة الجمهور.

وقد نجحت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، باعتبارها هيئة حكومية دولية شاركت في إنشائها في عام 1988 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، في تزويد صانعي السياسات بأفضل التقييمات العلمية والتقنية الموثوقة والموضوعية، التي لا تفرض سياسات، رغم صلتها الواضحة بالسياسات. وبدءاً من عام 1990، أصبحت هذه السلسلة من تقارير التقييم الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، وتقاريرها الخاصة، وورقاتها التقنية، وتقاريرها المنهجية، وغيرها من المنتجات، أعمالاً مرجعية معيارية.

وقد تسنى إعداد تقييم الفريق العامل الثالث هذا بفضل التزام وتفاني مئات كثيرة من الخبراء الذين يمثلون طائفة واسعة من المناطق والتخصصات العلمية. وتفخر المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة بانتماء كثيرين من الخبراء إلى أوساطهما وشبكاتهما.

ونحن نعرب عن بالغ امتناننا لجميع المؤلفين والمحررين المستعرضين والخبراء المستعرضين لتكريسهم معرفتهم وخبرتهم ووقتهم. ونود أن نشكر موظفي وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث وأمانة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على تفانيهم.

وندين بالشكر أيضا للحكومات التي دعمت مشاركة علمائها في إعداد هذا التقرير والتي ساهمت في الصندوق الاستئماني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) لتمويل المشاركة الجوهرية لخبراء من بلدان نامية وبلدان تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية.

ونود أن نعرب عن تقديرنا لحكومة إيطاليا لاستضافتها اجتماع تحديد نطاق تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، ولجمهورية كوريا، ونيوزيلندا، وإثيوبيا، وكذلك لجامعة Vigo ومركز بحوث اقتصاد الطاقة في إسبانيا لاستضافتها دورات صياغة مساهمة الفريق العامل الثالث، ولحكومة ألمانيا لاستضافتها الدورة الثانية عشرة للفريق العامل الثالث التي عُقدت في برلين من أجل الموافقة على تقرير الفريق. ونود، إضافة إلى ذلك، أن نشكر حكومات الهند وبيرو وغانا والولايات المتحدة وألمانيا لاستضافتها اجتماعات خبراء تقرير التقييم الخامس في كلكتا وليما وأكرا وواشنطن العاصمة وبوتسدام، على الترتيب. وأتاح الدعم المالي السخي المقدم من حكومة ألمانيا، والدعم اللوجستي المقدم من معهد بوتسدام لبحوث الآثار المناخية (ألمانيا)، قيام وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثالث بعملها بفعالية. ونحن نقر بهذا مع الامتنان.

ونحن نشكر الدكتور Rajendra Pachauri، رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) على إدارته وتوجيهه للهيئة. ونعرب عن بالغ العرفان للبروفيسور Ottmar Edenhofer، والدكتور Ramon Pichs- Madruga، والدكتور Youba Sokona، الرؤساء المشاركين للفريق العامل الثالث على دورهم الريادي في إعداد هذا التقرير وإصداره.

M. Jarraud
الأمين العام
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية

A. Steiner
المدير التنفيذي
برنامج الأمم المتحدة للبيئة

تمهيد

تقدّم مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس (AR5) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) تقييماً شاملاً وشفافاً للمؤلفات العلمية عن التخفيف من تغير المناخ. وهي تستند إلى مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع للهيئة (AR4) الصادر في عام 2007، والتقرير الخاص عن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من تغير المناخ (SRREN) الصادر في عام 2011، والتقارير السابقة ويتضمن استنتاجات وبحوثاً جديدة لاحقة. ويقيّم التقرير خيارات التخفيف على مستويات مختلفة من الحُكم وفي قطاعات اقتصادية مختلفة. كما يقيِّم التداعيات الاقتصادية لسياسات التخفيف المختلفة، ولكنه لا يوصي بأي خيار معيّن من أجل التخفيف.

نهج التقييم

تستطلع مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس الحلول المتاحة للتخفيف من تغير المناخ بناء على الخبرة والتوقعات بالنسبة للمستقبل. ويستند هذا الاستطلاع إلى تقييم شامل وشفاف للمؤلفات العلمية والتقنية والاجتماعية - الاقتصادية بشأن التخفيف من تغير المناخ.

والقصد من التقرير هو تيسير التداول المتكامل والشامل بشأن أهداف بدائل سياسات مناخية والسُبل الممكنة المختلفة لتحقيق تلك الأهداف (مثلاً، التكنولوجيات، والسياسات، والبيئات المؤسسية). وهو يفعل ذلك من خلال إعلام صانعي السياسات وعامة الجمهور بشأن التداعيات العملية لبدائل الخيارات السياساتية، أي ما يرتبط بها من تكاليف وفوائد ومخاطر ومفاضلات.

وكان دور علماء الفريق العامل الثالث أثناء دورة إعداد تقرير التقييم الخامس أشبه بدور راسم الخرائط: فقد رسموا خرائط للمسارات المختلفة ضمن الحلول المتاحة وأجروا تقييما للتداعيات والمفاضلات العملية المحتملة، وأبرزوا في الوقت نفسه افتراضات وأوجه عدم يقين ضمنية بشأن القيَم. ونتيجة لذلك، من الممكن أن يستخدم هذا التقرير صانعو السياسات كخريطة لسبر الأبعاد المجهولة على نطاق واسع للسياسة المناخية. وبدلا من تقديم توصيات بشأن كيفية حل المشاكل المعقدة على صعيد السياسات، يقدم التقرير معلومات مهمة تمكّن صانعي السياسات من تقييم بدائل خيارات التخفيف.

وتوجد أربع ركائز رئيسية لعملية رسم الخرائط هذه:

استطلاع أهداف بدائل السياسات المناخية: يحدد التقرير المتطلبات التكنولوجية والاقتصادية والمؤسسية لتثبيت الزيادات في متوسط درجة حرارة العالم عند مستويات مختلفة. وهو يحيط صانعي السياسات علماً بتكاليف تلك المتطلبات وفوائدها ومخاطرها والفرص التي تتيحها، مع الإقرار بأن أكثر من مسار واحد يمكن في كثير من الأحيان أن يؤدي إلى بلوغ هدف معيّن من أهداف السياسات.

تغليب الشفافية على الأحكام القيَمية الذاتية: يتأثر قرار اختيار مسار التخفيف بسلسلة من الخيارات المعيارية التي قد يكون هناك خلاف بشأنها في بعض الأحيان وتتعلق بهدف التثبيت الطويل الأجل نفسه، وترجيح أوزان أولويات اجتماعية أخرى وسياسات تحقيق الهدف. فكثيراً ما تكون الحقائق متشابكة مع القيم تشابكاً لا ينفصم، ولا يوجد حسم علمي بحت للخلاف بشأن القيمة. وما يستطيعه تقييم لكي يدعم نقاشاً عاماً منطقياً بشأن تضاربات القيمة هو أن يجعل الأحكام القيَمية الذاتية الضمنية ووجهات النظر الأخلاقية شفافة قدر الإمكان. وعلاوة على ذلك، ينبغي مناقشة أهداف السياسات المثيرة للخلاف وما يرتبط بها من مواقف أخلاقية في سياق السُبل اللازمة لبلوغ هذه الأهداف، ولا سيما تداعياتها وآثارها الجانبية المحتملة. ولذا تتطلب إمكانية أن تكون لإجراءات التخفيف آثار جانبية مناوئة اتباع نهج التقييم المتكرر.

الأهداف المتعددة في سياق التنمية المستدامة والمساواة: يسلّم الاستطلاع الشامل للحلول المتاحة في ميدان التخفيف من تغيّر المناخ بأن التخفيف نفسه سيكون هدفاً واحداً فقط بين أهداف أخرى لصانعي القرار. فصانعو القرار قد يكونون مهتمين باتباع مفهوم أوسع نطاقاً بشأن الرفاه. وهذا المفهوم الأوسع نطاقاً ينطوي أيضا على تقاسم الموارد المحدودة داخل البلدان وفي ما بينها وأيضا بين الأجيال. ويُناقش التخفيف من تغير المناخ هنا كمشكلة متعددة الأهداف مترسّخة في سياق التنمية المستدامة والمساواة الأوسع نطاقاً.

إدارة المخاطر: يمكن تحديد إطار التخفيف من تغير المناخ كعملية لإدارة المخاطر. وقد يتيح ذلك فرصاً كبيرة للبشرية، ولكنه سيقترن أيضاً بمخاطر وأوجه عدم يقين. وبعض تلك المخاطر قد تكون ذات طابع أساسي ولا يمكن الحد منها أو إدارتها بسهولة. ولذا يتمثل أحد الشروط الأساسية لأي تقييم علمي في الإبلاغ عن ما هنالك من أوجه عدم اليقين، حيثما أمكن، من حيث أبعادها الكمية وأبعادها الكيفية على السواء.

نطاق التقرير

لقد ركزت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (IPCC)، أثناء عملية تحديد نطاق المخطط العام لمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس والموافقة عليه، على جوانب الفهم الحالي لِعلم التخفيف من تغيّر المناخ التي رئي أنها هي الأهم بالنسبة لصانعي السياسات.

وأدرج الفريق العامل الثالث قسماً موسعاً لتحديد الإطار من أجل تحقيق الشفافية الكاملة بشأن المفاهيم والطرائق المستخدمة في التقرير كله، مع إبراز الأحكام القيمية الأساسية الذاتية المتعلقة بها. ويتضمن هذا تحسين التعامل مع المخاطر وتصوّرات المخاطر، وأوجه عدم اليقين، والمسائل الأخلاقية، فضلاً عن التنمية المستدامة.

ويبدأ استطلاع الحلول الممكنة للتخفيف من تغير المناخ بمجموعة جديدة من سيناريوهات خط الأساس والتخفيف. وتقدّم المجموعة الكاملة من السيناريوهات لأول مرة معلومات متسقة تماماً بشأن القسر الإشعاعي ودرجة الحرارة على نحو يتفق على نطاق واسع مع المعلومات المقدمة في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس. وقد طلبت اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إلى الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أن تقدم أدلة علمية ذات صلة من أجل استعراض هدف قصر الزيادة في متوسط درجة حرارة العالم على درجتين مئويتين وكذلك الهدف المتمثل في إمكانية قصر الزيادة على 1.5 درجة مئوية. ولذا فإن التقرير، مقارنة بتقرير التقييم الرابع، يقيّم عدداً كبيراً من سيناريوهات التثبيت المتسقة بوجه عام مع هدف قصر الزيادة في متوسط درجة حرارة العالم على درجتين مئويتين. وهو يتضمن سيناريوهات للسياسات تتحرى تداعيات وجود تأخر وتجزؤ في جهود التخفيف الدولية ووجود حوافظ تكنولوجيات تخفيف مقيّدة على تحقيق أهداف التخفيف المحددة وما يرتبط بها من تكاليف.

وترد في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس عدة عناصر جديدة. إذ يوجد فيها فصل كامل مكرّس للمستوطنات البشرية والهياكل الأساسية. وتُناقش هياكل الحُكم فيما يتعلق بتصميم سياسات التخفيف على كل من الصعيد العالمي والإقليمي والوطني ودون الوطني. ويختتم التقرير بفصل جديد عن احتياجات الاستثمار والتمويل.

هيكل التقرير

تتألف مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس من أربعة أجزاء:

الجزء الأول: مقدمة (الفصل 1)
الجزء الثاني: مسائل تحديد الإطار (الفصول 2 إلى 4)
الجزء الثالث: مسارات التخفيف من تغير المناخ (الفصول 5 إلى 12)
الجزء الرابع: تقييم السياسات والمؤسسات والتمويل (الفصول 13 إلى 16)

يورد الجزء الأول مقدمة لمساهمة الفريق العامل الثالث ويمهّد للفصول اللاحقة. وهو يصف 'الدروس المستفادة منذ صدور تقرير التقييم الرابع' و 'التحديات الجديدة لتقرير التقييم الخامس'. ويقدم عرضا موجزاً 'لاتجاهات التغير التاريخية والحالية والمستقبلية' بشأن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ويناقش المسائل التي تنطوي عليها سياسات التصدي لتغير المناخ، بما يشمل الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (المادة 2) والأبعاد البشرية لتغيّر المناخ (بما في ذلك التنمية المستدامة).

ويتناول الجزء الثاني مسائل تحديد الإطار التي توفر الشفافية في ما يتعلق بالأسس المنهجية والمفاهيم الأساسية بما يشمل الأحكام القيمية الذاتية للتقييم المفصّل لسياسات وتدابير التخفيف من تغير المناخ الواردة في الأجزاء اللاحقة. ويتناول كل فصل المسائل الرئيسية (الفصل 2: التقييم المتكامل للمخاطر وأوجه عدم اليقين في مجال سياسات التصدي لتغير المناخ؛ والفصل 3: المفاهيم والطرائق الاجتماعية والاقتصادية والأخلاقية؛ والفصل 4: التنمية المستدامة والمساواة)، ويمثّل نقطة مرجعية للفصول اللاحقة.

ويقدم الجزء الثالث تقييما متكاملا لمسارات التخفيف الممكنة وما يتعلق بكل منها من مساهمات قطاعية ومن تداعيات. وهو يجمع بين معلومات مشتركة بين القطاعات ومعلومات قطاعية عن مسارات التخفيف الطويلة الأجل وخيارات التخفيف المتوسطة الأجل في القطاعات الاقتصادية الرئيسية. ويعرض الفصل 5 (العوامل الدافعة واتجاهات التغير والتخفيف من تغير المناخ) سياق الفصول اللاحقة بتحديده اتجاهات التغير العالمية في أرصدة وتدفقات غازات الاحتباس الحراري (GHGs) والملوثات المناخية القصيرة العُمر باستخدام طرائق محاسبية مختلفة توفر منظورات تكميلية بشأن الماضي. وهو يناقش أيضا العوامل الدافعة للانبعاثات، وهو ما يستنير به تقييم الكيفية التي تطورت بها تاريخياً انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويحلل الفصل 6 (تقييم سُبل التحوّل) 1200 سيناريو جديد أعدها 31 فريقاً من أفرقة النمذجة في مختلف أنحاء العالم لاستكشاف الشروط المسبقة والآثار الاقتصادية والتكنولوجية لمسارات التخفيف ذات مستويات الطموح المختلفة. وتقدم الفصول القطاعية (الفصول 7 إلى 11) والفصل 12 (المستوطنات البشرية والهياكل الأساسية والتخطيط المكاني) معلومات عن مسارات التخفيف المختلفة عبر نظم الطاقة، والنقل، والمباني، والصناعة، والزراعة، والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، فضلاً عن الخيارات الخاصة بالمستوطنات البشرية والهياكل الأساسية، بما في ذلك الفوائد المصاحبة المحتملة، والآثار الجانبية المناوئة، وما يرتبط بكل خيار من تكاليف. وترد مناقشة المسارات المبيّنة في الفصل 6 في السياق الخاص بكل قطاع على حدة.

ويقيم الجزء الرابع السياسات على نطاقات الحُكم. فهو يبدأ بالتعاون الدولي (الفصل 13) ثم ينتقل إلى المستوى الإقليمي (الفصل 14) ثم المستويين الوطني ودون الوطني (الفصل 15) قبل أن يُختتم بفصل يقيّم مسائل الاستثمار والتمويل المشتركة بين القطاعات (الفصل 16). كما يستعرض هذا الجزء تجربة سياسات التخفيف من تغير المناخ - من حيث السياسات نفسها ومن حيث التفاعلات بين السياسات على صعيد القطاعات والنطاقات - ليقدم رؤى متعمّقة لصانعي السياسات بشأن هيكل السياسات التي تستوفي، على أفضل وجه، معايير التقييم، من قبيل الفعالية البيئية والاقتصادية وغيرها.

عملية التقييم

تمثل مساهمة الفريق العامل الثالث هذه في تقرير التقييم الخامس مجموع جهود مئات من كبار الخبراء في ميدان التخفيف من تغير المناخ وقد أُعدت وفقاً للقواعد والإجراءات التي وضعتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وعُقد في تموز/يوليه 2009 اجتماع لتحديد نطاق تقرير التقييم الخامس، وتمت الموافقة على المخططات العامة لمساهمات الأفرقة العاملة الثلاثة في الدورة الحادية والثلاثين التي عقدتها الهيئة في تشرين الثاني/نوفمبر 2009. ورشّحت الحكومات والمنظمات التي تتمتع بمركز المراقب لدى الهيئة خبراء من أجل أفرقة المؤلفين. وقُبل في الدورة الحادية والأربعين لمكتب الهيئة التي عُقدت في أيار/مايو 2010 الفريق المكون من 235 مؤلفاً رئيسياً منسّقاً ومؤلفاً رئيسيا إلى جانب 38 محرراً مستعرضاً اختارهم مكتب الفريق العامل الثالث. وقدم أكثر من 170 مؤلفاً مساهماً مسودة نص ومعلومات إلى أفرقة المؤلفين بناء على طلبها. وخضعت المسودات التي أعدها المؤلفون لجولتين من عمليات الاستعراض والتنقيح الرسمية أعقبتها جولة أخيرة من تعليقات الحكومات على الملخص لصانعي السياسات. وقدم أكثر من 800 خبير مستعرض و 37 حكومة أكثر من 38000 تعليق مكتوب. وقام المحررون المستعرضون لكل فصل برصد عملية الاستعراض لكفالة النظر المناسب في جميع التعليقات الاستعراضية الموضوعية. وقد وُوفق على الملخص لصانعي السياسات سطراً بسطر ثم قُبلت الفصول الأساسية في الدورة الثانية عشرة للفريق العامل الثالث التابع للهيئة IPCC التي عُقدت في برلين في الفترة من 7 إلى 11 نيسان/أبريل 2014.

شكر وتقدير

استلزم إعداد هذا التقرير جهداً كبيراً، شارك فيه أشخاص كثيرون من مختلف أنحاء العالم، بطائفة واسعة التنوع من المساهمات. ونحن نود أن نعرب عن شكرنا للمساهمات السخية التي قدمتها الحكومات والمؤسسات، التي مكّنت المؤلفين والمحررين المستعرضين والمستعرضين من الحكومات والخبراء من المشاركة في هذه العملية.

ولم يكن ليتسنى إعداد هذا التقرير إلا بفضل ما أبداه المؤلفون الرئيسيون المنسقون والمؤلفون الرئيسيون طيلة عملية الإعداد من خبرة وعمل شاق والتزام بالامتياز، بمساعدة مهمة من الكثيرين من المؤلفين المساهمين والمساعدين العلميين المعنيين بالفصول. ونود أيضا أن نعرب عن

تقديرنا للمستعرضين من الحكومات والخبراء، وأن نُقر بما استثمروه من وقت وطاقة لإبداء تعليقات بنّاءة ومفيدة على المسودات المختلفة. وكانت لمحررينا المستعرضين أيضا أهمية بالغة في عملية إعداد تقرير التقييم الخامس، إذ قدموا الدعم لأفرقة المؤلفين بتجهيز التعليقات وضمان إجراء مناقشة موضوعية للمسائل ذات الصلة.

ونود أيضا أن نتوجه بالشكر الجزيل لحكومات جمهورية كوريا ونيوزيلندا وإثيوبيا وكذلك جامعة Vigo ومركز بحوث اقتصاد الطاقة في إسبانيا، التي استضافت، بالتعاون مع مؤسسات محلية، الاجتماعات البالغة الأهمية للمؤلفين الرئيسيين التابعين للهيئة IPCC في شانغوون (تموز/يوليه 2011) وولينغتون (آذار/مـارس 2011) وVigo (تشرين الثاني/نوفمبر 2012) وأديس أبابا (تموز/يوليه 2013). وإضافة إلى ذلك، نود أن نشكر حكومات الهند وبيرو وغانا والولايات المتحدة وألمانيا لاستضافتها اجتماعات الخبراء في كلكتا (آذار/مارس 2011) وليما (حزيران/يونيه 2011) وأكرا (آب/أغسطس 2011) وواشنطن العاصمة (آب/أغسطس 2012) وبوتسدام (تشرين الأول/أكتوبر 2013)، على الترتيب. وأخيراً، نُعرب عن تقديرنا لمعهد بوتسدام لبحوث الآثار المناخية (PIK) لترحيبه بمؤلفينا الرئيسيين المنسقين في المعهد لعقد اجتماع ختامي (تشرين الأول/أكتوبر 2013).

ونحن نشعر بالامتنان بوجه خاص لما قدمته الحكومة الألمانية من مساهمة ودعم، لاسيما الوزارة الاتحادية للتعليم والبحوث (BMBF)، في تمويل وحدة الدعم الفني (TSU) للفريق العامل الثالث. وقد كان Gregor Laumann وSylke Lenz، اللذان يعملان في المركز الألماني الفضائي (DLR)، وكانا ينسقان هذا التمويل، على استعداد دائماً لتكريس وقت وطاقة لاحتياجات الفريق. ونود أيضا أن نعرب عن امتناننا للوزارة الاتحادية للبيئة وحفظ الطبيعة والبناء والسلامة النووية (BMUB) لتعاونها الجيد طيلة دورة إعداد تقرير التقييم الخامس ولتنظيمها الرائع للدورة التاسعة والثلاثين للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ - والدورة الثانية عشرة للفريق العامل الثالث التابع للهيئة - ولا سيما Nicole Wilke و Lutz Morgenstern. ونتوجه بالشكر أيضاً إلى Christiane Textor التي تعمل في المكتب الألماني للتنسيق مع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لما أبدته من تعاون جيد ولما أبدته من تفانٍ في عملها. ونُقر بمساهمة وزارة العلم والتكنولوجيا والبيئة (CITMA) بجمهورية كوبا، والمعهد الكوبي للأرصاد الجوية (INSMET) ومركز دراسات الاقتصاد العالمي (CIEM) لما قدموه من دعم، وكذلك للجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأفريقيا (UNECA) والمركز الأفريقي للسياسة المناخية (ACPC) التابع لها.

ونُعرب عن امتناننا لزملائنا في رئاسة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. فقد عززت اللجنة التنفيذية ويسّرت الأعمال العلمية والإجرائية التي قامت بها جميع الأفرقة العاملة الثلاثة لاستكمال مساهماتها: Rajendra K. Pachauri، وQin Dahe، وHoesung Lee، و Thelma Krug، و Chris Field، و Taka Hiraishi، وIsmail El Gizouli، وVicente Barros، وJean-Pascal van Ypersele، و Thomas Stocker. ونشكر بشكل خاص Rajendra K. Pachauri رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لما أبداه من تفانٍ وقيادة وفهم متعمق.

وقد قدّم مكتب الفريق العامل الثالث - الذي يضم Antonina Ivanova Bon-cheva (المكسيك)، و Carlo Carraro (إيطاليا)، وSuzana Kahn Ribeiro (البرازيل)، و Jim Skea (المملكة المتحدة)، و Francis Yamba (زامبيا)، وTaha Zatari (المملكة العربية السعودية) - مشورة مستمرة ورشيدة طيلة عملية إعداد تقرير التقييم الخامس. ونود أن نشكر Renate Christ، أمين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وموظفي الأمانة Gaetano Leone، و Jonathan Lynn، و Mary Jean Burer، و Sophie Schlingemann، وJudith Ewa، وJesbin Baidya، وWerani Zabula، وJoelle Fernandez، وAnnie Courtin، وLaura Biagioni، وAmy Smith، وCarlos Martin-Novella، و Brenda Abrar-Milani، و Nina Peeva، الذين قدموا دعماً لوجيستيا لاتصال حكومات وسفر خبراء من بلدان نامية وبلدان تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية. وتستحق شكرنا أيضاً Francis Hayes، التي عملت كموظفة مؤتمرات في ما يتعلق بدورة الموافقة التي عقدها الفريق العامل الثالث.

ونعرب عن تقديرنا الكبير للدعم الذي قدمه في مجال الرسوم البيانية Kay Schröder والفريق الذي يعمل معه في Daily-Interactive Digitale Kommunikation، وكذلك لتحرير النسخ الذي قامت به Stacy Hunt والفريق الذي يعمل معها في Confluence Communications، ولأعمال التوضيب التي قام بها Gerd Blumenstein والفريق الذي يعمل معه في Da-TeX، وللفهرس الذي أعده Stephen Ingle والفريق الذي يعمل معه في WordCo، ولأعمال الطباعة التي قام بها Matt Lloyd والفريق الذي يعمل معه في مطبعة جامعة كمبريدج. وقد تفضّل معهد بوتسدام لبحوث الآثار المناخية (PIK) باستضافة مكاتب وحدة الدعم الفني.

وأخيراً وليس آخراً، يسرّنا أن نقر بما قام به موظفو الدعم الفني للفريق العامل الثالث من عمل بلا كلل. ونتوجه بشكرنا إلى Jan Minx وEllie Farahani وKristin Seyboth وSusanne Kadner وAnna Adler و Ina Baum وPatrick Eickemeier وSteffen Brunner وBenjamin Kriemann وJussi Savolainen وSteffen Schlömer وChristoph von Stechow وTimm Zwickel، لما أبدوه من مهنية وإبداع وتفانٍ لتنسيق عملية كتابة التقرير ولكفالة مُنتج نهائي عالي الجودة. وقد ساعدهم Hamed Beheshti و Siri Chrobog و Thomas Day و Sascha Heller و Ceren Hic و Lisa Israel و Daniel Mahringer و Inga Römer و Geraldine Satre-Buisson و Fee Stehle و Felix Zoll، الذين نقدّر دعمهم وتفانيهم أيما تقدير.

المخلصون،

Ramon Pichs-Madruga
الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث
للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

Youba Sokona
الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث
للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

Ottmar Edenhofer
الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث
للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

إهداء

Elinor Ostrom
(7 آب/أغسطس 1933 - 12 حزيران/يونيه 2012)

نهدي هذا التقرير لذكرى Elinor Ostrom، أستاذة العلوم السياسية بجامعة إنديانا والحاصلة على جائزة نوبل في الاقتصاد. فقد قدم عملها مساهمة أساسية في فهم العمل الجماعي والثقة والتعاون في إدارة موارد المجموعة المشتركة، بما يشمل الغلاف الجوي. فقد أطلقت خطة للبحوث شجعت العلماء على استطلاع الكيفية التي يمكن بها لطائفة متنوعة من السياسات المتداخلة على صعيد المدينة وعلى الأصعدة الوطنية والإقليمية والدولية أن تمكّن البشرية من إدارة مشكلة المناخ. وقد كان تقييم التخفيف من تغير المناخ على نطاق مستويات مختلفة من الحُكم والقطاعات والمناطق محور تركيز جديداً لمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس. وقد استفدنا من رؤية Elinor Ostrom ومن قيادتها الفكرية استفادة جمّة.

تأبين

(2013-1965) Luxin Huang
مؤلف رئيسي في الفصل 12 بشأن المستوطنات البشرية، والهياكل الأساسية، والتخطيط المكاني

(2011-1947) Leon Jay (Lee) Schipper
محرر مستعرض في الفصل 8 بشأن النقل

ساهم Luxin Huang في الفصل 12 بشأن المستوطنات البشرية، والهياكل الأساسية، والتخطيط المكاني. وكان عندئذ مديراً لإدارة التعاون الدولي والتنمية في الأكاديمية الصينية للتخطيط والتصميم الحضريين (CAUPD) في بيجين، الصين، حيث عمل لمدة 27 عاماً. ولقد تركت وفاة Luxin Huang المفاجئة وهو في الثامنة والأربعين إحساساً كبيراً بالأسى لدى الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC).

وكان Lee Schipper عالماً كبيراً في ميدان النقل والطاقة والبيئة. وكان يتطلع إلى دوره كمحرر مستعرض للفصل الذي يتناول النقل عندما وافته المنيّة وهو في الرابعة والستين. وقد عمل Lee Schipper عن كثب مع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لسنوات كثيرة، فساهم كمؤلف رئيسي في فصل تقرير التقييم الثاني للهيئة IPCC الذي تناول خيارات التخفيف في قطاع النقل. وتفتقد الهيئة خبرته وتوجيهاته العظيمة، كما نفتقد مساهماته الفكاهية والموسيقية.

لقد كان كلا هذين الباحثين مساهمَيْن متفانيَيْن في عملية التقييم التي قامت بها الهيئة IPCC. وتمثل وفاتهما خسارة فادحة للأوساط العلمية الدولية. ويذكر المؤلفون والأعضاء في الفريق العامل الثالث للهيئة بكل الإعزاز Luxin Huang و Lee Schipper.

المحتويات

المادة الأمامية

تصدير vii

تمهيد ix

إهداء xiii

تأبين xv

SPM

ملخص لصانعي السياسات 1

TS

الملخص الفني 33

مرفق

مرفق الفصول مسرد المصطلحات، والأسماء المختصرة، والرموز الكيميائية 111

ملخص لصانعي السياسات

ملخص
لصانعي
السياسات

ملخص لصانعي السياسات

فريق الصياغة:

Ottmar Edenhofer (ألمانيا)، Ramón Pichs-Madruga (كوبا)، Youba Sokona (مالي)،Shardul Agrawala (فرنسا)، Igor Alexeyevich Bashmakov (روسيا)، Gabriel Blanco (الأرجنتين)، John Broome (المملكة المتحدة)، Thomas Bruckner (ألمانيا)، Steffen Brunner (ألمانيا)،Mercedes Bustamante (البرازيل)، Leon Clarke (الولايات المتحدة الأمريكية)، Felix Creutzig (ألمانيا)، Shobhakar Dhakal (نيبال / تايلند)، Navroz K. Dubash (الهند)، Patrick Eickemeier (ألمانيا)،Manfred Fischedick (كندا)، Ellie Farahani (ألمانيا)، Marc Fleurbaey (فرنسا)، Reyer Gerlagh (هولندا)، Luis Gómez-Echeverri (كولومبيا / النمسا)، Sujata Gupta (الهند / الفلبين)، Jochen Harnisch (ألمانيا)، Kejun Jiang (الصين)، Susanne Kadner (ألمانيا)، Sivan Kartha (الولايات المتحدة الأمريكية)، Volker Krey (النمسا / ألمانيا)، Howard Kunreuther (الولايات المتحدة الأمريكية)، Oswaldo Lucon (البرازيل)، Omar Masera (المكسيك)، Jan Minx (ألمانيا)، Yacob Mulugetta (المملكة المتحدة / إثيوبيا)، Anthony Patt (النمسا / سويسرا)، Nijavalli H. Ravindranath (الهند)، Keywan Riahi (النمسا)، Joyashree Roy (الهند)، Roberto Schaeffer (البرازيل)، Steffen Schlömer (ألمانيا)، Karen Seto (الولايات المتحدة الأمريكية)، Kristin Seyboth (الولايات المتحدة الأمريكية)، Ralph Sims (نيوزيلندا)، Jim Skea (المملكة المتحدة)، Pete Smith (المملكة المتحدة)، Eswaran Somanathan (الهند)، Robert Stavins (الولايات المتحدة الأمريكية)، Christoph von Stechow (ألمانيا)، Thomas Sterner (السويد)،Taishi Sugiyama (اليابان)، Sangwon Suh (جمهورية كوريا / الولايات المتحدة الأمريكية)، Kevin Chika Urama (نيجيريا / المملكة المتحدة)، Diana Ürge-Vorsatz (هنغاريا)، David Victor (الولايات المتحدة الأمريكية)، Dadi Zhou (الصين)، Ji Zou (الصين)، Timm Zwickel (ألمانيا)

فريق المساهمين في الصياغة

Giovanni Baiocchi (المملكة المتحدة / إيطاليا)، Helena Chum (الولايات المتحدة الأمريكية / البرازيل)، Jan Fuglestvedt (النرويج)، Helmut Haberl (النمسا)، Edgar Hertwich (النرويج / النمسا)، Elmar Kriegler (ألمانيا)، Joeri Rogelj (سويسرا / بلجيكا)، H.-Holger Rogner (ألمانيا)،Michiel Schaeffer (هولندا)، Steven J. Smith (الولايات المتحدة الأمريكية)، Detlef van Vuuren (هولندا)، Ryan Wiser (الولايات المتحدة الأمريكية)

وينبغي الاستشهاد بهذا الملخص لصانعي السياسات بوصفه:

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2014:ملخص لصانعي السياسات، في: تغير المناخ 2014، التخفيف من تغيّر المناخ. مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. مطبعة جامعة كيمبريدج، كيمبريدج، المملكة المتحدة، ونيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية

جدول المحتويات

SPM.1 المقدمة 4

SPM.2 نُهُج التخفيف من تغيُّر المناخ 4

SPM.3 اتجاهات أرصدة وتدفقات غازات الدفيئة والعوامل الدافعة لها 6

SPM.4 مسارات وتدابير التخفيف في سياق التنمية المستدامة 10

SPM.4.1 مسارات التخفيف في الأجل الطويل 10

SPM.4.2 مسارات وتدابير التخفيف القطاعية والمشتركة بين القطاعات 17

SPM.4.2.1 مسارات وتدابير التخفيف المشتركة بين القطاعات 17

SPM.4.2.2 إمدادات الطاقة 20

SPM.4.2.3 قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة 21

SPM.4.2.4 الزراعة، والحراجة، والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) 24

SPM.4.2.5 المستوطنات البشرية، والهياكل الأساسية، والتخطيط المكاني 25

SPM.5 سياسات ومؤسسات التخفيف 26

SPM.5.1 السياسات القطاعية والوطنية 26

SPM.5.2 التعاون الدولي 30

SPM.1 المقدمة

تُقيِّم مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (AR5) المؤلفات المتعلقة بالجوانب العلمية والتكنولوجية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية للتخفيف من تغيّر المناخ. وهي تستند إلى مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (AR4)، والتقرير الخاص عن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من تغيّر المناخ (SRREN)، والتقارير السابقة وتضم الاستنتاجات والبحوث اللاحقة. ويقيِّم التقرير أيضاً خيارات التخفيف على مستويات مختلفة من الحُكم وفي قطاعات اقتصادية مختلفة، والآثار المجتمعية لسياسات التخفيف المختلفة، ولكنه لا يوصي بأي خيار معيَّن لأغراض التخفيف.

ويتّبع هذا الملخص لصانعي السياسات (SPM) هيكل تقرير الفريق العامل الثالث. والسرد الوارد فيه تدعمه سلسلة من الاستنتاجات المبرزة التي توفر، معاً، ملخصاً مقتضباً. ويرد أساس هذا الملخص لصانعي السياسات في أقسام فصول التقرير وفي الملخص الفني (TS). وترد بين أقواس معقوفة الإحالات إلى هذه الأقسام.

وتستند درجة اليقين بشأن استنتاجات هذا التقييم، كما هو الحال في تقارير جميع الأفرقة العاملة الثلاثة، إلى تقييم الفريق الذي أعد التقرير للفهم العلمي الذي يقوم عليه، ويعبّر عن ذلك بمستوى نوعي من الثقة (يتدّرج من منخفض جداً إلى مرتفع جداً)، ويستند، حيثما أمكن، إلى درجة احتمال ذات أرجحية محددة كمياً، تتدرج من غير مرجح بشأن استثنائي إلى مؤكد تقريباً. وتستند الثقة في صحة أي استنتاج إلى نوع الأدلة وكميتها ونوعيتها واتساقها (مثلاً، بيانات، وفهم آلي، ونظرية، ونماذج، وتقدير خبراء) ومستوى التوافق بشأنها.[1] وتستند تقديرات احتمال المقاييس المحددة القيمة لعدم اليقين بشأن استنتاج ما إلى تحليل إحصائي للرصدات أو نتائج النماذج، أو إلى كليهما، وتقدير الخبراء.[2] وتُصاغ الاستنتاجات أيضاً، عند الاقتضاء، كبيانات وقائع بدون استخدام محدِّدات لعدم اليقين. وفي فقرات هذا الملخص، تنطبق مصطلحات الثقة والأدلة والتوافق بشأن استنتاج مبيَّن بلون داكن على الأقوال اللاحقة التي ترد في الفقرة، ما لم تقدَّم مصطلحات إضافية.

SPM.2 نُهُج التخفيف من تغيّر المناخ

التخفيف هو تدخُّل بشري للحد من مصادر غازات الدفيئة أو لتعزيز مصارفها (بالوعاتها). والتخفيف، إلى جانب التكيّف مع تغيّر المناخ، يسهم في الهدف المعرب عنه في المادة 2 من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (UNFCCC):

> الهدف النهائي لهذه الاتفاقية وأي صكوك قانونية ذات صلة هو القيام، وفقاً لأحكام الاتفاقية ذات الصلة، بتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخُّل الإنسان بشكل خطير في نظام المناخ. وينبغي بلوغ هذا المستوى في إطار زمني يسمح للنُظم الإيكولوجية بالتكيف بشكل طبيعي مع تغيّر المناخ ويضمن عدم تعرّض إنتاج الأغذية للخطر ويمكّن التنمية الاقتصادية من المضي على نحو مستدام.

ويمكن أن تستنير التكيفات المناخية باستنتاجات العِلم، والطرق النُظمية من تخصصات أخرى. [1.2، 2.4، 2.5، الإطار 3.1]

---

[1] تُستخدم مصطلحات الملخص التالية لوصف الأدلة المتاحة: محدودة، أو متوسطة، أو قوية؛ وبالنسبة لمستوى التوافق: منخفض، أو متوسط، أو مرتفع. ويُعبَّر عن مستوى الثقة باستخدام خمسة محددات هي: منخفضة جداً، ومنخفضة، ومتوسطة، وعالية، وعالية جداً، والطباعة بأحرف مائلة، مثلاً ثقة متوسطة. وفي ما يتعلق بأي أدلة وبيان أي مستوى توافق، يمكن إعطاء مستويات ثقة مختلفة، غير أن تزايد مستويات الأدلة ومستويات التوافق يرتبط بتزايد الثقة. وللاطلاع على مزيد من التفاصيل، يرجى الرجوع إلى المذكرة التوجيهية الموجهة إلى المؤلفين الرئيسيين لتقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ عن المعاملة المتسقة لأوجه عدم اليقين.

[2] استُخدمت المصطلحات التالية للإشارة إلى الأرجحية المقدّرة لأي نتيجة أو محصّلة: مؤكدة تقريباً (مرجّحة بنسبة تتراوح من 99 إلى 100 في المائة)، ومرجحة إلى حد كبير (مرجحة بنسبة تتراوح من 90 إلى 100 في المائة)، ومرجحة (مرجحة بنسبة تتراوح من 66 إلى 100 في المائة)، وتتساوى أرجحيتها مع عدم أرجحيتها تقريباً (مرجحة بنسبة تتراوح من 33 إلى 66 في المائة)، وغير مرجحة (مرجحة بنسبة تتراوح من صفر إلى 33 في المائة)، وغير مرجحة إلى حد كبير (مرجحة بنسبة تتراوح من صفر إلى 10 في المائة)، وغير مرجحة بشكل استثنائي (مرجحة بنسبة تتراوح من صفر إلى 1 في المائة). وقد تُستخدم أيضاً مصطلحات إضافية (تزيد أرجحية حدوثها عن عدم أرجحيته: >50 إلى 100 في المائة، وتزيد أرجحية عدم حدوثها عن أرجحية حدوثها: صفر -> في المائة) عند الاقتضاء. وتُطبع الأرجحية المقدّرة بأحرف مائلة، مثلاً: غير مرجحة إلى حد كبير.

والتنمية المستدامة والإنصاف يوفران أساساً لتقييم السياسات المناخية ويُبرزان ضرورة التصدي لمخاطر تغيّر المناخ.[3] إن الحد من تأثيرات تغيّر المناخ ضروري لتحقيق التنمية المستدامة والإنصاف، بما في ذلك القضاء على الفقر. وفي الوقت نفسه، قد تقوِّض بعض جهود التخفيف الإجراءات المتخذة بشأن الحق في تعزيز التنمية المستدامة، وبشأن تحقيق القضاء على الفقر وتحقيق الإنصاف. وبناء على ذلك، ينطوي إجراء تقييم شامل للسياسات المتاحة على تجاوز التركيز على سياسات التخفيف والتكيف وحدها لدراسة مسارات التنمية بوجه أعم، إلى جانب العوامل المحدِّدة لها [4.2، 4.3، 4.4، 4.5، 4.6، 4.8].

ولن يتحقق التخفيف الفعال إذا سعت آحاد الجهات الفاعلة إلى تعزيز مصالحها على نحو مستقل. فتغيّر المناخ يتسم بخصائص المشكلة التي تستلزم عملاً جماعياً على النطاق العالمي، لأن معظم غازات الدفيئة (GHGs) تتراكم بمرور الوقت وتمتزج عالمياً، بحيث تؤثر الانبعاثات من جهة فاعلة واحدة (مثلاً فرد، أو جماعة، أو شركة، أو بلد)، على الجهات الفاعلة الأخرى.[4] ولذا فإن التعاون الدولي مطلوب للتخفيف بفعالية من انبعاثات غازات الدفيئة وللتصدي للمسائل الأخرى المتعلقة بتغيّر المناخ [1.2.4، 2.6.4، 3.2، 4.2، 13.2، 13.3]. وعلاوة على ذلك، يمتد الأثر المعرفي لأعمال البحث والتطوير الداعمة للتخفيف. ومن الممكن أن يؤدي التعاون الدولي دوراً بناءً في تنمية المعرفة والتكنولوجيات السليمة بيئياً وفي نشرها ونقلها [1.4.4، 3.11.6، 11.8، 13.9، 14.4.3].

وتنشأ مسائل الإنصاف والعدل والنزاهة بخصوص التخفيف والتكيّف.[5] فالإسهامات السابقة والمقبلة للبلدان في تراكم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي تختلف، وتواجه البلدان أيضاً تحديات وظروفاً متباينة، وتختلف قدراتها على مواجهة متطلبات التخفيف والتكيف. وتشير الأدلة إلى أن النتائج التي قد يُنظر إليها على أنها منصفة قد تفضي إلى تعاون أكثر فعالية [3.10، 4.2.2، 4.6.2].

وتنطوي مجالات كثيرة من مجالات صنع السياسات المناخية على أحكام قيمية واعتبارات أخلاقية. وتتراوح هذه المجالات من مسألة مدى التخفيف اللازم لمنع حدوث تدخل خطير في نظام المناخ إلى الخيارات ما بين السياسات المحددة للتخفيف أو للتكيف [3.1، 3.2]. ويجوز استخدام تحليلات اجتماعية واقتصادية وأخلاقية لتستنير بها الأحكام القيمية وقد تأخذ في الاعتبار قيماً من مختلف الأنواع، بما في ذلك قيمة رفاه الإنسان، والقيم الثقافية، والقيم غير الإنسانية [3.4، 3.10].

ومن بين الطرق الأخرى، من الشائع استخدام التقييم الاقتصادي ليستنير به تصميم السياسات المناخية. وتشمل الأدوات العملية للتقييم الاقتصادي تحليل جدوى التكلفة، وتحليل فعالية التكلفة، والتحليل المتعدد المعايير، ونظرية المنفعة المتوقعة [2.5]. ونواحي القصور في هذه الأدوات موثّقة جيداً [3.5]. والنظريات الأخلاقية المستندة إلى دالات الرفاه الاجتماعي تعني ضمناً أن الأوزان المرجحة التوزيعية، التي تأخذ في الاعتبار القيمة المختلفة للنقود بالنسبة للأشخاص المختلفين، ينبغي تطبيقها على المقاييس النقدية للفوائد والمضار [3.6.1، الإطار TS.2]. وفي حين أن الوزن الترجيحي التوزيعي لم يُستخدم غالباً لأغراض مقارنة تأثيرات السياسات المناخية على أشخاص مختلفين في وقت واحد، فإنه من الممارسات المعيارية، في شكل خصم، لمقارنة التأثيرات في أوقات مختلفة [3.6.2].

وتتقاطع السياسة المناخية مع أهداف مجتمعية أخرى مما يؤدي إلى إمكانية وجود فوائد مصاحبة أو تأثيرات جانبية سلبية. وهذه التقاطعات يمكن، إذا أُديرت إدارة جيدة، أن تعزز أساس الاضطلاع بإجراءات مناخية. والتخفيف والتكيف يمكن أن يؤثراً إيجاباً أو سلباً على تحقيق أهداف مجتمعية أخرى، من قبيل تلك المتصلة بصحة الإنسان، والأمن الغذائي، والتنوع الأحيائي، ونوعية البيئة المحلية، والحصول على الطاقة وسُبل العيش، والتنمية المستدامة المنصفة؛ والعكس بالعكس. والسياسات المتبعة لتحقيق أهداف مجتمعية أخرى يمكن أن تؤثر على تحقيق أهداف التخفيف والتكيف [4.2، 4.3، 4.4، 4.5، 4.6، 4.8]. وهذه التأثيرات قد تكون كبيرة، وإن كان يصعب تحديدها كمياً في بعض الأحيان، لا سيما من حيث الرفاه [3.6.3]. وهذا المنظور المتعدد الأهداف هام لأسباب منها أنه يساعد على تحديد المجالات التي سيكون فيها الدعم المقدم للسياسات والذي يعزز أهدافاً متعددة قوياً [1.2.1، 4.2، 4.8، 6.6.1].

---

[3] انظر الملخص لصانعي السياسات الخاص بمساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الخامس (WGII AR5 SPM).

[4] يشار إلى هذا في علوم الاجتماع بأنه 'مشكلة مشتركة عالمية'. وبالنظر إلى أن هذا التعبير يُستخدم في علوم الاجتماع فإن له دلالات محددة بالنسبة للترتيبات القانونية أو لمعايير معينة بشأن تقاسم الجهد.

[5] انظر السؤال المتكرر 3.2 للاطلاع على توضيح لهذه المفاهيم. ويمكن أن توضح المؤلفات الفلسفية بشأن العدل وغيرها من المؤلفات هذه المسائل [3.2، 3.3، 4.6.2].

ويمكن أن تستنير السياسة المناخية بالنظر في طائفة متنوعة من المخاطر وأوجه عدم اليقين، التي يصعب قياس بعضها، ولا سيما الظواهر ذات الاحتمال المنخفض ولكن التي من شأنها أن تكون ذات أثر كبير إذا حدثت. ولقد فحصت المؤلفات العلمية، منذ تقرير التقييم الرابع، المخاطر المتعلقة بتغيّر المناخ، واستراتيجيات التخفيف والتكيف. وتقدير فوائد التخفيف تقديرا دقيقاً يأخذ في الاعتبار المجموعة الكاملة من الآثار المحتملة لتغيّر المناخ، بما في ذلك تلك ذات العواقب الشديدة ولكن احتمال حدوثها منخفض. وقد تقدَّر فوائد التخفيف لولا ذلك تقديراً بخساً (ثقة عالية) [2.5، 2.6، الإطار 3.9]. ويتأثر اختيار إجراءات التخفيف أيضاً بأوجه عدم اليقين بشأن كثير من المتغيرات الاجتماعية - الاقتصادية، بما في ذلك معدل النمو الاقتصادي وتطور التكنولوجيات (ثقة عالية) [2.6، 6.3].

ويتأثر تصميم السياسة المناخية بالكيفية التي يتصور بها الأفراد والمنظمات المخاطر وأوجه عدم اليقين، والكيفية التي يأخذون بها في الاعتبار تلك المخاطر وأوجه عدم اليقين. وكثيراً ما يستخدم البشر قواعد مبسطة لاتخاذ القرار، من قبيل تفضيل الوضع القائم. ويختلف الأفراد والمنظمات من حيث درجة النفور من المخاطر ومن حيث الأهمية النسبية التي يعطونها لعواقب إجراءات محددة في الأجل القريب مقابل عواقب تلك الإجراءات في الأجل الطويل [2.4]. ويمكن تحسين تصميم السياسة، بمساعدة طرق رسمية، من خلال مراعاة المخاطر وأوجه عدم اليقين التي تنطوي عليها النظم الطبيعية والاجتماعية - الاقتصادية والتكنولوجية وكذلك عمليات صنع القرار والتصورات والقيم والثروة [2.5].

SPM.3 اتجاهات أرصدة وتدفقات غازات الدفيئة والعوامل الدافعة لها

لقد واصلت الانبعاثات الكلية لغازات الدفيئة البشرية المنشأ تزايدها خلال الفترة من عام 1970 إلى عام 2010 مع حدوث زيادات عقدية مطلقة أكبر فيها قرب نهاية هذه الفترة (ثقة عالية). فرغم تزايد عدد سياسات التخفيف من تغير المناخ، زادت الانبعاثات السنوية من غازات الدفيئة بمتوسط قدره 1.0 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون ($GtCO_2eq$) (أي بنسبة 2.2 في المائة) سنوياً خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2010 مقارنةً بزيادتها بمتوسط قدره 0.4 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة من عام 1970 على عام 2000 (الشكل SPM.1).[6,7] وبلغت الانبعاثات الكلية من غازات الدفيئة البشرية المنشأ أعلى مستوياتها في تاريخ البشرية خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2010 وبلغت 49 (±4.5) غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2010. وأدت الأزمة الاقتصادية العالمية التي حدثت في عامي 2008/2007 إلى خفض تلك الانبعاثات مؤقتاً فحسب. [1.3، 5.2، 13.3، 15.2.2، الإطار TS.5، الشكل 15.1].

وأسهمت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري ومن العمليات الصناعية بنحو 78 في المائة من الزيادة الكلية في انبعاثات الدفيئة خلال الفترة من عام 1970 إلى عام 2010، مع إسهامها بنسبة مئوية مماثلة خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2010. (ثقة عالية). فقد بلغت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالوقود الأحفوري 32 (±2.7) غيغاطن سنوياً في عام 2010 وزادت زيادة إضافية بنحو 3 في المائة خلال الفترة من عام 2010 إلى عام 2011 وبنحو 1 إلى 2 في المائة خلال الفترة من عام 2011 إلى عام 2012. ويظل ثاني أكسيد الكربون، بين الانبعاثات الإجمالية لغازات الدفيئة التي بلغت 49 (±4.5) غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2010، هو أكبر غاز من غازات الدفيئة البشرية المنشأ بحيث كان يمثل 76 في المائة (±3.8 38 غيغا طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويا) من الانبعاثات الكلية لغازات الدفيئة البشرية المنشأ في عام 2010. ويتأتى 16 في المائة (±1.6 7.8 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) من الميثان (CH_4)، ويتأتى 6.2 في المائة (±1.9 3.1 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) من أكسيد النيتروز (N_2O)، ويتأتى 2.0 في المائة (±0.2 1.0 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) من الغازات المشبعة بالفلور (الشكل SPM.1). وسنوياً، منذ عام 1970، كان نحو 25% من غازات الدفيئة البشرية المنشأ في شكل غازات غير ثاني أكسيد الكربون[8]. [1.2، 5.2].

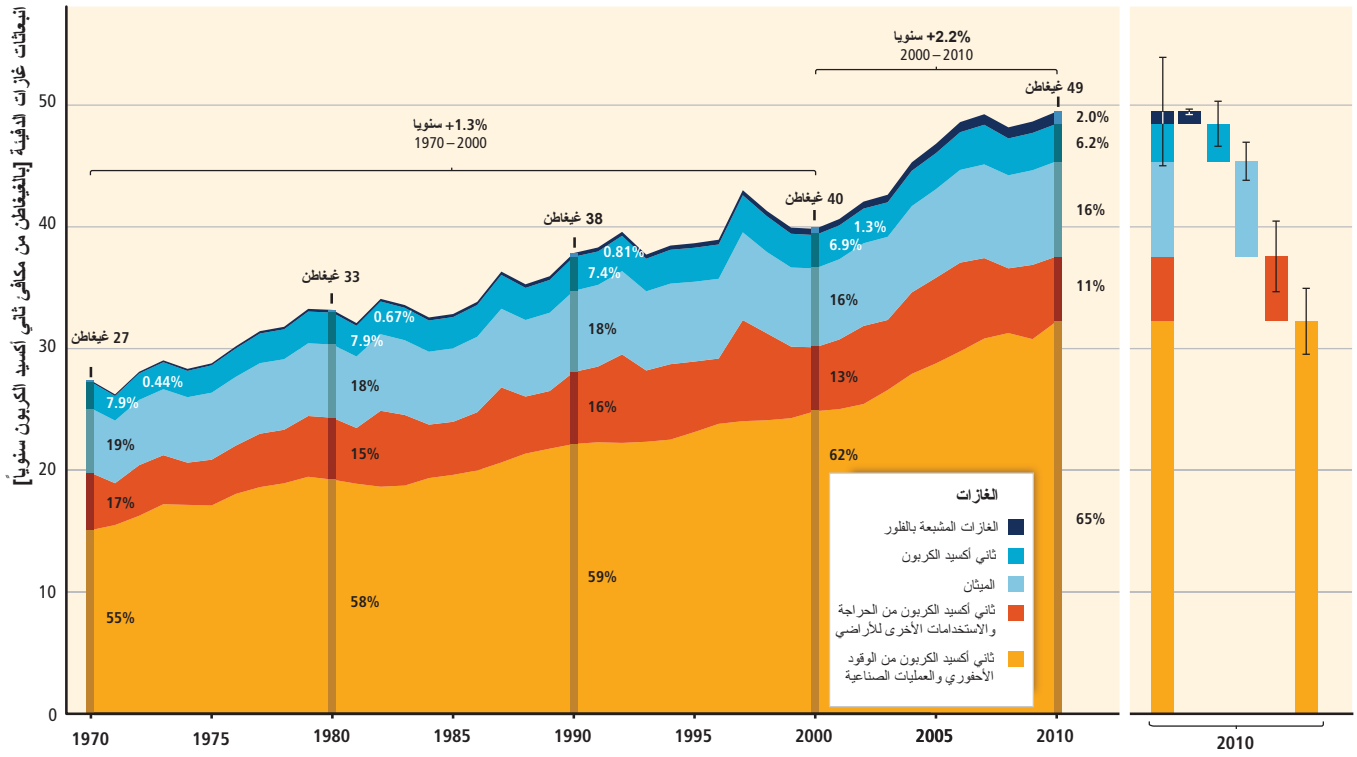
---

[6] في الملخص لصانعي السياسات كله، ترجّح انبعاثات غازات الدفيئة بواسطة إمكانيات الاحترار العالمي على مدى 100 عام (GWP_{100}) المستمدة من تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتنطوي جميع المقاييس على أوجه قصور وأوجه عدم يقين في ما يتعلق بتقييم عواقب الانبعاثات المختلفة. [3.9.6، الإطار TS.5، المرفق II.2.9، الملخص لصانعي السياسات الخاص بالفريق العامل الأول].

[7] وفي هذا الملخص لصانعي السياسات، يُبلغ عن عدم اليقين بشأن البيانات التاريخية لانبعاثات غازات الدفيئة باستخدام فواصل عدم يقين قدرها 90 % ما لم يُذكر خلاف ذلك. ومستويات هذه الانبعاثات مدورة إلى أقرب رقمين مهمّين في هذه الوثيقة كلها، ونتيجة لذلك، قد تحدث فروق صغيرة في المجاميع بسبب تدوير الأرقام.

[8] البيانات الواردة في هذا التقرير عن غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون، بما فيها الغازات المشبّعة بالفلور، مستمدة من قاعدة بيانات النظام الإلكتروني لجمع البيانات وتحليلها واسترجاعها (EDGAR) (المرفق II.9)، التي تشمل المواد المدرجة في بروتوكول كيوتو في فترة الالتزام الأولى الخاصة به.

الانبعاثات الكلية السنوية من غازات الدفيئة البشرية المنشأ حسب مجموعات الغازات في الفترة 1970-2010



الشكل SPM.1 | الانبعاثات الكلية السنوية لغازات الدفيئة البشرية المنشأ (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) حسب مجموعات الغازات في الفترة 1970-2010: ثاني أكسيد الكربون المنبعث من حرق الوقود الأحفوري ومن العمليات الصناعية؛ وثاني أكسيد الكربون المنبعث من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU)؛ والميثان (CH_4)؛ وأكسيد النيتروز (N_2O)؛ والغازات المشبّعة بالفلور[9] التي يشملها بروتوكول كيوتو (F-gases). وعلى الجانب الأيمن من الشكل تُذكر انبعاثات غازات الدفيئة في عام 2010 مرة أخرى مفصلة إلى هذه المكونات مع ما يرتبط بها من أوجه عدم يقين (فاصل ثقة يبلغ 90%) مبينة بواسطة أعمدة للأخطاء. والانبعاثات الكلية من غازات الدفيئة البشرية المنشأ مستمدة من تقديرات آحاد الغازات كما هي موصوفة في الفصل 5 (5.2.3.6). والانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري معروفة بدرجة عدم يقين تبلغ 2 في المائة (فاصل ثقة قدره 90%). أما انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي فترتبط بها أوجه عدم يقين كبيرة جداً في حدود 50± %. وقدّر عدم اليقين بشأن الانبعاثات العالمية من الميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) والغازات المشبّعة بالفلور (F-gases) بأنه يبلغ 20 % ، و 60 % ، و 20 %، على الترتيب. وكان عام 2010 هو أحدث عام كانت فيه إحصاءات انبعاثات جميع الغازات وكذلك تقييمات أوجه عدم اليقين المرتبطة بها كاملة بشكل أساسي وقت جمع آخر بيانات من أجل هذا التقرير. وتحوّل الانبعاثات إلى مكافئات لثاني أكسيد الكربون استناداً إلى إمكانيات الاحترار العالمي على مدى 100 عام (GWP1006) المستمدة من تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ. وتمثّل بيانات الانبعاثات من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البرية من حرائق الغابات وحرائق الخث وانحلال الخث التي تمثل تقريباً لصافي تدفق ثاني أكسيد الكربون من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي كما هي موصوفة في الفصل 11 من هذا التقرير. ويسلّط الضوء على معدل النمو السنوي خلال فترات مختلفة بواسطة الأقواس المعقوفة. [الشكل 1.3، والشكل TS.1]

ونحو نصف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ التراكمية خلال الفترة ما بين عامي 1750 و 2010 قد حدثت في الأعوام الأربعين الأخيرة (ثقة عالية). ففي عام 1970، كانت الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري وإنتاج الإسمنت والاشتعال منذ عام 1750 تبلغ 35±420 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون؛ وفي عام 2010 زاد هذا المجموع التراكمي بمقدار ثلاثة أمثال ليبلغ 1300 110± غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون (الشكل SPM.2). وزادت الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU) منذ عام 1750 من 180±490 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في عام 1970 إلى 680 ± 300 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2010. [5.2]

وقد زادت انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ السنوية بمقدار 10 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2010، وتأتي هذه الزيادة مباشرةً من قطاعات الإمداد بالطاقة (47 في المائة)، والصناعة (30 في المائة)، والنقل (11 في المائة)، والمباني (3 في المائة) (ثقة متوسطة). **وإذا احتُسبت الانبعاثات غير المباشرة فإنها تؤدي إلى زيادة مساهمات قطاعي المباني والصناعة** (ثقة عالية). ومنذ عام 2000، أخذت انبعاثات غازات الدفيئة في التزايد في جميع القطاعات، باستثناء الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU). ومن الانبعاثات البالغة 49 (4.5±) غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الصناعة، كان 14 في المائة (7.0 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في قطاع النقل، و 6.4 في المائة (3.2 غيغاطن من مكافئ ثاني

[9] الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU) - التي يشار إليها أيضا بالاسم المختصر LULUCF (استخدام الأراضي، والتغيّر في استخدام الأراضي، والحراجة) - هي مجموعة فرعية من انبعاثات وعمليات إزالة غازات الدفيئة المرتبطة باستخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي وأنشطة الحراجة البشرية المباشرة باستثناء الانبعاثات الزراعية وعمليات إزالتها (انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس).

أكسيد الكربون) في قطاع المباني. وعندما تُعزى الانبعاثات من الكهرباء وإنتاج الحرارة إلى القطاعات التي تستخدم الطاقة النهائية (أي الانبعاثات غير المباشرة)، فإن حصة قطاع الصناعة وحصة قطاع المباني في الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة تزيد بنسبة قدرها 31 في المائة وبنسبة قدرها 19 في المائة7، على الترتيب (الشكل SPM.2). [7.3، 8.2، 9.2، 10.3، 11.3]

وعالميا، يظل النمو الاقتصادي والنمو السكاني أهم عاملين دافعين للزيادات في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري. وقد بقيت مساهمة النمو السكاني خلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2010 مماثلة تقريباً للعقود الثلاثين السابقة، بينما ارتفعت مساهمة النمو الاقتصادي ارتفاعاً حاداً (ثقة عالية). وخلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2010 فاقت سرعة كلا هذين العاملين سرعة تخفيضات الانبعاثات الناجمة عن التحسينات في كثافة استخدام الطاقة (الشكل SPM.3). ولكن تزايد استخدام الفحم بالنسبة إلى مصادر الطاقة الأخرى أدى إلى عكس مسار اتجاه الإزالة التدريجية للكربون من إمدادات الطاقة العالمية الذي دام أمداً طويلاً. [1.3، 5.3، 7.2، 14.3، TS.2.2]

ومن المتوقع، إذا لم تُبذل جهود إضافية لخفض انبعاثات غازات الدفيئة تتجاوز الجهود المبذولة حالياً، أن يستمر نمو الانبعاثات نتيجة للنمو في عدد سكان العالم وفي الأنشطة الاقتصادية. وسيناريوهات خط الأساس، أي بدون تخفيف إضافي، تسفر عن زيادات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة في عام 2100 تتراوح من 3.7 درجة مئوية إلى 4.8 درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل عصر الصناعة[10](قيم متوسطة؛ ويتراوح النطاق من 2.5 درجة مئوية إلى 7.8 درجة مئوية عندما يُدرج عدم اليقين المناخي، انظر الجدول SPM.1)[11] (ثقة عالية). وتمثل سيناريوهات الانبعاثات التي أُعدت من أجل هذا التقييم القسر الإشعاعي الكامل بما يشمل غازات الدفيئة (GHGs)، وأوزون التروبوسفير، والأهباء الجوية، وتغيّر الألبيدو (البياض). وتتجاوز سيناريوهات خط الأساس (السيناريوهات بدون بذل جهود إضافية صريحة لتقييد الانبعاثات) 450 جزءاً من المليون (ppm) من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2030 وتتراوح مستويات تركيز مكافئات ثاني أكسيد الكربون من 750 جزءاً من المليون إلى أكثر من 1,300 جزء من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. وهذا يماثل نطاقاً لمستويات التركيز في الغلاف الجوي يتراوح من مسار التركيز النموذجي RCP 6.0 إلى مسار التركيز النموذجي RCP 8.5 في عام 2100.[12] ولأغراض المقارنة، يقدّر أن تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2011 كان يبلغ 430 جزءاً من المليون (يتراوح نطاق عدم اليقين من 340 جزءاً من المليون إلى 520 جزءاً من المليون).[13] [6.3، الإطار TS.6؛ والشكل SPM.5 في تقرير الفريق العامل الأول، و 8.5 في تقرير الفريق العامل الأول، و 12.3 في تقرير الفريق العامل الأول]

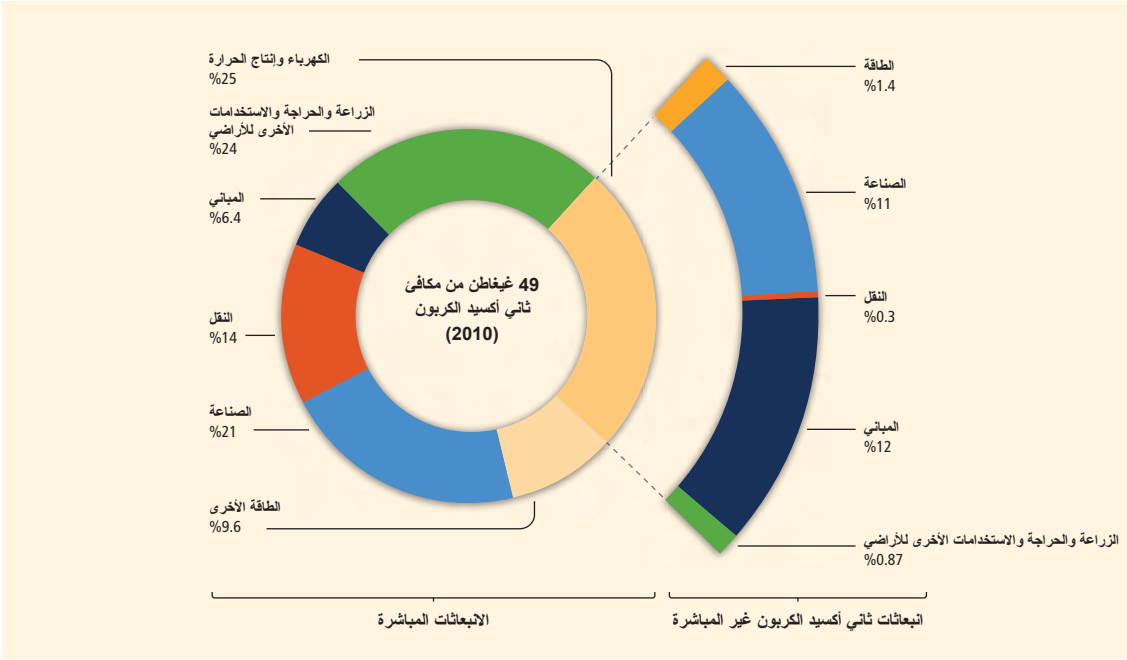
[10] استناداً إلى أطول مجموعة بيانات متاحة عن درجة الحرارة السطحية العالمية، يبلغ التغير الملحوظ بين متوسط الفترة 1850-1900 ومتوسط الفترة المرجعية لتقرير التقييم الخامس (1986-2005) 0.61 درجة مئوية (يتراوح فاصل الثقة من 5 في المائة إلى 95 في المائة: 0.55-0.67) [SPM.E في تقرير الفريق العامل الأول]، المستخدم هنا كتقريب للتغيّر في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية منذ عصر ما قبل الصناعة، يُشار إليه بوصفه الفترة التي تسبق عام 1750.

[11] يعكس عدم اليقين بشأن المناخ المئين الخامس إلى المئين الخامس والتسعين لتقديرات النماذج المناخية الموصوفة في الجدول SPM.1.

[12] لأغراض هذا التقييم أُعد 300 سيناريو تقريباً من سيناريوهات خط الأساس و 900 سيناريو من سيناريوهات التخفيف من خلال دعوة مفتوحة من أفرقة النمذجة المتكاملة في مختلف أنحاء العالم. وهذه السيناريوهات مكمّلة لمسارات التركيز النموذجية (RCPs، انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس). وتحدَّد مسارات التركيز النموذجية بقسرها الإشعاعي الكلي التقريبي في عام 2100 بالنسبة إلى عام 1750: 2.6 واط لكل متر مربع ($W\ m^{-2}$ في حالة مسار التركيز النموذجي RCP2.6، و4.5 W واط لكل متر مربع في حالة مسار التركيز النموذجي RCP4.5، و 6.0 واط لكل متر مربع في حالة مسار التركيز النموذجي RCP6.0، و 8.5 لكل متر مربع في حالة مسار التركيز النموذجي RCP8.5. والسيناريوهات التي أُعدت لهذا التقييم تمتد على نطاق من التركيزات أوسع بدرجة طفيفة في عام 2100 من مسارات التركيز النموذجية (RCPs) الأربعة.

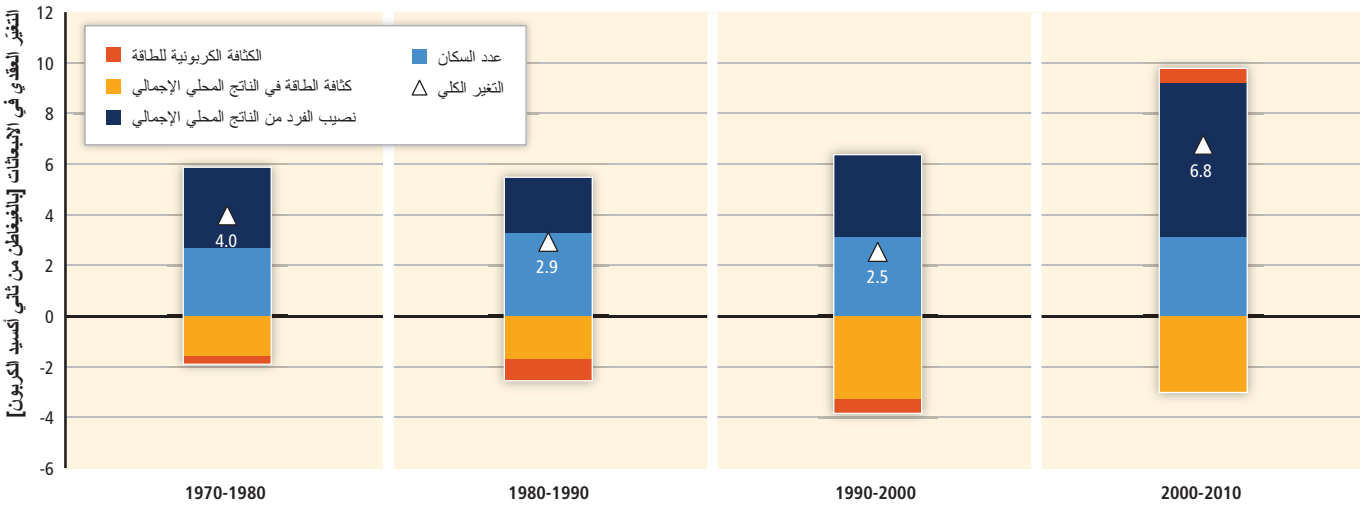
[13] يستند هذا إلى تقييم للقسر الإشعاعي الكلي البشري المنشأ لعام 2011 بالنسبة إلى عام 1750 يرد في مساهمة الفريق العامل الأول، أي 2.3 واط لكل متر مربع، ونطاق عدم يقين يتراوح من 1.1 إلى 3.3 واط لكل متر مربع. [الشكل SPM.5 في مساهمة الفريق العامل الأول، و 8.5 في مساهمة الفريق العامل الأول، و 12.3 في مساهمة الفريق العامل الأول].

انبعاثات غازات الدفيئة حسب القطاعات الاقتصادية



الشكل SPM.2 | الانبعاثات الكلية لغازات الدفيئة البشرية المنشأ (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) حسب القطاعات الاقتصادية. وتبيّن الدائرة الداخلية حصص انبعاثات غازات الدفيئة المباشرة (بالنسبة المئوية من الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة البشرية المنشأ) للقطاعات الاقتصادية الخمسة في عام 2010. أما العبارات الموضوعة بمفردها فهي تبيّن كيفية عزو حصص انبعاثات ثاني أكسيد الكربون غير المباشرة (بالنسبة المئوية من الانبعاثات الكلية لغازات الدفيئة البشرية المنشأ) من إنتاج الكهرباء والحرارة إلى قطاعات استخدام الطاقة النهائي. وتشير 'الطاقة الأخرى' إلى جميع مصادر انبعاثات غازات الدفيئة في قطاع الطاقة كما هي معرّفة في المرفق الثاني بخلاف إنتاج الكهرباء والحرارة [A.II.9.1]. وتشمل بيانات الانبعاثات من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البرية من حرائق الغابات وحرائق الخث وانحلال الخث التي تقارب صافي تدفق ثاني أكسيد الكربون من قطاع الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU) الفرعي على النحو الموصوف في الفصل 11 من هذا التقرير. وتحوّل الانبعاثات إلى مكافئات ثاني أكسيد الكربون استناداً إلى قيم إمكانيات الاحترار العالمي على مدى 100 عام (GWP1006) الواردة في تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وترد تعاريف القطاعات في المرفق II.9 [الشكل 1.3a، والشكل TS.3 a/b]

تحليل التغيّر في الانبعاثات الكلية العالمية لثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري



الشكل SPM.3 | تحليل التغيّر العقدي في الانبعاثات العالمية الكلية لثاني أكسيد الكربون حسب أربعة عوامل دافعة هي: السكان، ونصيب الفرد من الدخل (الناتج المحلي الإجمالي)، وكثافة استخدام الناتج المحلي الإجمالي للطاقة، وكثافة الكربون في الطاقة. وتبيّن أقسام الأعمدة التغيرات المرتبطة بكل عامل بمفرده، مع إبقاء العوامل الأخرى المعنية ثابتة. وتبيّن التغيرات العقدية الكلية بواسطة مثلث. وتُقاس التغيرات بالغيغاطن (Gt) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل عقد؛ ويحوَّل الدخل إلى وحدات شائعة باستخدام تعادلات القوة الشرائية [الشكل 1.7]

SPM.4 مسارات وتدابير التخفيف في سياق التنمية المستدامة

SPM.4.1 مسارات التخفيف في الأجل الطويل

ثمة سيناريوهات متعددة ذات نطاق من الخيارات التكنولوجية والسلوكية، وذات خصائص وآثار مختلفة بالنسبة للتنمية المستدامة، تتسق مع مستويات التخفيف المختلفة. ولأغراض هذا التقييم، أُعد نحو 900 سيناريو من سيناريوهات التخفيف في قاعدة بيانات تستند إلى النماذج المتكاملة المنشورة.[14] ويمتد هذا النطاق من مستويات تركيز في الغلاف الجوي في عام 2100 تتراوح من 430 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى أكثر من 720 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يُقارَن بمستويات قسر في عام 2100 تتراوح من مسار التركيز النموذجي RCP 2.6 إلى مسار التركيز النموذجي RCP 6.0. وجرى أيضاً تقييم سيناريوهات خارج هذا النطاق، من بينها سيناريوهات ذات تركيزات في عام 2100 أقل من 430 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (وللاطلاع على مناقشة بشأن هذه السيناريوهات انظر أدناه). وتنطوي سيناريوهات التخفيف على نطاق واسع من المسارات التكنولوجية والاجتماعية الاقتصادية والمؤسسية، ولكن توجد أوجه عدم يقين وأوجه قصور في النماذج ومن الممكن حدوث تطورات خارج هذا النطاق (الشكل SPM.4، اللوحة العليا) [6.1، 6.2، 6.3، TS.3.1، الإطار TS.6]

وسيناريوهات التخفيف المرجح أن تُبقي التغير في درجة الحرارة الناجم عن انبعاثات الدفيئة البشرية المنشأ عند مستوى يقل عن درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة تتسم بتركيزات في الغلاف الجوي في عام 2100 تبلغ نحو 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (ثقة عالية). وسيناريوهات التخفيف التي تبلغ فيها مستويات التركيز نحو 500 جزء من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 تزيد أرجحية عن عدم أرجحية أن تتسبب في قصر التغير في درجة الحرارة على أقل من درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة إلا إذا 'تجاوزت' مؤقتاً مستويات التركيز البالغة 530 جزءاً من المليون تقريباً من مكافئ ثاني أكسيد الكربون قبل عام 2100، وفي هذه الحالة تقارب أرجحية تحقيقها ذلك الهدف أرجحية عدم تحقيقها له.[15] ويزيد عدم أرجحية عن أرجحية إبقاء السيناريوهات التي تبلغ فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون ما يتراوح من 530 جزءاً من المليون إلى 650 جزءاً من المليون بحلول عام 2100 التغير في درجة الحرارة أقل من درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة. أما السيناريوهات التي تتجاوز الانبعاثات فيها نحو 650 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 فإنها من غير المرجح أن تقصر التغير في درجة الحرارة على أقل من درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة. وتتسم سيناريوهات التخفيف التي تزيد فيها أرجحية عن عدم أرجحية أن تقل فيها الزيادة في درجة الحرارة عن 1.5 درجة مئوية بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة بحلول عام 2100 بتركيزات في عام 2100 تقل عن 430 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وتبلغ درجة الحرارة ذروتها أثناء القرن ثم تنخفض في هذه السيناريوهات. ويمكن إيراد بيانات عن الاحتمال المتعلق بمستويات أخرى من التغير في درجة الحرارة في ما يتعلق بالجدول 6.3] SPM.1، الإطار TS.6]

وتشمل السيناريوهات التي تصل إلى مستويات تركيزات في الغلاف الجوي تبلغ نحو 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 (اتساقاً مع احتمال مرجح أن تُبقي التغيّر في درجة الحرارة أقل من درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة) حدوث تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ بحلول منتصف القرن من خلال تغيرات واسعة النطاق في نظم الطاقة وربما في استخدام الأراضي (ثقة عالية). وتتسم السيناريوهات التي تصل إلى هذه التركيزات بحلول عام 2100 بانخفاض الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة في عام 2050 عما كانت في عام 2010، أي بنسبة تتراوح من 40 في المائة إلى 70 في المائة عالمياً،[16] وبمستويات للانبعاثات

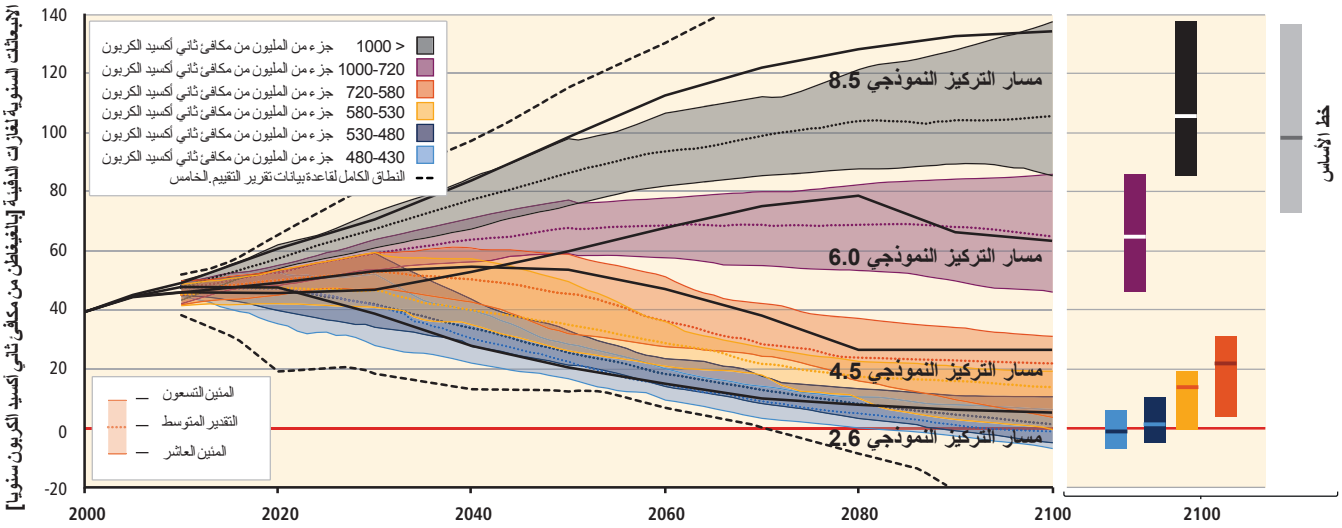
---

[14] والسيناريوهات الطويلة الأجل التي جرى تقييمها في الفريق العامل الثالث أُعدت في المقام الأول بواسطة نماذج متكاملة واسعة النطاق تسقط الكثير من خصائص مسارات التخفيف على منتصف القرن وما بعده. وهذه النماذج تربط بين نظم بشرية هامة كثيرة (مثلاً، الطاقة، والزراعة واستخدام الأراضي، والاقتصاد) وبين عمليات فيزيائية مرتبطة بتغير المناخ (مثلاً، دورة الكربون) وتُقارب النماذج حلولاً فعالة التكاليف تقلل إلى أدنى حد من التكاليف الاقتصادية الإجمالية لتحقيق نتائج التخفيف، إلا إذا كانت مقيّدة بشكل محدد بحيث تسلك سلوكاً مختلفاً. وهي تُعتبر تمثيلاً مبسطاً ومنمّطاً لعمليات العالم الحقيقي البالغة التعقيد، وتستند السيناريوهات التي تنتجها إلى إسقاطات غير مؤكدة بشأن ظواهر رئيسية وعوامل دافعة على نطاقات زمنية تمتد قروناً في كثير من الحالات. والتبسيطات والاختلافات في الافتراضات هي سبب احتمال أن تكون النواتج، التي تنتج عن نماذج مختلفة، أو عن نسخ من نفس النموذج، مختلفة، وسبب احتمال أن تكون الإسقاطات من جميع النماذج مختلفة عن الواقع الذي يتحقق. [الإطار TS.7، 6.2].

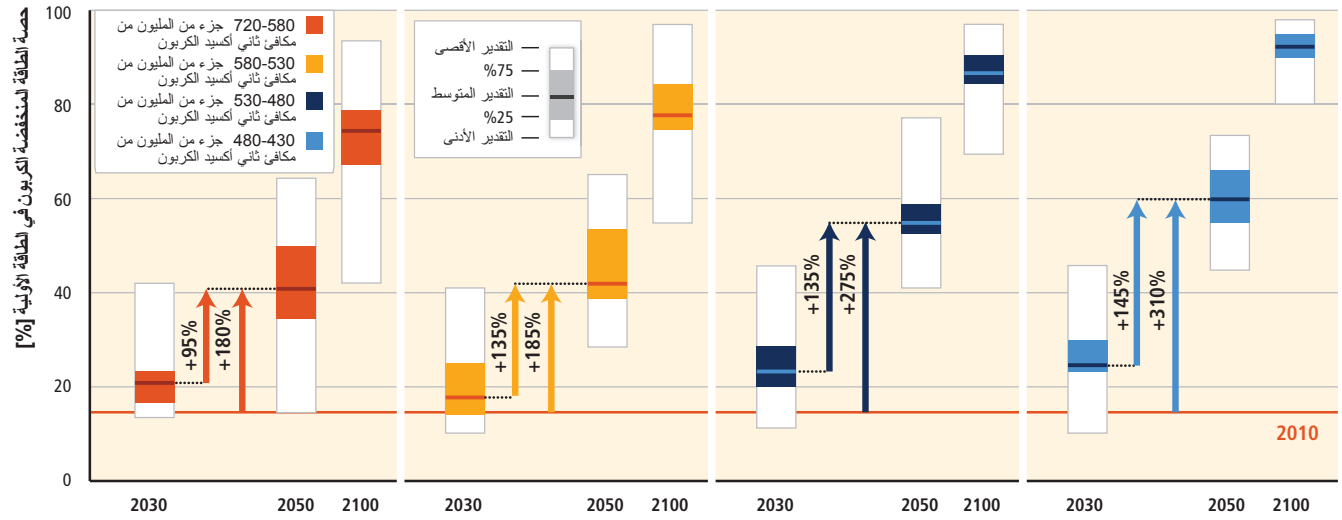
[15] وسيناريوهات التخفيف، بما في ذلك تلك التي تصل فيها التركيزات في عام 2100 إلى 550 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، أو التي تتجاوز فيها ذلك المستوى، يمكن أن تتجاوز، مؤقتاً، مستويات تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قبل أن تنخفض لاحقاً إلى مستويات أقل. وتجاوز مستويات التركيز هذا ينطوي على تخفيف أقل في الأجل القريب مع احتمال تجاوز أي هدف معين بشأن درجة الحرارة. [6.3، الجدول SPM.1].

[16] يختلف هذا النطاق عن النطاق المعروض في ما يتعلق بفئة تركيزات مماثلة في تقرير التقييم الرابع (أقل بما يتراوح من 50 %> إلى 85 %> مقارنة بعام 2000 بالنسبة لثاني أكسيد الكربون فقط). ومن بين أسباب هذا الاختلاف أن هذا التقرير أجرى تقييما لعدد من السيناريوهات أكبر كثيراً مما حدث في تقرير التقييم الرابع وأنه يتناول جميع غازات الدفيئة. وإضافة إلى ذلك، تشمل نسبة كبيرة من السيناريوهات الجديدة تكنولوجيات الانبعاثات السلبية الصافية (انظر أدناه). وتشمل العوامل الأخرى استخدام مستويات التركيزات الخاصة بعام 2100 بدلا من مستويات الثبات والتحول في السنة المرجعية عن سنة 2000 إلى سنة 2010. وتتسم السيناريوهات ذات الانبعاثات المرتفعة في عام 2050 بزيادة الاعتماد على تكنولوجيات إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) بعد منتصف القرن.

مسارات انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة 2000-2100: جميع سيناريوهات تقرير التقييم الخامس



التوسّع المرتبط بذلك في إمدادات الطاقة المنخفضة الكربون



الشكل SPM.4 | مسارات الانبعاثات العالمية من غازات الدفيئة (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) في سيناريوهات خط أساس وسيناريوهات تخفيف في حالة وجود مستويات تركيز طويلة الأجل مختلفة (اللوحة العلوية) وما يرتبط بها من متطلبات التوسع في الطاقة المنخفضة الكربون (% من الطاقة الأولية) للأعوام 2030 و 2050 و 2100 مقارنة بمستويات عام 2010 في سيناريوهات التخفيف (اللوحة السفلى). وتستبعد اللوحة السفلى السيناريوهات التي يكون فيها توافر التكنولوجيا محدوداً وكذلك مسارات أسعار الكربون الخارجية. وللاطلاع على تعاريف لانبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون وتركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس. [الشكل 6.7، الشكل 7.16]

أقرب إلى صفر غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون أو أقل من ذلك في عام 2100. وفي السيناريوهات التي تصل فيها الانبعاثات إلى 500 جزء من المليون بحلول عام 2100، نجد أن مستويات الانبعاثات في عام 2050 أقل بنسبة تتراوح من 25 في المائة إلى 55 في المائة مما كانت في عام 2010 على نطاق العالم. وفي السيناريوهات التي تصل فيها الانبعاثات إلى 550 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، نجد أن الانبعاثات في عام 2050 تتراوح مما يزيد على مستويات عام 2010 بنسبة 5 في المائة إلى ما يقل عن مستويات عام 2010 على الصعيد العالمي بنسبة 45 في المائة (الجدول SPM.1). وعلى المستوى العالمي، تتسم أيضاً السيناريوهات التي تصل فيها الانبعاثات إلى 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بتحسّنات أسرع في كفاءة الطاقة، وتزايداً ثلاثياً إلى رباعياً تقريباً في حصة إمدادات الطاقة الصفرية والمنخفضة الكربون من مصادر الطاقة المتجددة والطاقة النووية والطاقة الأحفورية التي يُحتجز ويُخزن فيها ثاني أكسيد الكربون (CCS)، أو الطاقة الأحيائية التي يُحتجز ويُخزن فيها ثاني أكسيد الكربون (BECCS) بحلول سنة 2050 (الشكل SPM.4، اللوحة السفلى). وتصف هذه السيناريوهات مجموعة واسعة من التغيرات في استخدام الأراضي، تعكس اختلاف الافتراضات بشأن نطاق إنتاج الطاقة الأحيائية، وزرع الغابات، وانخفاض إزالة الغابات. وجميع هذه التغيرات في الانبعاثات والطاقة واستخدام الأراضي تتفاوت في ما بين الأقاليم.[17] والسيناريوهات التي تبلغ فيها التركيزات مستويات أعلى تشمل تغيرات مماثلة، ولكن على نطاق زمني أبطأ. ومن الناحية الأخرى، تقتضي السيناريوهات التي تبلغ فيها التركيزات مستويات أقل حدوث هذه التغيرات على نطاق زمني أسرع [6.3، 7.11].

وتنطوي عادةً سيناريوهات التخفيف التي تبلغ فيها تركيزات الانبعاثات نحو 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 على تجاوز مؤقت للتركيزات في الغلاف الجوي، مثل سيناريوهات كثيرة تتراوح فيها تركيزات الانبعاثات من نحو 500 جزء من المليون إلى 550 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100. وتبعاً لمستوى التجاوز، تعتمد سيناريوهات التجاوز عادةً على توافر الطاقة الأحيائية التي تحتجز وتخزن ثاني أكسيد الكربون وعلى نشرها على نطاق واسع وعلى زرع الغابات في النصف الثاني من القرن. ومدى توافر ونطاق تكنولوجيات وطرق إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) هذه وغيرها غير مؤكدة، وترتبط تلك التكنولوجيات والطرق، بدرجات متفاوتة، بالتحديات والمخاطر (ثقة عالية) (انظر القسم SPM.402).[18] وإزالة ثاني أكسيد الكربون شائعة أيضا في سيناريوهات كثيرة بدون تجاوز للتعويض عن الانبعاثات المتبقية من القطاعات التي يكون فيها التخفيف أكثر تكلفة. وثمة أدلة محدودة فقط بشأن إمكانية حدوث نشر للطاقة الأحيائية التي تحتجز ثاني أكسيد الكربون وتخزنه على نطاق واسع، وزرع الغابات على نطاق واسع، والتكنولوجيات والطرق الأخرى لإزالة ثاني أكسيد الكربون. [2.6، 6.3، 6.9.1، الشكل 6.7، 7.11، 11.13]

والمستويات العالمية المقدّرة لانبعاثات غازات الدفيئة في عام 2020 استناداً إلى تعهدات كانكون لا تتسق مع مسارات التخفيف الطويلة الأجل الفعالة التكاليف التي تقارب على الأقل أرجحية عدم أرجحية قصرها التغير في درجة الحرارة على درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة (تركيزات في عام 2100 تبلغ نحو 450 جزءاً ونحو 500 جزء من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، ولكنها لا تستبعد خيار تحقيق ذلك الهدف (ثقة عالية). وتحقيق هذا الهدف يتطلب مزيداً من التخفيضات الكبيرة بعد عام 2020. وتتسق تعهدات كانكون بوجه عام مع السيناريوهات الفعالة التكاليف المرجح أن تُبقي التغيّر في درجة الحرارة عند مستوى أقل من 3 درجات مئوية بالنسبة إلى ما قبل عصر الصناعة [6.4، 13.13، الشكل TS.11]

ويقدَّر أن تأخير جهود التخفيف التي تتجاوز تلك المبذولة حالياً حتى عام 2030 سيؤدي إلى حدوث زيادة كبيرة في صعوبة الانتقال إلى مستويات انبعاثات أقل في الأجل الأطول وإلى تضييق نطاق الخيارات المتسقة مع الحفاظ على التغير في درجة الحرارة أقل من درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة (ثقة عالية). وسيناريوهات التخفيف الفعالة التكاليف التي تجعل بقاء التغير في درجة الحرارة أقل من درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة (تركيزات في عام 2100 تتراوح من نحو 450 جزءاً إلى 500 جزء من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) التي تتساوى على الأقل أرجحية مع عدم أرجحية حدوثها تتسم عادةً بانبعاثات سنوية لغازات الدفيئة في عام 2030 تتراوح تقريباً من 30 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى 50 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (الشكل SPM.5، اللوحة اليسرى). أما السيناريوهات التي تتجاوز فيها الانبعاثات السنوية لغازات الدفيئة 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2030 فهي تتسم بمعدلات أعلى كثيراً لتخفيضات الانبعاثات من عام 2030 إلى عام 2050 (الشكل SPM.5، اللوحة الوسطى)؛ وبتوسع أسرع كثيراً في الطاقة المنخفضة الكربون خلال هذه الفترة (الشكل SPM.5، اللوحة اليمنى)؛ واعتماد أكبر على تكنولوجيات إزالة ثاني أكسيد الكربون

---

[17] على المستوى الوطني، يبلغ التغير أقصى درجات الفعالية عندما يعكس رؤى ونُهجاً قطرية ومحلية لتحقيق التنمية المستدامة وفقاً للظروف والأولويات الوطنية [6.4، 11.8.4، الملخص لصانعي السياسات الخاص بالفريق العامل الثاني].

[18] وفقاً للفريق العامل الأول، تنطوي طرق إزالة ثاني أكسيد الكربون على أوجه قصور أحيائية جيوكيميائية وتكنولوجية بالنسبة لإمكاناتها على النطاق العالمي. ولا تتوافر معرفة كافية للتحديد الكمي لمقدار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يمكن لطرق إزالة ثاني أكسيد الكربون أن تعاوض عنها جزئيا على نطاق زمني يمتد قروناً. وهذه الطرق تنطوي على آثار جانبية وعواقب طويلة الأجل على نطاق عالمي [E.8 في الملخص لصانعي السياسات الخاص بالفريق العامل الأول].

الجدول SPM.1 | الخصائص الرئيسية للسيناريوهات التي أُعدت وجرى تقييمها من أجل مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس. ويبيَّن، بالنسبة لجميع البارامترات، المئين العاشر إلى المئين التسعين من السيناريو.[1,2] [الجدول 6.3]

وصف فئة تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 (CO_2eq) (نطاق التركيز)[9]	الفئات الفرعية	الوضع النسبي لمسارات التركيز النموذجية RCP5[5]	الانبعاثات التراكمية من ثاني أكسيد الكربون ($GtCO_2$)[3]		التغيّر في انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون مقارنةً بعام 2010 بالنسبة المئوية		التغيّر في درجة الحرارة (بالنسبة إلى الفترة 1850-1900)[5,6]			
			2011-2050	2011-2100	2050	2100	التغير في درجة الحرارة في عام 2100	أرجحية البقاء أقل من مستوى درجة الحرارة خلال القرن الحادي والعشرين[7]		
								1.5 درجة مئوية	2.0 درجة مئوية	3.0 درجة مئوية	4.0 درجة مئوية
< 430	لم يستطع سوى عدد محدود من دراسات أحاد النماذج المستويات التي تقل عن 430 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون									
(480-430) 450	النطاق الكلي[10]	مسار التركيز النموذجي RCP2.6	1300-550	1180-630	72 إلى 41-	118- إلى 78-	1,7-1,5 (2,8-1,0)	يزيد عدم أرجحية الحدوث عن أرجحيته	مرجح	مرجح	مرجح
(530-480) 500	عدم تجاوز 530 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1180-860	1430-960	57- إلى 42-	107- إلى 73-	1,9-1,7 (2,9-1,2)	غير مرجح	تزيد أرجحية الحدوث عن عدمه		
	تجاوز 580 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1530-1130	1550-990	55- إلى 25-	114- إلى 90-	2,0-1,8 (3,3-1,2)		تقارب أرجحية الحدوث أرجحية عدمه	مرجح	
(580-530) 550	عدم تجاوز 580 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1460-1070	2240-1240	47- إلى 19-	81- إلى 59-	2,2-2,0 (3,6-1,4)		يزيد عدم أرجحية الحدوث عن أرجحيته[12]		
	تجاوز 580 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1750-1420	2100-1170	16- إلى 7	183- إلى 86-	2,3-2,1 (3,6-1,4)				
(650-580)	النطاق الكامل	RCP4.5	1640-1260	2440-1870	38- إلى 24	134- إلى 50-	2,6-2,3 (4,2-1,5)				
(720-650)	النطاق الكامل		1750-1310	3340-2570	11- إلى 17	54- إلى 21-	2,9-2,6 (4,5-1,8)		غير مرجح	تزيد أرجحية الحدوث عن عدمه	
(1000-720)	النطاق الكامل	RCP6.0	1940-1570	4990-3620	18 إلى 54	7- إلى 72	3,7-3,1 (5,8-2,1)	غير مرجح[11]		يزيد عدم أرجحية الحدوث عن أرجحيته	
>1000	النطاق الكامل	RCP8.5	2310-1840	7010-5350	52 إلى 95	74 إلى 178	4.8-4.1 (7.8-2.8)		غير مرجح[11]	غير مرجح	يزيد عدم أرجحية الحدوث عن أرجحيته

[1] 'النطاق الكلي' لسيناريوهات مكافئ ثاني أكسيد الكربون التي تتراوح من 430 إلى 480 جزءاً من المليون تقابل نطاق المئين العاشر إلى المئين التسعين من الفئة الفرعية من هذه السيناريوهات المبينة في الجدول 6.3.

[2] تندرج سيناريوهات خط الأساس (انظر SPM.3) ضمن فئات مكافئ ثاني أكسيد الكربون التي تبلغ > 1000 والتي تتراوح من 1000-720 جزء من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وتشمل الفئة الأخيرة أيضاً سيناريوهات التخفيف. وتبلغ سيناريوهات خط الأساس في الفئة الأخيرة تغيّراً في درجة الحرارة يتجاوز مستويات درجة الحرارة في عصر ما قبل الصناعة بما يتراوح من 2.5 إلى 5.8 درجة مئوية في عام 2100. وإلى جانب سيناريوهات خط الأساس المندرجة في فئة مكافئ ثاني أكسيد الكربون البالغة > 1000 ، يؤدي هذا إلى نطاق عام لدرجة الحرارة في عام 2100 يتراوح من 2.5 إلى 7.8 درجة مئوية (الدرجة الوسطى: تتراوح من 3.7 إلى 4.8 درجة مئوية) في حالة سيناريوهات خط الأساس على صعيد كلتا الفئتين من التركيزات.

[3] لمقارنة تقديرات الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون التي جرى تقييمها بالتقديرات المعروضة في مساهمة الفريق العامل الأول، نجد أن كمية قدرها 515 (ما يتراوح من 455 إلى 585) من الغيغاطن من الكربون 1890 [ما يتراوح من 1630 إلى 2150] غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون، كانت قد انبعثت بالفعل بحلول عام 2011 منذ عام 1870 [القسم 12.5 في مساهمة الفريق العامل الأول]. ويلاحظ أن الانبعاثات التراكمية معروضة هنا في ما يتعلق بفترات زمنية مختلفة (2011-2050 و 2011-2100) في حين كانت الانبعاثات التراكمية الواردة في مساهمة الفريق العامل الأول معروضة كانبعاثات متوافقة كلية في ما يتعلق بمسارات التركيز النموذجية (2012-2100) أو في ما يتعلق بانبعاثات متوافقة كلية لبقائها أقل من هدف معين بشأن درجة الحرارة ذي أرجحية معينة. [الجدول 6.3 في مساهمة الفريق العامل الأول، و SPM.E.8 في مساهمة الفريق العامل الأول].

[4] الانبعاثات العالمية في عام 2010 أعلى بنسبة قدرها 31 في المائة عن الانبعاثات في عام 1990 (وهو ما يتسق مع تقديرات الانبعاثات التاريخية لغازات الدفيئة المعروضة في هذا التقرير). وتشمل انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون مجموعة الغازات المذكورة في بروتوكول كيوتو (ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) وكذلك الغازات المشبّعة بالفلور).

[5] ينطوي التقييم الوارد في مساهمة الفريق العامل الثالث على عدد كبير من السيناريوهات المنشورة في المؤلفات العلمية ومن ثم فهو لا يقتصر على مسارات التركيز النموذجية. ولتقييم تركيز غازات الدفيئة وآثار هذه السيناريوهات على المناخ، استُخدم نموذج تقييم تغيّر المناخ الناجم عن غازات الدفيئة (MAGICC) بطريقة احتمالية (انظر المرفق الثاني). ولإجراء مقارنة بين نتائج هذا النموذج ونتائج النماذج المستخدمة في مساهمة الفريق العامل الأول، انظر القسمين 12.4.1.2 و 12.4.8 في مساهمة الفريق العامل الأول و 6.3.2.6 وتشمل أسباب الاختلاف عن الجدول 2 في الملخص لصانعي السياسات الخاص بالفريق العامل الأول الاختلاف في السنة المرجعية (2005-1986 مقابل 1900-1850 هنا)، والاختلاف في سنة الإبلاغ (2081-2100 مقابل 2100 هنا)، وتكوين عملية المحاكاة (المدفوع بتركيز المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة CMIP5) مقابل نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن غازات الدفيئة (MAGICC المدفوع بالانبعاثات هنا)، والمجموعة الأوسع نطاقاً من السيناريوهات (سيناريوهات التركز النموذجية مقابل المجموعة الكاملة من السيناريوهات المستخدمة في قاعدة بيانات سيناريوهات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس هنا).

[6] يُبلغ عن التغير في درجة الحرارة في ما يتعلق بعام 2100، الذي لا يقارن مباشرة بالاحترار التوازني المبلغ عنه في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع (الجدول 3.5، الفصل 3). وفي ما يتعلق بتقديرات درجات الحرارة في عام 2100، نجد أن الاستجابة المناخية العابرة (TCR) هي أهم خواص النظام. ويتراوح نطاق عدم اليقين المتعلق بالمئين التسعين المفترض للاستجابة المناخية العابرة في نموذج تقييم تغيّر المناخ الناجم عن غازات الدفيئة (MAGICC) من 1.2 إلى 2.6 درجة مئوية (التقدير الوسيط: 1.8 درجة مئوية). ويقارن هذا بنطاق المئين التسعين للاستجابة المناخية العابرة التي يتراوح من 1.2 إلى 2.4 درجة مئوية في حالة المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (9.7) CIMP5) في مساهمة الفريق العامل الأول) ونطاق مرجح مقدّر يتراوح من 1 إلى 2.5 درجة مئوية من خطوط أدلة متعددة مُبلغ عنها في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الإطار 12.2 في الفصل 12.5).

[7] يُبلغ عن التغير في درجة الحرارة في عام 2100 كتقدير متوسط لتقديرات نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن غازات الدفيئة (MAGICC)، الذي يصوّر الفروق بين مسارات الانبعاثات الخاصة بالسيناريوهات في كل فئة. ويشمل نطاق التغير في درجة الحرارة الوارد بين أقواس إضافة إلى ذلك دورة الكربون وأوجه عدم اليقين في نظام المناخ كما يمثلها نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن غازات الدفيئة (MAGICC) (انظر 6.3.2.6 للاطلاع على مزيد من التفاصيل).وقد قُدرت بيانات درجة الحرارة مقارنة بالفترة المرجعية 1900-1850 بأخذ كل الاحترار المسقط بالنسبة إلى الفترة 1986-2005 وإضافة 0.61 درجة مئوية في ما يتعلق بالفترة 1986-2005 مقارنة بالفترة 1900-1850، استنادا إلى مجموعة البيانات HadCRUT4 (انظر الجدول SPM.2 في مساهمة الفريق العامل الأول).

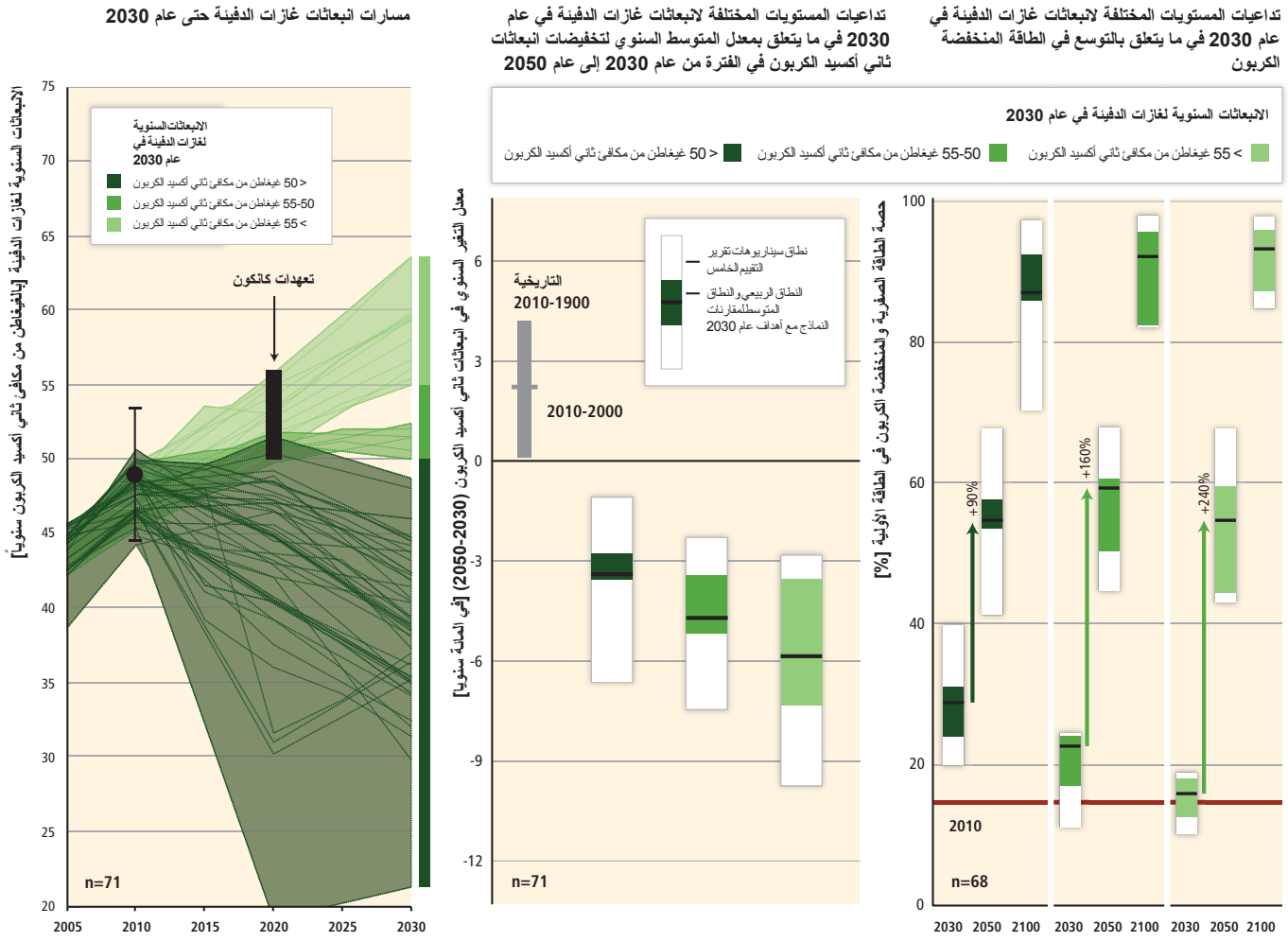
[8] يستند التقييم الوارد في هذا الجدول إلى الاحتمالات المحسوبة للمجموعة الكاملة من السيناريوهات المستخدمة في مساهمة الفريق العامل الثالث باستخدام النموذج MAGICC والتقييم الوارد في مساهمة الفريق العامل الأول لعدم اليقين المتعلق بإسقاطات درجة الحرارة التي لا تغطيها النماذج المناخية. ولذا فإن البيانات متسقة مع البيانات الواردة في مساهمة الفريق العامل الأول، المستندة إلى تمديدات لمسارات التركيز النموذجية الخاصة بالمرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5) وأوجه عدم اليقين التي جرى تقييمها. ومن ثم فإن بيانات الأرجحية تعكس خطوط أدلة مختلفة عن خطوط الأدلة الخاصة بكلا الفريقين العاملين. وقد طُبقت طريقة الفريق العامل الأول هذه أيضا على سيناريوهات ذات مستويات تركيز وسيطة لا تتاح فيها امتدادات للمرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5). وبيانات الأرجحية إشارية فقط (6.3) وتتبع بشكل عام المصطلحات التي استخدمها الملخص لصانعي السياسات الخاص بالفريق العامل الأول في ما يتعلق بإسقاطات درجة الحرارة وهي: مرجح، يتراوح احتمال الحدوث من 66 إلى 100- %> ، ونزيد أرجحية حدوثه عن عدم حدوثه (احتمال الحدوث يتراوح من 50% إلى 100%)، ويقارب احتمال حدوثه احتمال عدم حدوثه (احتمال الحدوث يتراوح من 33% إلى 66%)، وغير مرجح (احتمال الحدوث يتراوح من صفر في المائة إلى 33 %>. وإضافة إلى ذلك يُستعمل مصطلح يزيد عدم أرجحية حدوثه عن أرجحية حدوثه (احتمال الحدوث يتراوح من صفر إلى 50 %> .

[9] يشمل تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون قسر جميع غازات الدفيئة بما في ذلك الغازات المهلجنة وأوزون التروبوسفير والأهباء الجوية وتغير الألبيدو (محسوباً على أساس القسر الكلي الناجم عن دورة كربون بسيطة/نموذج MAGICC المناخي).

[10] الغالبية الساحقة من السيناريوهات في هذه الفئة تتجاوز حد الفئة البالغ 480 جزءاً من المليون من تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

[11] في ما يتعلق بالسيناريوهات في هذه الفئة لا يبقى أي امتداد للمرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5) (الفصل 12، الجدول 12.3، في مساهمة الفريق العامل الأول) وكذلك أي تحقق للنموذج (MAGICC 6.3) أقل من مستوى درجة الحرارة المعنية. ومع ذلك، تُعطى صفة ' غير مرجح' للتعبير عن أوجه عدم اليقين التي قد لا تعبر عنها النماذج المناخية الحالية.

[12] تشمل السيناريوهات المندرجة في فئة الانبعاثات التي تتراوح من 580 إلى 650 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون كلا من السيناريوهات التي تتجاوز والسيناريوهات التي لا تتجاوز مستوى التركيز عند الحد الأقصى للفئة (مثل سيناريو مسار التركيز RCP4.5). ودرجة الاحتمال المقدّرة للنوع الأخير من السيناريوهات، بوجه عام، هي يزيد عدم أرجحية تجاوزها مستوى درجة الحرارة البالغ درجتان مئويتان أرجحية تجاوزها ذلك المستوى، بينما من المقدر أن أغلب السيناريوهات السابقة يكون من غير المرجح أن تتجاوز هذا المستوى.



الشكل SPM.5 | تداعيات المستويات المختلفة لانبعاثات غازات الدفيئة في عام 2030 (اللوحة اليسرى) بالنسبة لمعدل تخفيضات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (اللوحة الوسطى) والتوسع في الطاقة المنخفضة الكربون من عام 2030 إلى عام 2050 (اللوحة اليمنى) في سيناريوهات التخفيف التي تصل إلى ما يتراوح من 450 جزءاً إلى 500 جزء من المليون (ما يتراوح من 430 إلى 530 جزءاً) من تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. والسيناريوهات مجمّعة وفقاً للمستويات المختلفة للانبعاثات بحلول عام 2030 (ملونة بظلال مختلفة من اللون الأخضر). وتبيّن اللوحة اليسرى مسارات انبعاثات غازات الدفيئة (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويا) التي تفضي إلى مستويات عام 2030 هذه. ويبين العمود الأسود النطاق المقدّر لعدم اليقين بشأن انبعاثات غازات الدفيئة التي تعنيها تعهدات كانكون. أما اللوحة الوسطى فهي تشير إلى المتوسط السنوي لمعدلات خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفترة 2030-2050. وهي تقارن النطاق الوسيط والرُبيعي على صعيد السيناريوهات من مقارنات بين النماذج أُجريت مؤخراً ذات أهداف مؤقتة صريحة بشأن عام 2030 بنطاق سيناريوهات في قاعدة بيانات السيناريوهات الخاصة بمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس. وتبيّن باللون الرمادي المعدلات السنوية لتغير الانبعاثات التاريخية (المستمر على مدى فترة 20 عاماً). وتبيّن الأسهم التي تظهر في اليمين حجم التوسع في إمدادات الطاقة ذات الكربون الصفري والمنخفض من عام 2020 إلى عام 2050 رهناً بمستويات مختلفة لانبعاثات غازات الدفيئة في عام 2030. وتشمل إمدادات الطاقة المتجددة ذات الكربون الصفري والمنخفض، والطاقة النووية، والطاقة الأحفورية التي تحتجز وتخزن ثاني أكسيد الكربون (CCS)، والطاقة الأحيائية التي تحتجز وتخزن ثاني أكسيد الكربون (BECCS). ملاحظة: لا تبيّن إلا السيناريوهات التي تطبق الحافظة الكاملة وغير المقيدة من تكنولوجيات التخفيف الخاصة بالنماذج التي تقوم عليها (افتراض عدم حدوث تغيّر في التكنولوجيات). وتُستبعد السيناريوهات ذات الانبعاثات العالمية السلبية الصافية الكبيرة (<20 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً)، والسيناريوهات ذات افتراضات أسعار الكربون الخارجية، والسيناريوهات ذات الانبعاثات في عام 2010 الخارجة إلى حد كبير عن النطاق التاريخي. ولا تشمل اللوحة الموجودة على الجانب الأيمن إلا 68 سيناريو، لأن ثلاثة من السيناريوهات البالغ عددها 71 المبينة في الشكل لا تُبلغ عن بعض الفئات الفرعية للطاقة الأولية اللازمة لحساب حصة الطاقة ذات الكربون الصفري والمنخفض [الشكل 6.32، 7.16، 13.13.1.3].

الجدول SPM.2 | تكاليف التخفيف العالمية في سيناريوهات فعالة التكاليف[1] والزيادات المقدرة في التكاليف الناجمة عن افتراض محدودية توافر تكنولوجيات محددة وتأخر التخفيف الإضافي. وتقديرات التكاليف الواردة في هذه الجدول لا تأخذ في الاعتبار فوائد الحد من تغير المناخ وكذلك الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية السلبية للتخفيف. وتبين الأعمدة الرمادية خسائر الاستهلاك في السنوات 2030 و 2050 و 2100 (الرمادي الخفيف) والتخفيضات السنوية في نمو الاستهلاك (الرمادي) خلال القرن في السيناريوهات الفعالة التكاليف بالنسبة إلى تنمية تمثل خط أساس بدون وجود سياسة مناخية. وتبين الأعمدة البرتقالية الزيادة المئوية في التكاليف المخفّضة[2] على مدى القرن، بالنسبة إلى السيناريوهات الفعالة التكاليف، في السيناريوهات التي تكون فيها التكنولوجيا مقيدة بالنسبة إلى افتراضات عدم حدوث تغيّر في التكنولوجيا.[3] وتبيّن الأعمدة الزرقاء الزيادة في تكاليف التخفيف خلال الفترتين 2030-2050 و 2050-2100، بالنسبة إلى السيناريوهات التي يحدث فيها التخفيف على الفور، نتيجة لتأخر التخفيف الإضافي حتى عام 2030.[4] وهذه السيناريوهات التي يتأخر فيها التخفيف الإضافي تصنّف في مجموعات حسب مستويات الانبعاثات الأقل أو الأكثر من 55 غيغاطن من مكافئ أكسيد الكربون في عام 2030، ونطاقين للتركيزات في عام 2100 (ما يتراوح من 430 جزءاً إلى 530 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون وما يتراوح من 530 جزءاً إلى 650 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون). وفي جميع الأشكال، تبيّن النسبة الوسيطة للسيناريو بدون وضعها بين أقواس، بينما يبيّن النطاق الفاصل بين المئين السادس عشر والمئين الرابع والثمانين للسيناريو بين أقواس، ويبيّن عدد السيناريوهات في المجموعة بين أقواس معقوفة.[5] [الشكلان TS.12 و 6.25، 6.24، 6.21، TS.13، المرفق II.10]

	خسائر الاستهلاك في السيناريوهات الفعالة التكاليف				الزيادة في التكاليف الكلية المخفضة للتخفيف في السيناريوهات التي تتسم بمحدودية توافر التكنولوجيا				الزيادة في تكاليف التخفيف في الأجلين المتوسط والطويل نتيجة لتأخر التخفيف الإضافي حتى عام 2030			
	[النسبة المئوية للانخفاض في الاستهلاك بالنسبة إلى خط الأساس]			[النقاط المئوية للانخفاض في المعدل السنوي لنمو الاستهلاك]	[النسبة المئوية للزيادة في التكاليف المخفضة الكلية للتخفيف (2015-2100) بالنسبة إلى افتراضات عدم حدوث تغيّر في التكنولوجيات]				[النسبة المئوية للزيادة في تكاليف التخفيف بالنسبة إلى التخفيف الفوري]			
التركيزات في عام 2100 (بالجزء من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	2030	2050	2100	2100-2010	عدم احتجاز وتخزين الكربون	الإنهاء التدريجي للطاقة النووية	الاستخدام المحدود لطاقة الشمسية وطاقة الرياح	الاستخدام المحدود للطاقة الأحيائية	≥ 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		> 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون	
									2050-2030	2100-2050	2050-2030	2100-2050
450 (480-430)	1.7 (3.7-1.0) [N: 14]	3.4 (6.2-2.1)	4.8 (11.4-2.9)	0.06 (0.14-0.04)	138 (297-29) [N: 4]	7 (18-4) [N: 8]	6 (29-2) [N: 8]	64 (78-44) [N: 8]	(50-14) 28 [N: 34]	(59-5) 15	(78-2) 44 [N: 29]	(82-16) 37
500 (530-480)	1.7 (2.1-0.6) [N: 32]	2.7 (4.2-2.5)	4.7 (10.6-2.4)	0.06 (0.13-0.03)	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق				
550 (580-530)	0.6 (1.3-0.2) [N: 46]	1.7 (3.3-1.2)	3.8 (7.3-1.2)	0.04 (0.09-0.01)	39 (78-18) [N:11]	13 (23-2) [N: 10]	8 (15-5) [N: 10]	18 (66-4) [N: 12]	(-5-16) 3 [N: 14]	(-4-11) 4	(32-2) 15 [N: 10]	(24-5) 16
650-580	0.3 (0.9-0) [N: 16]	1.3 (2.0-0.5)	2.3 (4.4-1.2)	0.03 (0.05-0.01)	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق				

[1] تفترض السيناريوهات الفعالة التكاليف حدوث تخفيف فوري في جميع البلدان ووجود سعر عالمي وحيد للكربون، ولا تفرض حدوداً إضافية للتكنولوجيا بالنسبة إلى افتراضات عدم حدوث تغيّر في التكنولوجيات في النماذج.

[2] النسبة المئوية للزيادة في صافي القيمة الحالية لخسائر الاستهلاك كنسبة مئوية من الاستهلاك الذي يمثل خط الأساس (في حالة السيناريوهات المستمدة من نماذج التوازن العام) وتكاليف التخفيض كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي الذي يمثل خط الأساس (في حالة السيناريوهات المستمدة من نماذج التوازن الجزئي) للفترة 2015-2100، مخفّضة بمعدل 5% سنوياً.

[3] عدم وجود احتجاز وتخزين للكربون: عدم وجود احتجاز وتخزين للكربون لا تشمله هذه السيناريوهات. الإنهاء التدريجي للطاقة النووية: لا تُضاف محطات طاقة نووية جديدة عدا عن تلك التي هي قيد الإنشاء، مع تشغيل المحطات القائمة حتى نهاية عمرها. الاستخدام المحدود للطاقة الشمسية وطاقة الرياح: توليد 20 في المائة كحد أقصى من الكهرباء على صعيد العالم من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في أي سنة من سنوات هذه السيناريوهات. الاستخدام المحدود للطاقة الأحيائية: الإمداد بـ 100 إكساجول من الطاقة الأحيائية الحديثة كحد أقصى على صعيد العالم (الطاقة الأحيائية الحديثة المستخدمة في التدفئة، والكهرباء، والتجميعات، والصناعة كانت تبلغ نحو 18 إكساجول سنوياً في عام 2008 [11.13.5]).

[4] النسبة المئوية للزيادة في التكاليف الكلية المخفضة للتخفيف للفترتين 2030-2050 و 2050-2100.

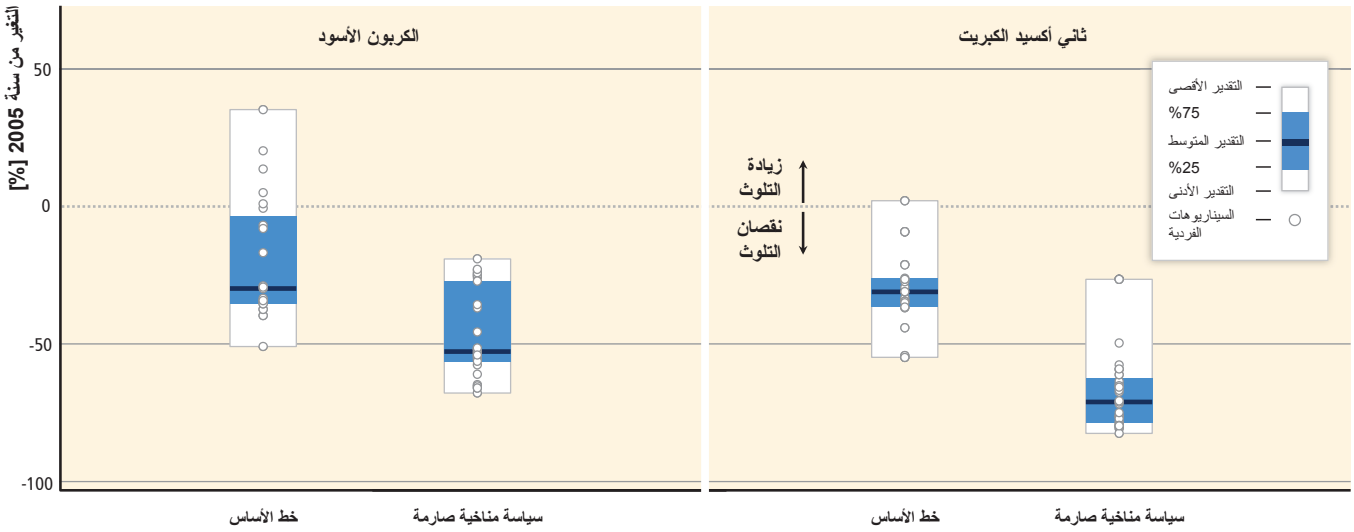
[5] النطاق تحدده السيناريوهات المركزية التي تضم المئين السادس عشر والمئين الرابع والثمانين لمجموعة السيناريوهات. ولا تُدرج سوى السيناريوهات ذات الأفق الزمني الممتد حتى عام 2100. وبعض النماذج المدرجة في نطاقات تكاليف مستويات التركيزات التي تتجاوز 530 جزءا من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 لا يمكن أن تنتج عنها سيناريوهات مرتبطة بها لمستويات للتركيزات تقل عن 530 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 مع وجود افتراضات بشأن محدودية توافر التكنولوجيات و/أو تأخر التخفيف الإضافي.

في الأجل الطويل (الشكل SPM.4، اللوحة العلوية)؛ وآثار اقتصادية عابرة وطويلة الأجل أكبر (الجدول SPM.2). وبسبب تحديات التخفيف المتزايدة هذه، لا يمكن أن تسفر نماذج كثيرة تزيد فيها الانبعاثات السنوية لغازات الدفيئة في عام 2030 عن 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون عن سيناريوهات تصل فيها التركيزات في الغلاف الجوي مستويات تجعل هناك تساويا في أرجحية وعدم أرجحية إبقائها للتغير في درجة الحرارة أقل من درجتين مئويتين بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة. [6.4، 7.11، الشكلان TS.11 و TS.13]

وتقديرات التكاليف الاقتصادية الإجمالية للتخفيف تتباين تبايناً واسعاً وتتأثر تأثراً شديدا بتصميم النماذج والافتراضات وكذلك بمدى تحديد السيناريوهات، بما في ذلك توصيف تكنولوجيات التخفيف وتوقيته (ثقة عالية). فقد استُخدمت سيناريوهات تبدأ فيها جميع بلدان العالم عملية التخفيف على الفور، ويوجد فيها سعر عالمي واحد للكربون، وتتاح فيها جميع التكنولوجيات الرئيسية، كمقياس لفعالية التكاليف من أجل تقدير تكاليف التخفيف بالنسبة للاقتصاد الكلي (الجدول SPM.2، الأقسام الرمادية). وفي ظل هذه الافتراضات تستتبع سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها التركيزات في الغلاف الجوي إلى نحو 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 خسائر في الاستهلاك العالمي - بما لا يشمل فوائد انخفاض تغيّر المناخ وكذلك الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية السلبية للتخفيف[19]) تتراوح من 1% إلى 4% (النسبة الوسيطة 1.7%) في عام 2030، وتتراوح من 2% إلى 6% (النسبة الوسيطة 3.4%) في عام 2050، وتتراوح من 3%

[19] التأثيرات الاقتصادية الكلية لمختلف مستويات درجة الحرارة من شأنها أن تشمل تكاليف التخفيف، والفوائد المصاحبة للتخفيف، والآثار الجانبية السلبية للتخفيف، وتكاليف التكيف، والأضرار المناخية. ولا يمكن إجراء مقارنة بين تقديرات تكاليف التخفيف وتقديرات الأضرار المناخية عند أي مستوى معين لدرجة الحرارة لتقييم تكاليف التخفيف وفوائده. وينبغي، بالأحرى، أن يشمل النظر في التكاليف والفوائد الاقتصادية للتخفيف الحد من الأضرار المناخية بالنسبة إلى حالة ترك تغيّر المناخ بلا كابح.

الفوائد المصاحبة للتخفيف من تغير المناخ بالنسبة لنوعية الهواء
أثر وجود سياسة مناخية صارمة بشأن الانبعاثات الملوِّثة للهواء (على صعيد العالم، 2005-2050)



الشكل SPM.6 | مستويات انبعاثات ملوثات الهواء المتعلقة بالكربون الأسود (BC) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في عام 2050 بالنسبة إلى عام 2005 (مستويات 0=2005). وسيناريوهات خط الأساس بدون بذل جهود إضافية للحد من انبعاثات غازات الدفيئة بما يتجاوز الجهود المبذولة حالياً تُقارَنُ بالسيناريوهات التي تُتَبع فيها سياسات تخفيف صارمة، تتسق مع التوصل إلى ما يتراوح تقريباً من 450 جزءاً إلى 500 جزء (ما يتراوح من 430 إلى 530 جزءاً) من المليون من تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. [الشكل 6.33]

إلى 11% (النسبة الوسيطة 4.8%) في عام 2100 بالنسبة إلى الاستهلاك في سيناريوهات خط الأساس التي تزيد بأي نسبة تتراوح من 300% إلى أكثر من 900% على مدى القرن. وهذه الأرقام تقابل انخفاضاً سنوياً في نمو الاستهلاك بما يتراوح من 0.04 إلى 0.14 نقطة مئوية (النقطة المئوية الوسيطة: 0.06) على مدى القرن بالنسبة إلى النمو السنوي في الاستهلاك في خط الأساس الذي يتراوح من 1.6% إلى 3% سنوياً. وتقديرات الحد الأقصى لنطاقات التكاليف هذه مستمدة من نماذج ليست مرنة نسبياً لتحقق الانخفاضات الشديدة في الانبعاثات اللازمة في المدى الطويل لتحقيق هذه الأهداف و/أو وتشمل افتراضات بشأن عيوب السوق التي من شأنها أن ترفع التكاليف. وفي ظل انعدام أو محدودية توافر التكنولوجيات قد تزيد تكاليف التكنولوجيات زيادة كبيرة تبعاً للتكنولوجيا التي يُنظر في أمرها (الجدول SPM.2، القسم البرتقالي). وتأخير التخفيف الإضافي يؤدي إلى زيادة إضافية في تكاليف التخفيف في الأجلين المتوسط والطويل (الجدول SPM.2، القسم الأزرق). ولا يمكن لنماذج كثيرة أن تحقق مستويات التركيزات في الغلاف الجوي التي تبلغ نحو 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 إذا تأخر التخفيف الإضافي تأخراً كبيراً أو في ظل محدودية توافر التكنولوجيات الأساسية، من قبيل الطاقة الأحيائية، واحتجاز وتخزين الكربون، والمزج بين الاثنين (BECCS)، [6.3].

وقد استطلع عدد محدود فقط من الدراسات السيناريوهات التي تزيد أرجحية عن عدم أرجحية إعادتها التغير في درجة الحرارة إلى أقل من 1.5 درجة مئوية بحلول عام 2100 بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة؛ وهذه السيناريوهات تجعل التركيزات في الغلاف الجوي أقل من 430 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 (ثقة عالية). ومن الصعب تقييم هذا الهدف حالياً لعدم استطلاع دراسات متعددة النماذج هذه السيناريوهات. والعدد المحدود من الدراسات المنشورة المتسقة مع هذا الهدف تنتج عنه سيناريوهات تتسم بما يلي (1) اتخاذ تدابير تخفيف فورية؛ و (2) التوسع بسرعة في الحافظة الكاملة من تكنولوجيات التخفيف؛ و (3) تحقيق التنمية وفقاً لمسار طلب منخفض على الطاقة.[20] [6.3، 7.11]

وتبيِّن سيناريوهات التخفيف التي تصل إلى نحو 450 جزءاً أو 500 جزء من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 انخفاض تكاليف تحقيق الأهداف المتعلقة بنوعية الهواء وأمن الطاقة، مع تحقيق فوائد مصاحبة كبيرة لصحة الإنسان، والآثار على النظم الإيكولوجية، وكفاية موارد نظام الطاقة وقدرته على الصمود؛ وهذه السيناريوهات لم تحدد تحديداً كمياً فوائد مصاحبة أخرى أو آثاراً جانبية سلبية (ثقة متوسطة). وتبيّن سيناريوهات التخفيف هذه حدوث

[20] في هذه السيناريوهات، تتراوح الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون من 655 إلى 815 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون، للفترة 2011-2050 وتتراوح من 90 إلى 350 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون للفترة 2011-2100. أما الانبعاثات العالمية من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2050 فهي تقل عن انبعاثات عام 2010 بما يتراوح من 70% إلى 95% وتقل في عام 2100 عن انبعاثات 2010 بما يتراوح من 110% إلى 120%.

تحسنات من حيث كفاية الموارد لتلبية الطلب الوطني على الطاقة وكذلك قدرة إمدادات الطاقة على الصمود، مما ينتج عنه كون نظم الطاقة أقل تأثراً بتقلب الأسعار وباختلالات العرض. والفوائد التي تتحقق من انخفاض الآثار بالنسبة للصحة والنظم الإيكولوجية والفوائد المرتبطة بحدوث تخفيضات كبيرة في الانبعاثات الملوِّثة للهواء (الشكل SPM.6) مرتفعة على وجه الخصوص حيثما كانت الضوابط التشريعية والمخططة بشأن تلوث الهواء ضعيفة. ويوجد نطاق واسع من الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية السلبية للأهداف الإضافية غير نوعية الهواء وأمن الطاقة. وعلى وجه الإجمال، تفوق إمكانية الفوائد المصاحبة لتدابير الاستخدام النهائي للطاقة إمكانية الآثار الجانبية السلبية، بينما تشير الأدلة إلى أن الوضع قد لا يكون كذلك في ما يتعلق بجميع تدابير الإمداد بالطاقة والزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU). [4.8 ، 5.7 ، 6.3.6 ، 11.13.6 ، 11.7 ، 10.8 ، 9.7 ، 8.7 ، 7.9 ، 6.6 ،، الشكل TS.14 ، الجدول 6.7، الجداول TS.7-TS.3 في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس)؛ و 11.9في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الخامس]

وثمة نطاق واسع من الآثار الجانبية السلبية المحتملة وكذلك الفوائد المصاحبة والتداعيات من السياسة المناخية التي لم تُحدد تحديداً كمياً جيداً (ثقة عالية). وسواء تحققت الآثار الجانبية أو لم تتحقق، ومدى تحقق تلك الآثار الجانبية، سيعتمد على كل حالة وعلى كل موقع، وسيتوقف على الظروف المحلية ونطاق التنفيذ ومجاله ووتيرته. ومن بين الأمثلة الهامة حفظ التنوع البيولوجي، وتوافر المياه، والأمن الغذائي، وتوزيع الدخل، وكفاءة نظام فرض الضرائب، وعرض اليد العاملة والعمالة، والامتداد الحضري، واستدامة نمو البلدان النامية. [الإطار TS.11]

وتتباين جهود التخفيف وما يرتبط بها من تكاليف بين البلدان في سيناريوهات التخفيف. وتوزيع التكاليف بين البلدان قد يختلف عن توزيع الإجراءات نفسها (ثقة عالية). وفي السيناريوهات الفعالة التكاليف عالمياً، تجري غالبية جهود التخفيف في بلدان توجد فيها أعلى انبعاثات مستقبلية في سيناريوهات خط الأساس. وبعض الدراسات التي تستكشف أطراً معينة لتقاسم الجهود، في ظل افتراض وجود سوق عالمية للكربون، قدّرت تدفقات مالية عالمية كبيرة مرتبطة بالتخفيف في حالة السيناريوهات التي تفضي إلى تركيزات في الغلاف الجوي في عام 2100 تتراوح من نحو 450 جزءاً إلى 550 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون [الإطار 3.5، 4.6، 6.3.6، الجدول 6.4، الشكل 6.9، الشكل 6.27، الشكل 6.28، الشكل 6.29، 13.4.2.4]

ويمكن أن تؤدي سياسة التخفيف إلى إبخاس قيمة أصول الوقود الأحفوري وتقلل من إيرادات البلدان المصدّرة للوقود الأحفوري، ولكن توجد فروق بين المناطق وأنواع الوقود (ثقة عالية). ومعظم سيناريوهات التخفيف ترتبط بانخفاض الإيرادات من تجارة الفحم والنفط بالنسبة للبلدان المصدرة الرئيسية (ثقة عالية). وتأثير التخفيف على إيرادات صادرات الغاز الطبيعي غير مؤكد بدرجة أكبر، بحيث تشير بعض الدراسات إلى احتمال حدوث فوائد بالنسبة لإيرادات تلك الصادرات في الأجل المتوسط حتى عام 2050 تقريباً (ثقة متوسطة). وتوافر تكنولوجيا احتجاز وتخزين الكربون سيقلل من الأثر السلبي للتخفيف على قيمة أصول الوقود الأحفوري (ثقة متوسطة). [6.3.6، 6.6، 14.4.2]

SPM.4.2 مسارات وتدابير التخفيف القطاعية والمشتركة بين القطاعات

SPM.4.2.1 مسارات وتدابير التخفيف المشتركة بين القطاعات

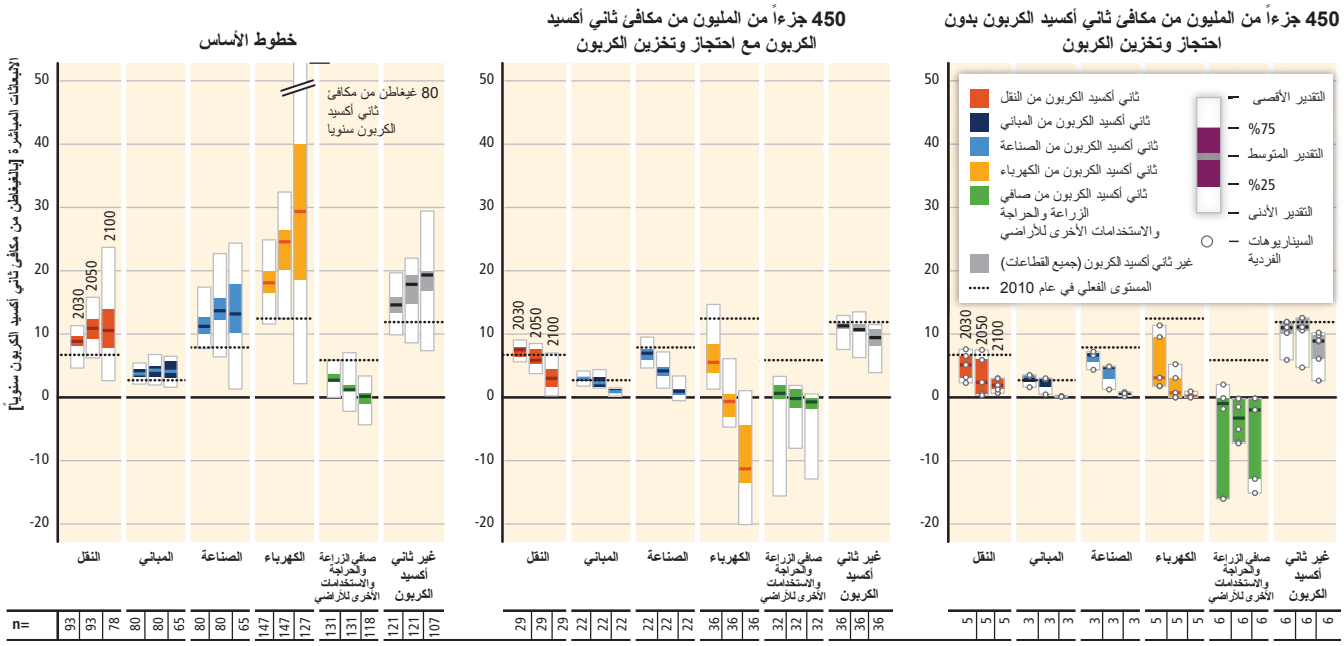
في سيناريوهات خط الأساس، من المسقط أن تزيد انبعاثات غازات الدفيئة في جميع القطاعات، باستثناء الانبعاثات الصافية لثاني أكسيد الكربون في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU)[21] (أدلة قوية، توافق متوسط). ومن المتوقع أن تظل الانبعاثات من قطاع الإمداد بالطاقة هي المصدر الرئيسي لانبعاثات غازات الدفيئة، بحيث تكون هي المسؤولة في نهاية المطاف عن الزيادات الكبيرة التي تحدث في الانبعاثات غير المباشرة من استخدام الكهرباء في قطاعي المباني والصناعة. وفي سيناريوهات خط الأساس، بينما من المسقط أن تزيد الانبعاثات الزراعية لغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون، تنخفض الانبعاثات الصافية لثاني أكسيد الكربون من قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) بمرور الوقت، بحيث تتوقع بعض النماذج أن تكون المحصلة هي وجود مصرف (بالوعة) قرب نهاية القرن (الشكل SPM.7)[22]. [4.1.3.6، 8.6، الشكل TS.15]

---

21 الانبعاثات الصافية لثاني أكسيد الكربون من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) تشمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وعمليات إزالته من ذلك القطاع، بما يتضمن الأراضي الخاضعة للتحريج، ويتضمن في بعض التقييمات مصارف

22 تتوقع غالبية نماذج نظام الأرض التي جرى تقييمها في مشروع الفريق العامل الأول استمرار استيعاب الأرض للكربون في جميع مسارات التركيز النموذجية (RCPs) حتى عام 2100، ولكن بعض النماذج تحاكي حدوث خسارة في كربون الأرض نتيجة لتأثير تغير المناخ مع تأثير التغير في استخدام الأراضي. [الشكل SPM.E.7 و 6.4 في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس].

انبعاثات الدفيئة القطاعية المباشرة من ثاني أكسيد الكربون وغير ثاني أكسيد الكربون في سيناريوهات خط الأساس وسيناريوهات التخفيف مع وبدون احتجاز تخزين الكربون (CCS)



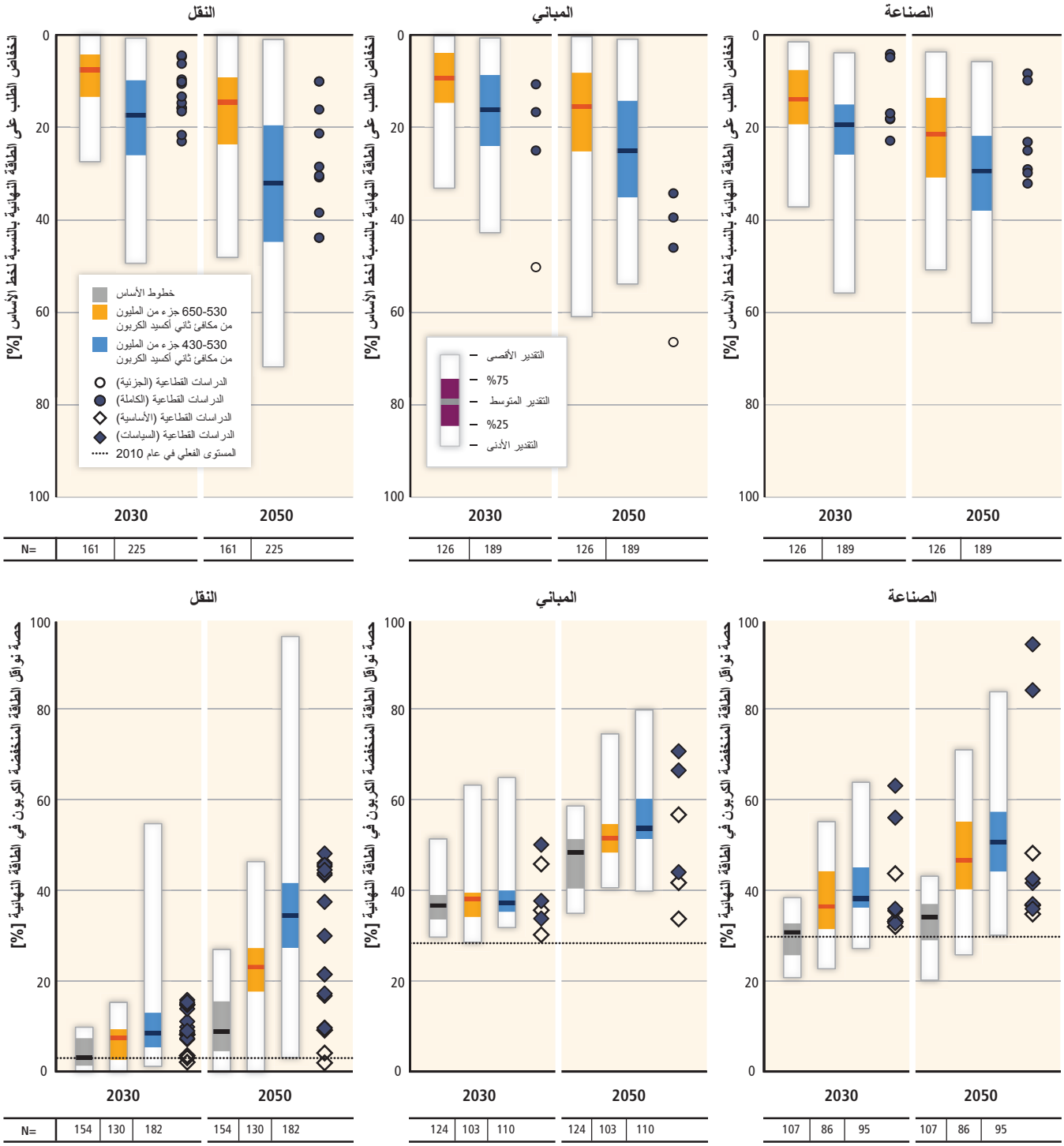
الشكل SPM.7 | الانبعاثات المباشرة لثاني أكسيد الكربون حسب القطاع ومجموع انبعاثات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون (الغازات المدرجة في بروتوكول كيوتو) عبر القطاعات في سيناريوهات خط الأساس (اللوحة اليسرى) وسيناريوهات التخفيف التي تصل إلى نحو 450 (ما يتراوح من 430 إلى 480) جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون مع احتجاز وتخزين الكربون (اللوحة الوسطى) وبدون احتجاز وتخزين الكربون (اللوحة اليمنى). وتشير الأرقام الواردة في نهاية الأشكال إلى عدد السيناريوهات المدرجة في النطاق الذي يختلف بين القطاعات وزمنيا نتيجة لاختلاف الاستبانة القطاعية والأفق الزمني للنماذج. ويلاحظ أن نماذج كثيرة لا يمكن أن تصل إلى تركيز قدره 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 في حالة عدم وجود احتجاز وتخزين للكربون، مما ينتج عنه انخفاض عدد السيناريوهات في اللوحة اليمنى [الشكلان 6.34 و 6.35].

والتطورات في الهياكل الأساسية والمنتجات المعمّرة التي تحبس المجتمعات في مسارات انبعاثات كثيفة غازات الدفيئة قد يكون من الصعب تغييرها أو قد يكون تغييرها باهظ التكلفة إلى حد كبير، مما يعزز أهمية اتخاذ إجراءات مبكرة من أجل التخفيف الطموح (أدلة قوية، توافق مرتفع). وخطر الانحباس هذا يضاعفه عمر الهياكل الأساسية، والاختلاف في الانبعاثات المرتبطة بالبدائل، وضخامة تكلفة الاستثمار. ونتيجة لذلك، فإن الحد من الانحباس المرتبط بالهياكل الأساسية وبالتخطيط المكاني هو الأصعب. ومع ذلك، يمكن للمواد والمنتجات والهياكل الأساسية ذات الأعمار الطويلة وذات الانبعاثات المنخفضة على مدى دورة عمرها أن تيسر التحول إلى مسارات منخفضة الانبعاثات مع الحد أيضاً من الانبعاثات من خلال مستويات أقل من استخدام المواد. [5.6.3، 6.3.6.4، 9.4، 10.4، 12.3، 12.4]

توجد أوجه ترابط قوية في سيناريوهات التخفيف بين وتيرة إدخال تدابير للتخفيف في الإمداد بالطاقة والاستخدام النهائي للطاقة والتطورات في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) (ثقة عالية). وتوزيع جهد التخفيف بين القطاعات يتأثر تأثراً شديداً بتوافر وأداء الطاقة الأحيائية التي يُحتجز ويُخزن فيها ثاني أكسيد الكربون (BECCS) وزرع الغابات على نطاق كبير (الشكل SPM.7). ويصدُق هذا بالذات في السيناريوهات التي تصل فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى نحو 450 جزءاً من المليون بحلول عام 2100. وتكون استراتيجيات التخفيف المنظمة جيدا العامة والمشتركة بين القطاعات أكثر فعالية من حيث التكاليف في خفض الانبعاثات مقارنةً بالتركيز على آحاد التكنولوجيات والقطاعات. وعلى صعيد نظام الطاقة تشمل هذه الاستراتيجيات تخفيضات في كثافة انبعاثات غازات الدفيئة النابعة من قطاع الإمداد بالطاقة، وتحولاً إلى نواقل للطاقة المنخفضة الكربون (بما في ذلك الكهرباء المنخفضة الكربون) وتخفيضات في الطلب على الطاقة في قطاعات الاستخدام النهائي بدون تعريض التنمية للخطر (الشكل 6.3.5، 6.4، 6.8، 7.11، SPM.8، الجدول TS.2].

وتبيِّن سيناريوهات التخفيف التي تصل إلى تركيزات لمكافئ ثاني أكسيد الكربون تبلغ نحو 450 جزءاً من المليون بحلول عام 2100 حدوث تغيرات عالمية واسعة النطاق في قطاع الإمداد بالطاقة (أدلة قوية، توافق مرتفع). وفي هذه السيناريوهات المختارة، من المسقط أن تنخفض الانبعاثات العالمية لثاني أكسيد الكربون من قطاع الإمداد بالطاقة خلال العقود المقبلة وأن تتسم بانخفاضات تبلغ 90% أو أكثر من ذلك دون مستويات عام 2010 خلال الفترة ما بين عامي 2040 و 2070. ولم يُسقط أن تنخفض الانبعاثات في كثير من هذه السيناريوهات إلى أقل من صفر بعد ذلك. [6.3.4، 6.8، 7.1، 7.11]

انخفاض الطلب على الطاقة النهائية وحصص الطاقة المنخفضة الكربون في قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة



الشكل SPM.8 | انخفاض الطلب على الطاقة النهائية بالنسبة إلى خط الأساس (الصف العلوي) وحصص نواقل الطاقة المنخفضة الكربون في الطاقة النهائية (الصف السفلي) في قطاعات النقل والمباني والصناعة بحلول عامي 2030 و 2050 في سيناريوهات من فئتين مختلفتين من فئات تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون مقارنةً بالدراسات القطاعية التي يرد تقييم لها في الفصول 8 إلى 10. وتخفيضات الطلب التي تبيّنها هذه السيناريوهات لا تعرّض التنمية للخطر. وتشمل نواقل الطاقة المنخفضة الكربون الكهرباء والهيدروجين وأنواع الوقود الأحيائي السائلة التي تُستخدم في النقل، والكهرباء المستخدمة في المباني، والكهرباء والحرارة والهيدروجين والطاقة الأحيائية التي تُستخدم في الصناعة. وتشير الأرقام الواردة في نهاية الأشكال إلى عدد السيناريوهات المدرجة في النطاقات التي تختلف عبر القطاعات وزمنياً نتيجة لاختلاف الاستبانة القطاعية والأفق الزمني للنماذج. [الشكلان 6.37 و 6.38].

وتعزيزات الكفاءة والتغييرات السلوكية، من أجل الحد من الطلب على الطاقة مقارنةً بسيناريوهات خط الأساس بدون تعريض التنمية للخطر، تمثل استراتيجية رئيسية للتخفيف في السيناريوهات التي تصل إلى تركيزات لمكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تبلغ نحو 450 جزءاً أو 500 جزء من المليون بحلول عام 2100 (أدلة قوية، توافق مرتفع). ويشكل تحقيق تخفيضات في الطلب على الطاقة في الأجل القريب عنصراً مهما من عناصر استراتيجيات التخفيف الفعالة التكاليف، ويوفر مزيداً من المرونة لخفض كثافة الكربون في قطاع الإمداد بالطاقة، ويحمي من المخاطر المتعلقة بجانب الإمداد المتصلة بذلك، ويتفادى عدم القدرة على الفكاك من الهياكل الأساسية الكثيفة الكربون، وترتبط به فوائد مصاحبة هامة. ويوفر كل من الدراسات المتكاملة والدراسات القطاعية تقديرات مماثلة لتخفيضات الطلب على الطاقة في قطاعات النقل والمباني والصناعة في ما يتعلق بعامي 2030 و 2050 (الشكل 10.10، 9.8، 8.9، 7.11، 6.8، 6.6، 6.3.4). [SPM.8]

وللسلوك وأسلوب الحياة والثقافة تأثير كبير على استخدام الطاقة وما يرتبط به من انبعاثات، وتنطوي جميعها على إمكانية تخفيف كبيرة في بعض القطاعات، لا سيما عندما تكون مكمّلة لتغيير تكنولوجي وهيكلي[23] (أدلة متوسطة، توافق متوسط). ومن الممكن خفض الانبعاثات خفضاً كبيراً من خلال تغييرات في أنماط الاستهلاك (مثلاً، الطلب على التنقل وطريقته، واستخدام الطاقة في الأسر المعيشية، واختيار منتجات تدوم مدة أطول) وتغيير الغذاء المتناول، والحد من نفايات الأغذية. ويمكن لعدد من الخيارات من بينها الحوافز النقدية وغير النقدية، وكذلك تدابير الإعلام، تيسير التغييرات السلوكية. [6.8، 7.9، 8.3.5، 8.9، 9.2، 9.3، 9.10، الإطار 10.2، 10.4، 11.4، 12.4، 12.6، 12.7، 15.3، 15.5، الجدول TS.2]

SPM.4.2.2 الإمداد بالطاقة

في سيناريوهات خط الأساس الوارد تقييمها في تقرير التقييم الخامس، من المسقط أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المباشرة من قطاع الإمداد بالطاقة ستتضاعف تقريباً بل وستزيد بمقدار ثلاثة أمثال بحلول عام 2050 مقارنةً بمستواها في عام 2010 الذي كان يبلغ 14.4 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً، إلا إذا تسنى تحقيق تسارع كبير في التحسينات في كثافة الطاقة يتجاوز تطورها التاريخي (أدلة متوسطة، توافق متوسط). وفي العقد المنصرم، كانت العوامل الرئيسية التي ساهمت في تزايد الانبعاثات هي تزايد الطلب على الطاقة وحدوث زيادة في حصة الفحم في المزيج العالمي من أنواع الوقود. ولن يكون توافر الوقود الأحفوري وحده كافياً لقَصْر تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون على مستويات من قبيل 450 جزءاً أو 550 جزءاً أو 650 جزءاً من المليون. [6.3.4، 7.2، 7.3، الأشكال 6.15، SPM.7، TS.15]

وإزالة الكربون (أي خفض كثافة الكربون) في توليد الكهرباء عنصر رئيسي من عناصر استراتيجيات التخفيف الفعال التكاليف في تحقيق تثبيت عند مستويات منخفضة (ما يتراوح من 430 جزءاً إلى 530 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)؛ وفي معظم سيناريوهات النمذجة المتكاملة، تحدث إزالة الكربون في توليد الكهرباء أسرع مما تحدث في قطاعات الصناعة والمباني والنقل (أدلة متوسطة، توافق مرتفع) (الشكل SPM.7). وفي غالبية سيناريوهات التثبيت عند مستويات منخفضة، تزيد حصة الإمداد بالكهرباء المنخفضة الكربون (التي تضم الطاقة المتجددة (RE) والطاقة النووية واحتجاز وتخزين الكربون (CCS) من الحصة الحالية التي تبلغ زهاء 30 في المائة إلى أكثر من 80 في المائة بحلول عام 2050، وينتهي تدريجيا توليد الكهرباء من الوقود الأحفوري كليةً تقريباً بحلول عام 2100 (الشكل 7.11، 6.8). [SPM.7، الشكلان 7.14 و TS.18]

ومنذ تقرير التقييم الرابع، أظهرت تكنولوجيات كثيرة من تكنولوجيات الطاقة المتجددة (RE) تحسنات كبيرة في الأداء وتخفيضات في التكاليف، وحقق عدد متزايد من تلك التكنولوجيات مستوى من النضج يمكّن من نشره على نطاق كبير (أدلة قوية، توافق مرتفع). وفي ما يتعلق بتوليد الكهرباء وحده، كانت الطاقة المتجددة مسؤولة عما يزيد قليلاً على نصف القدرة الجديدة لتوليد الكهرباء التي أُضيفت عالمياً في سنة 2012، وكان ما يقف وراء ذلك هو النمو في طاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة الشمسية. ومع ذلك، ما زال الكثير من تكنولوجيات الطاقة المتجددة بحاجة إلى دعم مباشر و/أو غير مباشر، إذا كان المراد للشفافية في السوق أن تزيد زيادة كبيرة؛ وقد كانت السياسات المتعلقة بتكنولوجيات الطاقة المتجددة ناجحة في دفع النمو الذي حدث مؤخراً في تلك الطاقة. والتحديات الماثلة أمام إدماج الطاقة المتجددة في نظم الطاقة وما يرتبط به تكاليف تتباين حسب تكنولوجيا الطاقة المتجددة، والظروف الإقليمية، وخصائص نظام الطاقة الخلفي القائم (ثقة متوسطة، توافق متوسط). [7.5.3، 7.6.1، 7.8.2، 7.12، الجدول 7.1]

---

23 تشير التغيرات الهيكلية إلى تحولات النظم التي إما يُستعاض فيها عن بعض المكونات بمكونات أخرى أو يكون من الممكن فيها استبدال مكونات بمكونات أخرى (انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس).

والطاقة النووية هي مصدر ناضج لكهرباء حِمْل أساسي تصدر عنه انبعاثات منخفضة من غازات الدفيئة، ولكن حصتها في توليد الكهرباء على نطاق العالم أخذت تتدنى (منذ عام 1993). وبإمكان الطاقة النووية أن تقدم إسهاماً متزايداً في إمدادات الطاقة المنخفضة الكربون، ولكن توجد طائفة متنوعة من العقبات والمخاطر (أدلة قوية، توافق مرتفع). وتشمل تلك العقبات والمخاطر: المخاطر التشغيلية، والشواغل المرتبطة بها، ومخاطر استخراج اليورانيوم، والمخاطر المالية والتنظيمية، والمسائل المتعلقة بإدارة النفايات والتي لم يوجد لها حل حتى الآن، والشواغل المتعلقة بانتشار الأسلحة النووية، والرأي العام المناوئ (أدلة قوية، توافق مرتفع). وتجري دراسة دورات وقود جديدة وتكنولوجيات جديدة للمفاعلات تعالج بعض هذه المسائل، كما تحقق تقدم في أعمال البحث والتطوير بشأن السلامة والتصرف في النفايات. [7.5.4، 7.8، 7.9، 7.12، الشكل TS.19]

ومن الممكن خفض انبعاثات غازات الدفيئة من إمدادات الطاقة خفضاً كبيراً بالاستعاضة عن محطات الكهرباء العادية الموجودة حالياً في العالم وتعمل بالفحم بمحطات حديثة عالية الكفاءة ومختلطة الدورات تعمل بالغاز الطبيعي، أو بمحطات تجمع بين الحرارة والكهرباء، بشرط أن يكون الغاز الطبيعي متوافراً وأن تكون الانبعاثات الهاربة المرتبطة بالاستخراج والإمداد منخفضة أو مخفّفة (أدلة قوية، توافق مرتفع). وفي سيناريوهات التخفيف التي تصل إلى تركيزات تبلغ نحو 450 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100، يكون توليد الكهرباء بالغاز الطبيعي بدون احتجاز وتخزين الكربون بمثابة تكنولوجيا وسيطة، يتزايد انتشارها قبل أن يبلغ ذروة ثم ينخفض إلى ما دون المستويات الحالية بحلول عام 2050 ويزداد انخفاضاً بعد ذلك في النصف الثاني من القرن (أدلة قوية، توافق مرتفع). [7.5.1، 7.8، 7.9، 7.11، 7.12]

وبإمكان تكنولوجيات احتجاز وتحليل الكربون (CCS) أن تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة من محطات الوقود الأحفوري على امتداد دورة عمرها (أدلة متوسطة، توافق متوسط). وعلى الرغم من وجود جميع مكونات النظم المتكاملة لاحتجاز وتخزين الكربون واستخدامها حالياً من جانب صناعة استخراج الوقود الأحفوري وتكريره، لم تطبّق حتى الآن تكنولوجيا احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون على نطاق كبير في محطة كهرباء تجارية تشغيلية تستخدم الوقود الأحفوري. ومن الممكن أن تشاهَد في السوق محطات كهرباء تستخدم تكنولوجيا احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون إذا وُجد حافز يدفع إلى ذلك بواسطة لوائح تنظيمية و/أو إذا أصبحت هذه التكنولوجيات قادرة على التنافس مع التكنولوجيات المناظرة لها التي لا كابح لها، مثلاً إذا جرى التعويض عن التكاليف الإضافية الخاصة بالاستثمار والتشغيل، الناجمة جزئياً عن انخفاضات الكفاءة، بأسعار للكربون عالية بدرجة كافية (بدعم مالي مباشر). وفي ما يتعلق بنشر تكنولوجيا احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون في المستقبل على نطاق كبير، تلزم لوائح تنظيمية محددة جيداً بشأن المسؤوليات في الأجلين القصير والطويل عن التخزين، وتلزم كذلك حوافز اقتصادية. وتشمل العقبات التي تحول دون نشر تلك التكنولوجيات على نطاق كبير الشواغل المتعلقة بالسلامة التشغيلية لتخزين ثاني أكسيد الكربون وسلامته هو نفسه في الأجل الطويل، وكذلك مخاطر نقله. ولكن ثمة مجموعة متزايدة من المؤلفات التي تتناول كيفية ضمان سلامة آبار ثاني أكسيد الكربون، والعواقب المحتملة لحدوث تصاعد في مستوى الضغط داخل تكوين جيولوجي نتيجة لتسخين ثاني أكسيد الكربون (من قبيل حفزه على النشاط الاهتزازي)، والآثار المحتملة على صحة الإنسان وعلى البيئة التي تنجم عن خروج ثاني أكسيد الكربون من منطقة الحقْن الأولي (أدلة محدودة، توافق متوسط). [7.5.5، 7.8، 7.9، 7.11، 7.12، 11.13]

ويتيح الجمع ما بين الطاقة الأحيائية واحتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون (BECCS) إمكانية توافر إمدادات طاقة ذات انبعاثات سلبية صافية كبيرة النطاق تؤدي دوراً هاماً في كثير من سيناريوهات التثبيت عند مستوى منخفض، بينما تستتبع تحديات ومخاطر (أدلة محدودة، توافق متوسط). وتشمل هذه التحديات والمخاطر تلك المرتبطة بالتوفير، الواسع النطاق في مرحلة الإنتاج، للكتلة الأحيائية التي تُستخدم في مرفق احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون، وكذلك تلك المرتبطة بتكنولوجيات احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون نفسها [7.5.5، 7.9، 11.13]

SPM.4.2.3 قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة

النقل

كان قطاع النقل مسؤولاً عن 27 في المائة من استخدام الطاقة النهائية وعن 6.7 غيغاطن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المباشرة في عام 2010، مع توقّع أن تتضاعف تقريباً انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تمثل خط الأساس بحلول عام 2050 (أدلة متوسطة، توافق متوسط). وهذه الزيادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ناجمة عن تزايد نشاط الركاب والشحن على صعيد العالم ويمكن أن تقابل جزئياً تدابير التخفيف المستقبلية التي تشمل إدخال تحسينات بشأن كربون الوقود وكثافة الطاقة، وتطوير الهياكل الأساسية، وتغيير السلوك، وتنفيذ سياسات شاملة (ثقة عالية). وعلى وجه الإجمال، يمكن أن تتحقق في عام 2050 تخفيضات في الانبعاثات الكلية لثاني أكسيد الكربون من النقل تتراوح من 15 إلى 40 في المائة مقارنةً بتزايد خط الأساس (أدلة متوسطة، توافق متوسط). (الشكل 8.10، 8.9، 8.2، 8.1، 6.8) [SPM.7]

ويمكن لتدابير التخفيف الفنية والسلوكية المتعلقة بجميع طرق النقل، إلى جانب هياكل أساسية جديدة واستثمارات لإعادة التنمية في المناطق الحضرية، أن تقلل من الطلب على الطاقة النهائية في عام 2050 بما يقل عن خط الأساس بنسبة 40 في المائة تقريباً، مع تقدير إمكانية التخفيف بأنها أعلى مما هو مذكور في تقرير التقييم الرابع (أدلة قوية، توافق متوسط). وتتراوح التحسينات المسقطة في كفاءة الطاقة وأداء المركبات من 30 إلى 50 في المائة في عام 2030 بالنسبة إلى عام 2010 تبعاً لطريقة النقل ونوع المركبة (أدلة متوسطة، توافق متوسط). والتخطيط الحضري المتكامل، والتنمية التي تهدف إلى زيادة استخدام وسائل النقل العام، والشكل الحضري الأكثر تركيزاً الذي يدعم ركوب الدراجات والمشي، هي أمور يمكن أن تؤدي كلها إلى تحولات في الطرق، مثلما يمكن أن تؤدي إلى ذلك في الأجل الأطول إعادة التنمية في المناطق الحضرية والاستثمارات في هياكل أساسية جديدة من قبيل نُظم السكك الحديدية الفائقة السرعة التي تقلل من الطلب على السفر الجوي لمسافات قصيرة (أدلة متوسطة، توافق متوسط). وتدابير التخفيف هذه صعبة، وذات نتائج غير مؤكدة، ويمكن أن تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن النقل بنسبة تتراوح من 20 إلى 25 في المائة في عام 2050 مقارنةً بخط الأساس (أدلة محدودة، توافق منخفض). (الشكل SPM.8، اللوحة العلوية) [8.2، 8.3، 8.4، 8.5، 8.6، 8.7، 8.8، 8.9، 12.4، 12.5]

واستراتيجيات الحد من كثافة الكربون في الوقود ومعدل خفض كثافة الكربون تقيّدها التحديات المرتبطة بتشغيل الطاقة والانخفاض النسبي لكثافة الطاقة التي تتسم بها أنواع وقود النقل المنخفضة الكربون (ثقة متوسطة). والدراسات المتكاملة والقطاعية تُجمع بوجه عام على وجود فرص للتحول إلى وقود منخفض الكربون في الأجل القريب، وعلى أن تلك الفرص ستزيد بمرور الوقت. والوقود الذي يمثل الميثان أساسه تتزايد بالفعل حصته في ما يتعلق بمركبات الطرق والمركبات المائية. وتنطوي الكهرباء التي تُنتج من مصادر منخفضة الكربون على إمكانات في الأجل القريب في ما يتعلق بالسكك الحديدية الكهربائية وتنطوي على إمكانات في الأجلين القصير والمتوسط عند استخدام الحافلات الكهربائية ومركبات الطرق الخفيفة وذات الدفع بعجلتين. وتشكّل أنواع الوقود الهيدروجيني المستمدة من مصادر منخفضة الكربون خيارات أطول أجلا. وأنواع الوقود الأحيائي السائلة والغازية المتاحة تجارياً توفر بالفعل فوائد مصاحبة إلى جانب خيارات التخفيف التي يمكن زيادتها بواسطة أوجه التقدم التكنولوجي. والحد من انبعاثات الجسيمات من النقل (بما في ذلك الكربون الأسود) وأوزون التروبوسفير وسلائف الأهباء الجوية (بما في ذلك أكاسيد النيتروجين) يمكن أن تكون له فوائد مصاحبة على صحة الإنسان وعلى التخفيف في الأجل القصير (ثقة متوسطة، توافق متوسط). [8.2، 8.3، 11.13، الشكل TS.20، اللوحة اليمنى]

وتتباين فعالية تكاليف تدابير الحد من الكربون المختلفة في قطاع النقل تبايناً كبيراً حسب نوع المركبات وطريقة النقل (ثقة عالية). فالتكاليف الإجمالية للكربون المحفوظ يمكن أن تكون منخفضة جداً أو سلبية في حالة الكثير من التدابير السلوكية القصيرة الأجل وتحسينات الكفاءة المتعلقة بمركبات الطرق الخفيفة والثقيلة والمركبات المائية. وفي عام 2030، قد تتجاوز التكاليف الإجمالية لبعض المركبات الكهربائية والطائرات والسكك الحديدية التي يمكن أن تكون فائقة السرعة 100 دولار أمريكي لكل طن من ثاني أكسيد الكربون الذي يجري تفاديه (أدلة محدودة، توافق متوسط). [8.6، 8.8، 8.9، الشكلان TS.21 و TS.22]

وتؤثر الفروق الإقليمية على اختيار خيارات التخفيف في قطاع النقل (ثقة عالية). فالعقبات المؤسسية والقانونية والمالية والثقافية تقيِّد الأخذ بالتكنولوجيا المنخفضة الكربون وتقيّد تغيير السلوك. وقد تحد الهياكل الأساسية الراسخة من خيارات التحول في وسائل النقل وتفضي إلى زيادة الاعتماد على تكنولوجيات المركبات المتقدمة؛ ويتبدى بالفعل في بعض بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي تباطؤ النمو في الطلب على المركبات الخفيفة. وفي ما يتعلق بجميع الاقتصادات، ولا سيما تلك ذات معدلات النمو الحضري المرتفعة، يمكن أن يؤدي الاستثمار في نظم النقل العام والهياكل الأساسية المنخفضة الكربون إلى تفادي عدم القدرة على الفكاك من وسائل النقل الكثيفة الكربون. ويمكن أن يؤدي إعطاء الأولوية للهياكل الأساسية الخاصة بالمشاة وإدماج الخدمات غير الآلية وخدمات النقل إلى تحقيق فوائد مصاحبة اقتصادية واجتماعية في جميع المناطق (أدلة متوسطة، توافق متوسط). [8.4، 8.8، 8.5، 14.3، الجدول 8.3]

ويمكن أن تساعد استراتيجيات التخفيف، عند ارتباطها بسياسات غير مناخية على جميع المستويات الحكومية، على فصل انبعاثات غازات الدفيئة من قطاع النقل عن النمو الاقتصادي في جميع المناطق. (ثقة متوسطة). فهذه الاستراتيجيات يمكن أن تساعد على الحد من الطلب على السفر، وتوفر حافزاً لمؤسسات الشحن يدفعها إلى خفض الكثافة الكربونية لنظمها اللوجستية والحث على إحداث تحولات في وسائل النقل، فضلاً عن تحقيقها فوائد مصاحبة من بينها تحسين إمكانية الوصول والتنقل، وتحسين الصحة والسلامة، وزيادة أمن الطاقة، وتحقيق وفورات في التكلفة والوقت (ثقة متوسطة، توافق مرتفع). [8.7، 8.10]

المباني

في عام 2010، كان قطاع المباني[24] مسؤولًا عن نحو 32 في المائة من استخدام الطاقة النهائية وعن انبعاثات لثاني أكسيد الكربون بلغت 8.8 غيغاطن، بما يشمل الانبعاثات المباشرة والانبعاثات غير المباشرة، ومن المسقط أن يتضاعف

[24] يغطي قطاع المباني القطاعات السكنية والتجارية والعامة والخدمية؛ والانبعاثات من التشييد محسوبة في قطاع الصناعة.

تقريباً الطلب على الطاقة وأن تزيد الانبعاثات بنسبة تتراوح من 50 إلى 150 في المائة بحلول منتصف القرن في سيناريوهات خط الأساس (أدلة متوسطة، توافق متوسط). وهذه الزيادة في الطلب على الطاقة تنتج عن حدوث تحسنات في الثروة، وتغيير في أسلوب الحياة، والحصول على خدمات الطاقة الحديثة وعلى إسكان ملائم، والتحضّر. وثمة مخاطر انحباس كبيرة مرتبطة بطول مُدد أعمار المباني وما يتصل بها من هياكل أساسية، وهذه المخاطر هامة على وجه الخصوص في المناطق التي توجد فيها معدلات تشييد مرتفعة (أدلة قوية، توافق مرتفع). [9.4، والشكل SPM.7]

وتتيح أوجه التقدم التي تحققت مؤخراً في التكنولوجيات والدراية الفنية والسياسات فرصاً لتثبيت أو خفض استخدام الطاقة في قطاع المباني على نطاق العالم بحلول منتصف القرن (أدلة قوية، توافق مرتفع). فبالنسبة للمباني الجديدة، من المهم أن تُعتمد بشأنها قوانين بناء منخفض الطاقة جداً، وقد حدث تقدم كبير في هذا الصدد منذ تقرير التقييم الرابع. وتشكّل عمليات إعادة التجهيز جانباً رئيسياً من جوانب استراتيجية التخفيف في البلدان التي توجد فيها أرصدة راسخة من المباني، كما تحققت تخفيضات في استخدام طاقة التدفئة والتبريد بنسبة تتراوح من 50 إلى 90 في المائة في مبانٍ فردية. والتحسينات الكبيرة التي تحققت مؤخراً في الأداء والتكاليف تجعل الإنشاءات التي تتسم بانخفاض استخدامها للطاقة وكذلك عمليات إعادة التجهيز جذابة اقتصادياً، لذلك فإنها تتحقق في بعض الأحيان بتكاليف سلبية صافية. [9.3]

وتؤثر أساليب الحياة والثقافة والسلوك تأثيراً كبيراً على استهلاك الطاقة في المباني (أدلة محدودة، توافق مرتفع). فقد اتضح وجود فرق في استخدام الطاقة يتراوح من ثلاثة أمثال إلى خمسة أمثال عند توفير مستويات متماثلة من خدمات الطاقة ذات الصلة بالمباني في المباني. وفي حالة البلدان المتقدمة النمو، تشير السيناريوهات إلى أن تغييرات أسلوب الحياة والسلوك يمكن أن تخفّض الطلب على الطاقة بما يصل إلى 20 في المائة في الأجل القصير وبما يصل إلى 50 في المائة من المستويات الحالية بحلول منتصف القرن. أما في البلدان النامية، فإن إدماج عناصر أساليب الحياة التقليدية في الممارسات والهندسة المعمارية المتعلقة بالمباني يمكن أن ييسر توفير مستويات مرتفعة من خدمات الطاقة بمدخلات من الطاقة أقل كثيراً من خط الأساس. [9.3]

ولمعظم خيارات التخفيف المتعلقة بالمباني فوائد مصاحبة كبيرة ومتنوعة إضافة إلى وفورات تكلفة الطاقة (أدلة قوية، توافق مرتفع). وتشمل هذه الفوائد التحسينات في أمن الطاقة، والصحة (مثلاً من وجود مواقد طهي أنظف تستخدم حرق الوقود)، والنتائج البيئية، وإنتاجية مكان العمل، وتخفيضات فقر الوقود، والمكاسب الصافية من حيث العمالة. وكثيراً ما يتبيّن من الدراسات التي حددت قيَماً نقدية للفوائد المصاحبة أن هذه الفوائد تتجاوز وفورات تكاليف الطاقة وربما تتجاوز الفوائد المناخية (أدلة متوسطة، توافق متوسط). [9.6، 9.7، 3.6.3]

وثمة عقبات قوية، من قبيل انقسام الحوافز (مثلاً بين السكان والبنّائين) وتجزؤ الأسواق وقصور إمكانية الحصول على المعلومات والتمويل، تعوق استغلال الفرص الفعالة التكاليف القائمة على السوق. ومن الممكن التغلب على العقبات بواسطة تدخلات على صعيد السياسات تتناول جميع مراحل دورات عُمر المباني والأجهزة (أدلة قوية، توافق مرتفع). [9.8، 9.10، 16، الإطار 3.10]

ولقد تحقق قدر كبير من التقدم منذ تقرير التقييم الرابع في وضع حوافظ لسياسات كفاءة الطاقة وتنفيذها. فقوانين البناء ومعايير الأجهزة، إذا كانت مصممة ومنفّذة بشكل جيد، من بين أكثر أدوات تخفيضات الانبعاثات فعالية من ناحية البيئة ومن ناحية التكاليف (أدلة قوية، توافق مرتفع). وقد أسهمت في بعض البلدان المتقدمة النمو في تثبيت، أو خفض، الطلب الكلي على الطاقة من أجل المباني. وتعزيز هذه القوانين تعزيزاً كبيراً، واعتمادها في مزيد من النظم القضائية، وتوسيع نطاقها بحيث تمتد إلى مزيد من أنواع المباني والأجهزة، هي أمور ستمثل عاملاً رئيسياً في بلوغ الأهداف المناخية الطموحة. [9.10، 2.6.5.3]

الصناعة

في عام 2010، كان قطاع الصناعة مسؤولاً عن نحو 28 في المائة من استخدام الطاقة النهائي، وعن انبعاثات من ثاني أكسيد الكربون بلغت 13 غيغاطن، بما في ذلك الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة وكذلك انبعاثات العمليات الصناعية، ومن المسقط أن تزيد الانبعاثات بنسبة تتراوح من 50 إلى 150 في المائة بحلول عام 2050 في سيناريوهات خط الأساس التي جرى تقييمها في تقرير التقييم الخامس، إلا إذا تسارعت وتيرة إدخال تحسينات في كفاءة الطاقة تسارعاً كبيرا (أدلة متوسطة، توافق متوسط). وكانت الانبعاثات من الصناعة مسؤولة عن ما يتجاوز قليلاً 30 في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة على صعيد العالم في عام 2010 وهي الآن أكبر من الانبعاثات من قطاع المباني أو من قطاع الاستخدام النهائي لوسائل النقل. (الشكلان SPM.2 و 10.3] (SPdM.7]

وكثافة الطاقة في قطاع الصناعة من الممكن خفضها مباشرةً بنسبة تبلغ نحو 25 في المائة مقارنةً بالمستوى الحالي من خلال تحسين المستوى على نطاق واسع، وعمليات الاستبدال، ونشر أفضل التكنولوجيات المتاحة،

لا سيما في البلدان التي لا تُستخدم فيها تلك التكنولوجيات وفي الصناعات التي لا تستخدم الطاقة بكثافة (توافق مرتفع، أدلة قوية). وقد يكون من الممكن تحقيق تخفيضات إضافية في كثافة الطاقة تبلغ نحو 20 في المائة من خلال الابتكار (أدلة محدودة، توافق متوسط). والعقبات التي تحول دون تحقيق كفاءة الطاقة تتعلق إلى حد كبير بتكاليف الاستثمار الأولي وعدم توافر المعلومات. وتمثل برامج الإعلام نهجاً شائعاً للترويج لكفاءة الطاقة، تليها الأدوات الاقتصادية، والنُهج التنظيمية، والإجراءات الطوعية. [10.7، 10.9، 10.11]

التحسينات في كفاءة انبعاثات غازات الدفيئة وفي كفاءة استخدام المواد وإعادة تدوير المواد والمنتجات وإعادة استخدامها، والتخفيضات العامة في الطلب على المنتجات (مثلاً، من خلال استخدام المنتجات بكثافة أكبر) وفي الطلب على الخدمات يمكن أن تساعد، إضافة إلى كفاءة الطاقة، على خفض انبعاثات غازات الدفيئة إلى ما دون مستوى خط الأساس في قطاع الصناعة (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). والكثير من خيارات خفض الانبعاثات يتسم بفعالية تكاليفه وبربحيته وارتباطه بفوائد مصاحبة متعددة (تحسين الامتثال البيئي، والفوائد الصحية، إلخ). وفي الأجل الطويل، يمكن لحدوث تحوّل إلى الكهرباء المنخفضة الكربون، وإلى عمليات صناعية جديدة، وإلى ابتكارات جذرية في المنتجات (مثلاً، بدائل للإسمنت)، أو احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون (مثلاً، للتخفيف من انبعاثات العمليات الصناعية) أن يسهم في إحداث تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة. ويمثل الافتقار إلى سياسة وتجارب في مجال كفاءة خدمة المواد والمنتجات عقبات رئيسية. [10.4، 10.7، 10.8، 10.11]

وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون هي المهيمنة على انبعاثات غازات الدفيئة من الصناعة، ولكن توجد أيضاً فرص كبيرة للتخفيف في ما يتعلق بالغازات غير ثاني أكسيد الكربون (أدلة قوية، توافق مرتفع). فالميثان وأكسيد النيتروز والغازات المشّبعة بالفلور التي تنبعث من الصناعة كانت مسؤولة عن انبعاثات بلغت 0.9 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2010. وتشمل فرص التخفيف الرئيسية، مثلاً، الحد من انبعاثات المواد الهيدروفلوروكربونية بواسطة تحسين العمليات الصناعية إلى الحد الأمثل واسترجاع مواد التبريد، وإعادة التدوير والاستبدال، وإن كانت توجد عقبات. [الجدولان 10.2 و 10.7]

ويمكن لاتباع نُهج عامة والقيام بأنشطة تعاونية على نطاق الشركات والقطاعات أن يقللا من استهلاك الطاقة والمواد ومن ثم أن يقللا من انبعاثات غازات الدفيئة (أدلة قوية، توافق مرتفع). وتطبيق تكنولوجيات (مثلاً، المحركات ذات الكفاءة) وتدابير (مثلاً، الحد من تسرّب الهواء أو البخار) على نحو شامل في كل من الصناعات الكبيرة التي تستخدم الطاقة بكثافة والمشاريع الصغيرة والمتوسطة الحجم أن يحسّن من أداء العمليات ومن كفاءة المنشآت بطريقة فعالة التكاليف. ويمكن أن يشمل التعاون في ما بين الشركات (مثلاً، في المجمعات الصناعية) والقطاعات تقاسم الهياكل الأساسية والمعلومات واستخدام الحرارة العادمة. [10.4، 10.5]

والخيارات الهامة في ما يتعلق بالتخفيف في سياق إدارة النفايات هي الحد من النفايات، الذي يعقبه إعادة استعمالها، وإعادة تدويرها، واسترجاع الطاقة (أدلة قوية، توافق مرتفع). وقد كانت النفايات والمياه العادمة مسؤولة عن انبعاثات بلغت 1.5 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2010. وبالنظر إلى أن حصة المواد المعاد تدويرها أو المعاد استعمالها ما زالت منخفضة (مثلاً، يُعاد تدوير نحو 20 في المائة من النفايات الصلبة الخاصة بالبلديات)، من الممكن أن تسفر تكنولوجيات معالجة النفايات واسترجاع الطاقة للحد من الطلب على الوقود الأحفوري عن تحقيق انخفاضات مباشرة كبيرة في الانبعاثات من التخلص من النفايات. [10.4، 10.14]

SPM.4.2.4 الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU)

إن قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي مسؤول عن نحو ربع (~ 10 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) الانبعاثات الصافية لغازات الدفيئة البشرية المنشأ أساساً من إزالة الغابات، والانبعاثات الزراعية من التربة، وإدارة المغذيات والثروة الحيوانية (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). وتشير أحدث التقديرات إلى حدوث انخفاض في تدفقات ثاني أكسيد الكربون من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، نتيجة إلى حد كبير لانخفاض معدلات إزالة الغابات وزيادة زرع الغابات. ولكن عدم اليقين بشأن الانبعاثات الصافية التاريخية من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي أكبر مما هو في ما يتعلق بالقطاعات الأخرى، وتوجد أوجه عدم يقين إضافية بشأن الانبعاثات الصافية التي تمثل خط الأساس من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي. ومع ذلك، في المستقبل، من المسقط أن تنخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية الصافية التي تمثل خط الأساس من قطاعات الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، مع احتمال أن تصبح تلك الانبعاثات الصافية أقل من نصف المستوى الذي كانت عليه في عام 2010 بحلول عام 2050 ومع احتمال أن تصبح هذه القطاعات مصرفاً صافياً (بالوعة صافية) لثاني أكسيد الكربون قبل نهاية القرن (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). (الشكل 11.2، 6.3.1.4] (SPM.7، الشكل 6.5] **وتؤدي الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي دوراً مركزياً في الأمن الغذائي والتنمية المستدامة.**

وأكثر خيارات التخفيف فعالية من حيث التكلفة في مجال الحراجة هي زرع الغابات، والإدارة المستدامة للغابات، والحد من إزالة الغابات، مع وجود فروق كبيرة في أهميتها النسبية بين المناطق. ففي الزراعة، نجد أن أكثر خيارات التخفيف فعالية من حيث التكاليف هي إدارة الأراضي الزراعية، وإدارة أراضي الرعي، وترميم التربة العضوية (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). ويقدّر أن إمكانية التخفيف الاقتصادية للتدابير على جانب الإمداد تتراوح من 7.2 إلى 11 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً[25] في عام 2030 في حالة بذل جهود للتخفيف تتسق مع ارتفاع أسعار الكربون[26] إلى ما يصل إلى 100 دولار أمريكي للطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، يمكن أن يتحقق نحو ثلثه بسعر يبلغ <20 دولار أمريكي للطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (أدلة متوسطة، توافق متوسط). وتوجد عقبات محتملة تحول دون تنفيذ خيارات التخفيف المتاحة [11.7، 11.8]. وتنطوي التدابير على جانب الطلب، من قبيل إحداث تغييرات في الغذاء المتناول وتخفيضات في الفواقد في سلسلة الإمدادات الغذائية، على إمكانات كبيرة، ولكنها غير مؤكدة، للحد من انبعاثات غازات الدفيئة من إنتاج الأغذية (دليل متوسط، توافق متوسط). وتتباين التقديرات مما يتراوح من 0.7 إلى 8.6 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً بحلول عام 2050 (أدلة محدودة، توافق متوسط). [11.4، 11.6، الشكل 11.14]

وتبلغ السياسات التي تحكم الممارسات الزراعية وحفظ الغابات وإدارتها أقصى درجات فعاليتها عندما تشمل التخفيف والتكيف على السواء. فقد تكون بعض خيارات التخفيف في قطاعات الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (من قبيل أرصدة الكربون في التربة والغابات) عُرضة للتأثر بتغيّر المناخ (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). وأنشطة تخفيف الانبعاثات من إزالة الغابات وتردي الغابات (REDD+[27] هي مثال يُقصد به أن يكون مستداماً) تكون، عند تنفيذها على نحو مستدام، خيارات لسياسات فعالة التكاليف للتخفيف من تغير المناخ، تنطوي على فوائد اقتصادية واجتماعية وبيئية وتكيفية مصاحبة أخرى (مثلاً، حفز التنوع البيولوجي وموارد المياه، والحد من تآكل التربة) (أدلة محدودة، توافق متوسط). [11.3.2، 11.10]

ومن الممكن أن تؤدي الطاقة الأحيائية دوراً بالغ الأهمية في التخفيف، ولكن ثمة مسائل يجب النظر فيها، من قبيل استدامة الممارسات وكفاءة نظم الطاقة الأحيائية. (أدلة قوية، توافق متوسط) [11.4.4، الإطار 11.5، 11.13.6، 11.13.7]. والعقبات التي تحول دون نشر الطاقة الأحيائية على نطاق واسع تشمل الشواغل بشأن انبعاثات غازات الدفيئة من الأرض، والأمن الغذائي، وموارد المياه، وحفظ التنوع البيولوجي، وسُبل العيش. ولم يُحسم حتى الآن الجدل العلمي بشأن ما يتصل بتغير المناخ من تأثيرات بوجه عام لمسارات محددة للطاقة الأحيائية من حيث التنافس على الأراضي (أدلة قوية، توافق مرتفع). [11.4.4، 11.13]. فتكنولوجيات الطاقة الأحيائية متنوعة وتشمل نطاقاً واسعاً من الخيارات ومسارات التكنولوجيا. وتشير الأدلة إلى أن الخيارات التي تنطوي على وجود انبعاثات منخفضة على امتداد دورة العمر (مثلاً، قصب السكر، وعشبة الميكانثوس وأنواع الأشجار التي تنمو بسرعة، والاستخدام المستدام لمخلفات الكتلة الأحيائية)، وبعضها متاح بالفعل، يمكن أن تخفّض انبعاثات غازات الدفيئة؛ وتقتصر النتائج على كل موقع على حدة وتعتمد على وجود 'نُظُم لتحويل الكتلة الأحيائية إلى طاقة أحيائية' متكاملة وتتسم بالكفاءة، وعلى الإدارة والحوكمة المستدامتين لاستخدام الأراضي. وفي بعض المناطق، من الممكن أن تقلل خيارات محددة بشأن الطاقة الأحيائية، مثل مواقد الطهي المحسّنة وإنتاج الغاز الأحيائي والطاقة الأحيائية على نطاق صغير، من انبعاثات غازات الدفيئة وأن تحسّن سُبل العيش والصحة في سياق التنمية المستدامة (أدلة متوسطة، توافق متوسط). [11.13]

SPM.4.2.5 المستوطنات البشرية، والهياكل الأساسية، والتخطيط المكاني

إن التحضّر يمثل اتجاهاً عالمياً ويرتبط بحدوث زيادات في الدخل، وارتفاع الدخل في الحضر يرتبط به ارتفاع استهلاك الطاقة وارتفاع انبعاثات غازات الدفيئة (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). ففي عام 2011 كان أكثر من 52 في المائة من سكان العالم يعيشون في مناطق حضرية. وفي عام 2006 كانت المناطق الحضرية مسؤولة عن نسبة من استهلاك الطاقة تتراوح من 67 إلى 76 في المائة وكانت مسؤولة عن نسبة تتراوح من 71 إلى 76 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة. وبحلول عام 2050، من المتوقع أن يزيد عدد سكان الحضر بحيث يبلغ ما يتراوح من 5.6 إلى 7.1 مليارات، أي ما يمثل نسبة تتراوح من 64 إلى 69 من مجموع سكان العالم. والمدن الموجودة في البلدان غير المدرجة في المرفق الأول تكون لديها بوجه عام مستويات أعلى لاستخدام الطاقة مقارنة بالمتوسط الوطني، بينما يكون نصيب الفرد من استخدام الطاقة في البلدان المدرجة في المرفق الأول أقل بوجه عام من المتوسط الوطني (أدلة قوية، توافق متوسط). [12.2، 12.3]

---

25 النطاق الكامل لجميع الدراسات هو: 0.49 إلى 11 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً.

26 في كثير من النماذج المستخدمة لتقييم التكاليف الاقتصادية للتخفيف، كثيراً ما يُستخدم سعر الكربون كبديل يمثل مستوى الجُهد في سياسات التخفيف (انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس).

27 انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس.

ويتيح العقدان القادمان فرصة للتخفيف في المناطق الحضرية، لأن نسبة كبيرة من مناطق العالم الحضرية ستصبح متقدمة النمو في أثناء هذه الفترة (أدلة محدودة، توافق مرتفع). ووفقاً لاتجاهات تدني كثافة السكان، واستمرار النمو الاقتصادي والسكاني، من المسقط أن يزيد غطاء الأراضي في المناطق الحضرية بنسبة تتراوح من 56 إلى 310 في المائة خلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2030. [12.2، 12.3، 12.4، 12.8]

وتتباين خيارات التخفيف في المناطق الحضرية حسب مسارات التحضر ومن المتوقع أن تبلغ أكثر درجات فعاليتها عند تجميع أدوات السياسات (أدلة قوية، توافق مرتفع). ويوجد ارتباط شديد بين الهياكل الأساسية والشكل الحضري، وهذا الارتباط يؤدي إلى تقييد أنماط استخدام الأراضي، وخيارات وسائل النقل، والسلوك. وتنطوي استراتيجيات التخفيف الفعالة على مجموعات من السياسات التي تعزز كل منها الأخرى، ومن بينها جعل الأماكن التي توجد فيها كثافة سكنية عالية هي أيضاً الأماكن التي توجد فيها كثافة عمالة عالية، وتحقيق درجة تنوع وتكامل عالية في استخدامات الأراضي، وزيادة سُبل الوصول والاستثمار في وسائل النقل العام، وغير ذلك من التدابير المتعلقة بإدارة الطلب [8.4، 12.3، 12.4، 12.5، 13.6]

وأكثر فرص التخفيف في ما يتعلق بالمستوطنات البشرية موجودة في المناطق الآخذة في التحضر بسرعة حيث لا يوجد انحباس للشكل الحضري وللهياكل الأساسية، ولكن حيث كثيراً ما توجد قدرات محدودة من حيث الحوكمة وقدرات فنية ومالية ومؤسسية محدودة (أدلة قوية، توافق مرتفع). ومن المتوقع حدوث معظم النمو الحضري في المدن الصغيرة والمتوسطة الحجم في البلدان النامية. وإمكانية استخدام أدوات التخطيط المكاني للتخفيف من تغيّر المناخ تتوقف بشدة على قدرة أي مدينة من الناحية المالية ومن ناحية الحوكمة. [12.6، 12.7]

وتضطلع آلاف من المدن بتنفيذ خطط عمل مناخية، ولكن آثارها الإجمالية على الانبعاثات الحضرية غير مؤكدة (أدلة قوية، توافق مرتفع). ولكن لم يكن هناك سوى قدر ضئيل من التقييم المنهجي لتنفيذ الخطط ولمدى تحقيقها أهداف خفض الانبعاثات أو مدى خفضها للانبعاثات بالفعل. وتركز خطط العمل المناخية الحالية إلى حد كبير على كفاءة الطاقة. وتتناول خطط عمل مناخية أقل عدداً استراتيجيات التخطيط لاستخدام الأراضي والتدابير المشتركة بين القطاعات للحد من الامتداد العمراني وتعزيز التنمية الموجهة نحو زيادة استخدام وسائل النقل العام.[28] [12.6، 12.7، 12.9]

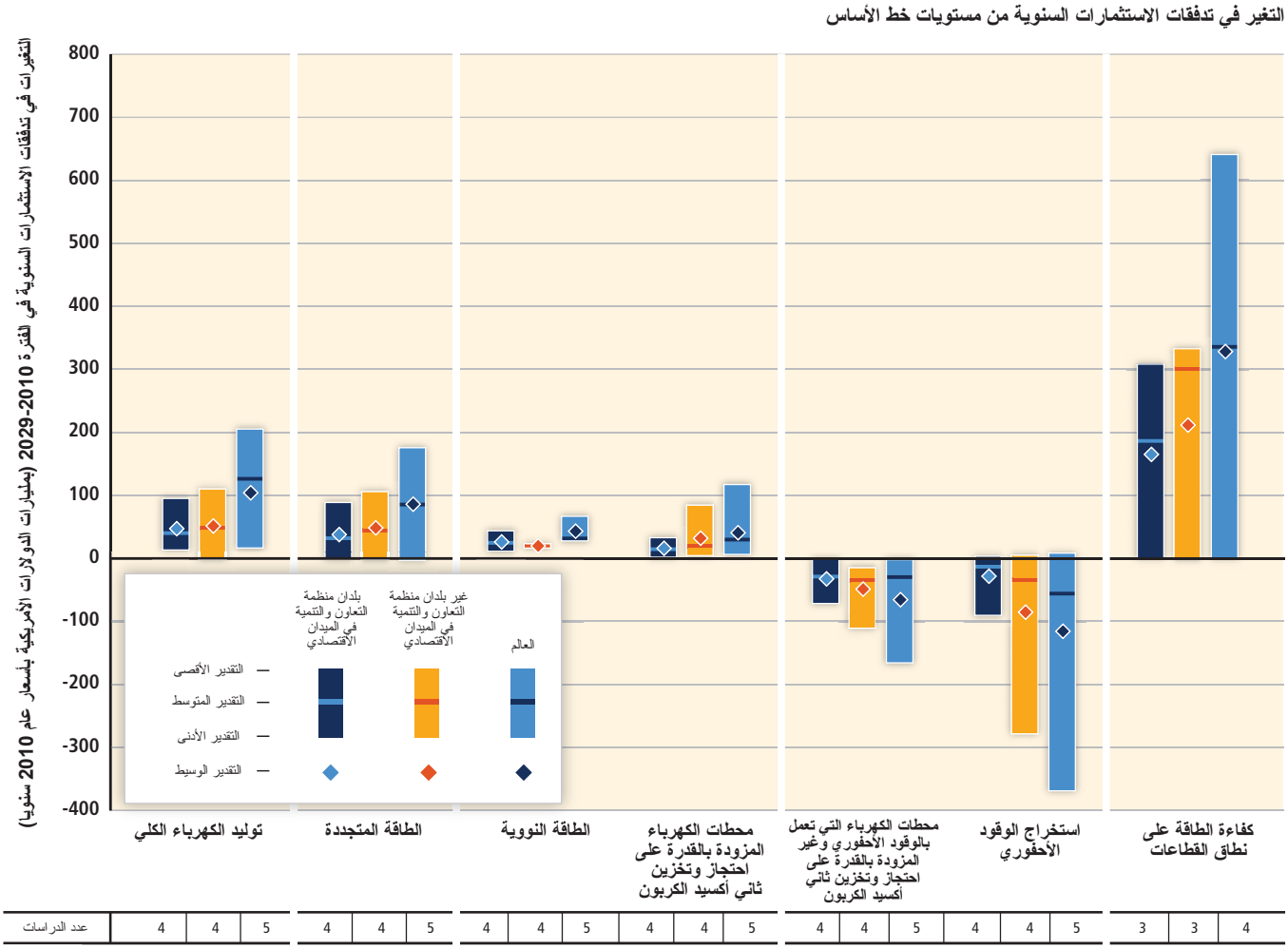
ويمكن للنجاح في تنفيذ استراتيجيات للتخفيف من تغيّر المناخ على نطاق حضري أن يوفر فوائد مصاحبة (أدلة قوية، توافق مرتفع). فما زالت المناطق الحضرية في مختلف أنحاء العالم تجاهد في مواجهة تحديات من بينها ضمان الحصول على الطاقة، والحد من تلوث الهواء والماء، والحفاظ على فرص العمالة وعلى القدرة التنافسية. وكثيراً ما يتوقف اتخاذ إجراءات بشأن التخفيف على النطاق الحضري على القدرة على ربط جهود التخفيف من تغير المناخ بالفوائد المصاحبة المحلية (أدلة قوية، توافق مرتفع). [12.5، 12.6، 12.7، 12.8]

SPM.5 سياسات ومؤسسات التخفيف

SPM.5.1 السياسات القطاعية والوطنية

إن إحداث تخفيضات كبيرة في الانبعاثات أمر من شأنه أن يقتضي تغيرات كبيرة في أنماط الاستثمار. فسيناريوهات التخفيف التي تحقق فيها السياسات ثبات التركيزات في الغلاف الجوي (بدون تجاوز) في حدود ما يتراوح من 430 إلى 530 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 تفضي إلى تحولات كبيرة في تدفقات الاستثمارات السنوية أثناء الفترة 2010-2029 مقارنةً بسيناريوهات خط الأساس (الشكل SPM.9). ففي خلال العقدين القادمين (2010 إلى 2029)، من المسقط انخفاض الاستثمارات السنوية في تكنولوجيا الوقود الأحفوري التقليدية المرتبطة بقطاع الإمداد بالكهرباء بنحو 30 مليار دولار أمريكي (ما يتراوح من مليارين إلى 166 مليار دولار أمريكي) (النسبة الوسيطة: 20 في المائة مقارنة بعام 2010) بينما من المسقط أن تزيد الاستثمارات السنوية في الإمداد بالكهرباء المنخفضة الكربون (أي توليد الطاقة المتجددة والنووية والكهربائية مع احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون) بنحو 147 مليار دولار أمريكي (ما يتراوح من 31 إلى 360 مليار دولار أمريكي) (النسبة الوسيطة: 100+ في المائة مقارنةً بعام 2010) (أدلة محدودة، توافق متوسط). ولأغراض المقارنة، تبلغ حالياً الاستثمارات السنوية الكلية العالمية في نظام الطاقة 1,200 مليار

[28] انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس.



الشكل SPM.9 | التغير في تدفقات الاستثمارات السنوية من متوسط مستوى خط الأساس خلال العقدين القادمين (2010-2029) في ما يتعلق بسيناريوهات التخفيف التي تحقق ثبات التركيزات في حدود ما يتراوح تقريباً من 430 إلى 530 جزءاً من المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. وتستند التغييرات في الاستثمارات إلى عدد محدود من دراسات النماذج ومقارنات النماذج. وتوليد الكهرباء الكلي (العمود الموجود على أقصى اليسار) هو مجموع محطات الطاقة المتجددة والنووية ومحطات الطاقة المزودة بالقدرة على احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون ومحطات الطاقة التي تستخدم الوقود الأحفوري وغير المزودة بالقدرة على احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون. وتشير الأعمدة الرأسية إلى النطاق الذي يتراوح من التقدير الأدنى والتقدير الأقصى؛ ويشير العمود الأفقي إلى التقدير الوسيط. ولا يعني القرب من هذه القيمة الوسيطة ارتفاع الأرجحية وذلك بسبب اختلاف درجة تجميع نتائج النماذج، وقلة عدد الدراسات المتاحة، واختلاف الافتراضات في الدراسات المختلفة التي بُحثت. وتبيّن الأرقام الواردة في الصف السفلي العدد الكلي للدراسات في المؤلفات التي استُخدمت لأغراض التقييم. وهذا يُبرز أن الاحتياجات إلى الاستثمارات ما زالت مجالاً من مجالات البحوث آخذاً في التطور لم تتناوله إلا قلة نسبياً من الدراسات. [الشك 16.3].

دولار أمريكي. وإضافة إلى ذلك، من المسقط أن تزيد الاستثمارات التراكمية السنوية في كفاءة الطاقة في قطاعات النقل والمباني والصناعة بنحو 336 مليار دولار أمريكي (ما يتراوح من 1 إلى 641 مليار دولار أمريكي) (أدلة محدودة، توافق متوسط)، مما ينطوي في أغلب الأحيان على تحديث المعدات الموجودة حالياً [13.11، 16.2.2]

ولا يوجد تعريف متفق عليه على نطاق واسع لما يشكّل تمويلاً مناخياً، ولكن تتوافر تقديرات للتدفقات المالية المرتبطة بالتخفيف من تغير المناخ والتكيف معه. والتقديرات المنشورة لجميع التدفقات المالية السنوية الحالية التي يتمثل التأثير المتوقع منها في خفض صافي انبعاثات غازات الدفيئة و/أو في تعزيز القدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ وتقلبية المناخ تتراوح من 343 إلى 385 مليار دولار أمريكي سنويا على نطاق العالم (ثقة متوسطة) [الإطار TS.14]. ومعظم هذا المبلغ يُستخدم في أغراض التخفيف. ومن هذا المبلغ، يقدّر أن التمويل المناخي الكلي العام الذي تدفق إلى البلدان النامية كان يتراوح من 35 مليار إلى 49 مليار دولار أمريكي سنوياً في عامي 2011 و 2012 (ثقة متوسطة). أما تقديرات التمويل المناخي الخاص الدوري الذي تدفق إلى البلدان النامية فكانت تتراوح من 10 مليارات من الدولارات الأمريكية إلى 72 مليار دولار أمريكي سنوياً، بما في ذلك استثمار أجنبي مباشر كأسهم وقروض في حدود ما يتراوح من 10 مليارات من الدولارات الأمريكية إلى 37 مليار دولار أمريكي سنوياً خلال الفترة 2008-2011 (ثقة متوسطة). [16.2.2]

وقد حدثت زيادة كبيرة في خطط واستراتيجيات التخفيف الوطنية ودون الوطنية منذ تقرير التقييم الرابع. ففي عام 2012 كانت نسبة قدرها 67 في المائة من انبعاثات الدفيئة على نطاق العالم تخضع لتشريعات أو استراتيجيات وطنية وذلك مقابل نسبة قدرها 45 في المائة في عام 2007. ولكن لم يحدث حتى الآن أي انحراف كبير في الانبعاثات العالمية عن الاتجاه السابق [الشكل 1.3]. وهذه الخطط والاستراتيجيات ما زالت في مراحل مبكرة من مراحل استحداثها وتنفيذها في كثير من البلدان، مما يجعل من الصعب تقييم أثرها الإجمالي على الانبعاثات العالمية في المستقبل (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). [14.3.4، 14.3.5، 15.1، 15.2]

وقد زاد التركيز منذ تقرير التقييم الرابع على السياسات الرامية إلى إدماج أهداف متعددة، وزيادة الفوائد المصاحبة، والحد من الآثار الجانبية السلبية. (ثقة عالية). وكثيراً ما تشير الحكومات صراحة إلى الفوائد المصاحبة في الخطط والاستراتيجيات المناخية والقطاعية. وقد سعت المؤلفات العلمية إلى تقييم حجم الفوائد المصاحبة (انظر القسم SPM.4.1) وتقييم ما تتسم به السياسات التي تحقق فوائد مصاحبة كبيرة وتخلّف آثاراً جانبية ضئيلة من صلاحية سياسية أكبر للتنفيذ ومن قابلية للاستدامة [4.8، 5.7، 6.6، 13.2، 15.2]. ورغم تزايد الاهتمام في عملية صنع السياسات وفي المؤلفات العلمية منذ تقرير التقييم الرابع، فإن الأسس التحليلية والعملية لفهم الكثير من التأثيرات التفاعلية لم تتطور بدرجة كافية [1.2، 3.6.3، 4.2، 4.8، 5.7، 6.6]

وقد استُخدمت السياسات القطاعية على نطاق أوسع من استخدام سياسات الاقتصاد الكلي (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). ومع أن معظم النظريات الاقتصادية تشير إلى أن السياسات التي تنفذ على صعيد الاقتصاد بأكمله من أجل الهدف المنفرد المتمثل في التخفيف من شأنها أن تكون أكثر فعالية من حيث التكاليف مقارنةً بالسياسات القطاعية، دلل عدد متزايد من الدراسات منذ تقرير التقييم الرابع على أن العقبات الإدارية والسياسية قد تجعل السياسات التي تنفَّذ على صعيد الاقتصاد بأكمله أصعب من حيث التصميم والتنفيذ مقارنةً بالسياسات القطاعية. وقد تكون السياسات القطاعية أنسب للتصدي للعقبات أو لحالات فشل الأسواق التي تقتصر على قطاعات معينة، وقد يتسنى تجميعها في مجموعات من السياسات التكاملية. [6.3.6.5، 8.10، 9.10، 10.10، 15.2، 15.5، 15.8، 15.9]

وتُستخدم النُهج التنظيمية وتدابير الإعلام على نطاق واسع، وكثيراً ما تكون فعالة من الناحية البيئية (أدلة متوسطة، توافق متوسط). ومن بين أمثلة النُهج التنظيمية وضع معايير لكفاءة الطاقة؛ وتشمل أمثلة برامج الإعلام برامج الوسم التي يمكن أن تساعد المشتركين على اتخاذ قرارات مستنيرة بدرجة أفضل. ومع أن هذه النُهج كثيراً ما تبيَّن أن لها فائدة اجتماعية صافية، فإن المؤلفات العلمية منقسمة بشأن مدى إمكانية تنفيذ هذه السياسات بتكاليف خاصة سلبية بالنسبة للشركات وللأفراد. [الإطار 3.10، 15.5.5، 15.5.6] وثمة توافق عام بشأن وجود تأثيرات مرتدة، يمكن بها أن تفضي زيادة الكفاءة إلى خفض أسعار الطاقة وزيادة الاستهلاك، ولكن يوجد توافق منخفض في المؤلفات بشأن حجم ذلك [3.9.5، 5.7.2، 14.4.2، 15.5.4]

ومنذ تقرير التقييم الرابع، أنشئت نظم لوضع حد أعلى وللتجارة بشأن غازات الدفيئة في عدد من البلدان والمناطق. وكان تأثيرها البيئي في الأجل القصير محدوداً نتيجة لفرض حدود عليا فضفاضة أو حدود عليا لم يثبت أنها مقيِّدة (أدلة محدودة، توافق متوسط). وكان هذا يرتبط بعوامل من قبيل الأزمة المالية والاقتصادية التي قللت من الطلب على الطاقة، ووجود مصادر طاقة جديدة، والتفاعلات مع السياسات الأخرى، وأوجه عدم اليقين التنظيمية. ومن حيث المبدأ، يمكن أن يحقق وجود نظام يفرض حدوداً عليا ونظام للتجارة تخفيفاً بطريقة فعالة التكاليف؛ ولكن تنفيذه يتوقف على الظروف الوطنية. ومع أن البرامج الأسبق اعتمدت حصرياً تقريباً على حرية توزيع التراخيص، يتزايد استخدام طرح التراخيص في مزاد. وفي حالة طرح المخصصات في مزاد، يمكن استخدام الإيرادات للقيام بالاستثمارات الأخرى ذات العائد الاجتماعي المرتفع، و/أو الحد من العبء الضريبي وعبء الديون. [14.4.2، 15.5.3]

وفي بعض البلدان، ساعدت السياسات القائمة على الضرائب والتي تهدف تحديداً إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة - إلى جانب التكنولوجيا والسياسات الأخرى - على إضعاف الارتباط بين انبعاثات غازات الدفيئة والناتج المحلي الإجمالي (ثقة عالية). وفي مجموعة كبيرة من البلدان لضرائب الوقود (مع أنها لا تُصمَّم بالضرورة لغرض التخفيف) تأثيرات مشابهة لتأثيرات ضرائب الكربون القطاعية [الجدول 15.2]. وانخفاض الطلب على وقود النقل المرتبط بحدوث زيادة في السعر قدرها 1 في المائة يتراوح من 0.6 في المائة إلى 0.8 في المائة في الأجل الطويل، وإن كانت الاستجابة في الأجل القصير أقل كثيراً [15.5.2]. وفي بعض البلدان، تُستخدم الإيرادات لخفض ضرائب أخرى و/أو لتوفير تحويلات إلى الفئات المنخفضة الدخل. وهذا يصوّر المبدأ العام الذي مفاده أن سياسات التخفيف التي ترفع الإيرادات الحكومية تكون تكاليفها الاجتماعية أقل عموماً من النُهج التي لا تحقق ذلك. ومع أنه كان يُفترض سابقاً أن ضرائب الوقود تراجعية، كان هناك عدد من الدراسات الأخرى منذ تقرير التقييم الرابع أظهر أن تلك الضرائب تصاعدية، لا سيما في البلدان النامية (أدلة متوسطة، توافق متوسط). [3.6.3، 14.4.2، 15.5.2]

وخفض الإعانات المقدمة للأنشطة ذات الصلة بغازات الدفيئة في قطاعات شتى يمكن أن يحقق تخفيضات في الانبعاثات، تبعاً للسياق الاجتماعي والاقتصادي (ثقة عالية). ومع أن الإعانات يمكن أن تؤثر على الانبعاثات في قطاعات كثيرة، ركّزت معظم المؤلفات التي صدرت مؤخراً على الإعانات للوقود الأحفوري. ومنذ تقرير التقييم الرابع كان هناك عدد ضئيل ولكن متزايد من المؤلفات المستندة إلى نماذج على نطاق الاقتصاد التي توقعت أن الإزالة الكاملة لإعانات الوقود الأحفوري في جميع البلدان يمكن أن تسفر عن تخفيضات في الانبعاثات الإجمالية العالمية بحلول منتصف القرن (أدلة متوسطة، توافق متوسط). [7.12، 13.13، 14.3.2، 15.5.2]. وتتباين الدراسات من حيث المنهجية، ونوع الإعانات وتعريفها، والإطار الزمني للإزالة التدريجية المبحوثة. وعلى وجه الخصوص، تقيِّم الدراسات آثار الإزالة الكاملة لجميع إعانات الوقود الأحفوري بدون السعي إلى تقييم نوع الإعانات التي تمثل هدراً وتتسم بعدم الكفاءة، مع مراعاة الظروف الوطنية. ومع أن العقبات السياسية بشأن الاقتصاد كبيرة، فقد أصلحت بعض البلدان نظمها الضريبية والخاصة بالميزانية للحد من إعانات الوقود. وللمساعدة على الحد من الآثار السلبية المحتملة على الفئات المنخفضة الدخل التي كثيراً ما تنفق نسبة كبيرة من دخلها على خدمات الطاقة، استخدمت حكومات كثيرة تحويلات نقدية لمبالغ تُدفع لمرة واحدة أو استخدمت آليات أخرى موجهة إلى الفقراء. [15.5.2]

ويمكن أن تكون التفاعلات بين سياسات التخفيف أو في ما بينها تآزرية أو يكون لها تأثير إضافي على خفض الانبعاثات (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). فعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون لضريبة كربونية تأثير بيئي مضاف للسياسات، من قبيل تقديم إعانات للإمداد بالطاقة المتجددة. وعلى العكس من ذلك، إذا كان لنظام فرض حدود عليا ونظام تجاري حد أعلى ملزم (يكون صارماً بدرجة تكفي للتأثير على القرارات المتعلقة بالانبعاثات)، فإن السياسات الأخرى من قبيل تقديم إعانات للطاقة المتجددة لا يكون لها تأثير إضافي على خفض الانبعاثات في غضون الفترة الزمنية التي ينطبق عليها الحد الأعلى (وإن كانت قد تؤثر على التكاليف وربما تؤثر على صلاحية أهداف مستقبلية أكثر صرامة) (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). وفي أي من الحالتين، قد تلزم سياسات إضافية للتعامل مع حالات فشل الأسواق المتعلقة بالابتكار ونشر التكنولوجيا. [15.7]

وترفع بعض سياسات التخفيف أسعار بعض خدمات الطاقة ويمكن أن تعوق قدرة المجتمعات على زيادة إمكانية حصول السكان المحرومين من الخدمات الكافية على خدمات الطاقة الحديثة (ثقة منخفضة). **ومن الممكن تجنّب هذه الآثار الجانبية السلبية المحتملة باعتماد سياسات تكاملية** (ثقة متوسطة). وعلى وجه الخصوص، نجد أن 1.3 مليار شخص على نطاق العالم لا يحصلون على الكهرباء وأن نحو 3 مليارات يعتمدون على الوقود الصلب التقليدي لأغراض الطهي والتدفئة مع ما يترتب على ذلك من آثار سلبية شديدة على الصحة والنظم الإيكولوجية والتنمية. وتوفير إمكانية الحصول على خدمات الطاقة الحديثة هو هدف هام من أهداف التنمية المستدامة. ومن المسقط أن تكاليف تحقيق حصول الجميع تقريبا على الكهرباء والوقود النظيف لأغراض الطهي والتدفئة تتراوح من 72 إلى 95 مليار دولار أمريكي سنوياً حتى عام 2030 مع وجود تأثيرات قليلة لها على انبعاثات غازات الدفيئة (أدلة محدودة، توافق متوسط). والتحول عن استخدام الكتلة الأحيائية التقليدية[29] وحرق الوقود الصلب بطريقة أكثر كفاءة يقللان من انبعاثات ملوثات الهواء، من قبيل ثاني أكسيد الكبريت، (SO_2)، وأكاسيد النيتروجين (NO_x)، وأحادي أكسيد الكربون (CO)، والكربون الأسود (BC)، ومن ثم فإنهما يحققان فوائد صحية كبيرة (ثقة عالية). [4.3، 6.6، 7.9، 9.3، 9.7، 11.13.6، 16.8]

وتكمِّل السياسة المتعلقة بالتكنولوجيا سياسات التخفيف الأخرى (ثقة عالية). وتشمل السياسة المتعلقة بالتكنولوجيا دفع التكنولوجيا (مثلاً، أعمال البحث والتطوير الممولة تمويلاً عاماً) وجذب الطلب (مثلاً، برامج الشراء الحكومية). وهذه السياسات تتعامل مع حالات فشل الأسواق المتعلقة بالابتكار ونشر التكنولوجيا [3.11، 15.6]. وقد عززت سياسات دعم التكنولوجيا قدراً كبيراً من الابتكار ونشر تكنولوجيات جديدة، ولكن فعالية تكاليف هذه السياسات كثيراً ما يكون من الصعب تقييمها [2.6.5، 7.12، 9.10]. ومع ذلك، يمكن أن توفر بيانات تقييم البرامج أدلة من التجربة العملية بشأن الفعالية النسبية للسياسات المختلفة ويمكن أن تساعد في تصميم السياسات [15.6.5].

وفي كثير من البلدان، يؤدي القطاع الخاص أدواراً مركزية في العمليات التي تفضي إلى الانبعاثات وكذلك إلى التخفيف. وفي البيئات التمكينية المناسبة، يمكن للقطاع الخاص، إلى جانب القطاع العام، أن يؤدي دوراً هاماً في تمويل التخفيف (أدلة متوسطة، توافق مرتفع). وتقدّر حصة التمويل الكلي للتخفيف من القطاع الخاص، مع الإقرار بالقيود المتعلقة بالبيانات، بأنها تبلغ في المتوسط ما يتراوح من ثلثين إلى ثلاثة أرباع على الصعيد العالمي (2010-2012) (أدلة محدودة، توافق متوسط). وفي كثير من البلدان، يشجع التمويل العام من جانب الحكومات ومصارف التنمية الوطنية والدولية استثمارات القطاع الخاص المناخية [16.2.1] ويوفر تمويلاً حيثما كانت استثمارات القطاع الخاص محدودة. ونوعية البيئة التمكينية لأي بلد تشمل فعالية مؤسساته وأنظمته ومبادئه التوجيهية المتعلقة بالقطاع

[29] انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس.

الخاص، وأمن حقوق الملكية، ومصداقية السياسات، والعوامل الأخرى التي تؤثر تأثيراً كبيراً على استثمار أو عدم استثمار الشركات الخاصة في تكنولوجيات وهياكل أساسية جديدة [16.3]. فأدوات السياسات المخصصة، مثلاً التمويل الائتماني واتفاقات شراء الكهرباء والتعريفات التفضيلية والتمويل بشروط ميسرة أو التخفيضات، توفر حوافز للاستثمار بخفضها المخاطر بالنسبة للعناصر الفاعلة في القطاع الخاص [16.4].

SPM.5.2 التعاون الدولي

إن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) هي المحفل الرئيسي المتعدد الأطراف الذي ينصب تركيزه على التعامل مع تغير المناخ، والذي توجد فيه مشاركة عالمية تقريباً. وقد أسفرت مؤسسات أخرى منظمة على مستويات مختلفة من الحوكمة عن تنويع التعاون الدولي بشأن تغيّر المناخ. [13.3.1، 13.4.1.4، 13.5]

وتتباين اتفاقات التعاون الدولي القائمة والمقترحة بشأن تغيّر المناخ من حيث تركيزها ودرجة مركزيتها وتنسيقها. وهي تشمل: الاتفاقات المتعددة الأطراف، والسياسات الوطنية المنسقة، والسياسات الوطنية اللامركزية ولكن المنسقة، فضلاً عن السياسات الإقليمية والسياسات المنسقة إقليميا. [الشكل 14.4، 13.13.2، 13.4.1، TS.38]

ويقدم بروتوكول كيوتو دروساً لتحقيق الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، لا سيما في ما يتعلق بآليات المشاركة والتنفيذ والمرونة، والفعالية البيئية (أدلة متوسطة، توافق منخفض). [5.3.3، 13.3.4، 13.7.2، 13.13.1.1، 13.13.1.2، 14.3.7.1، الجدول TS.9]

وقد أدت أنشطة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ منذ عام 2007 إلى تزايد عدد المؤسسات والترتيبات الأخرى المتعلقة بالتعاون الدولي بشأن تغير المناخ. [13.5.1.1، 13.13.1.3، 16.2.1]

وتوفر إقامة صلات على صعيد السياسات في ما بين السياسات المناخية الإقليمية والوطنية ودون الوطنية فوائد محتملة للتخفيف من تغير المناخ والتكيف معه (أدلة متوسطة، توافق متوسط). ومن الممكن إقامة صلات بين السياسات الوطنية، والصكوك المختلفة، ومن خلال التعاون الإقليمي. [13.3.1، 13.5.3، 13.6، 13.7، 13.13.2.3، 14.4، الشكل 13.4]

وثمة مبادرات إقليمية شتى بين النطاقين الوطني والعالمي إما يجري استحداثها أو يجري تنفيذها، ولكن أثرها على التخفيف العالمي كان محدوداً حتى الآن (ثقة متوسطة). ومن الممكن أن تصبح سياسات مناخية كثيرة أكثر فعالية إذا نُفذت على نطاق مناطق جغرافية. [13.13، 13.6، 14.4، 14.5]

الملخص الفني

TS

الملخص الفني

المؤلفون الرئيسيون المنسقون:

Ottmar Edenhofer (ألمانيا)، Ramón Pichs-Madruga (كوبا)، Youba Sokona (مالي/ سويسرا)، Susanne Kadner (ألمانيا)، Jan C. Minx (ألمانيا)، Steffen Brunner (ألمانيا)

المؤلفون الرئيسيون:

Igor Alexeyevich Bashmakov، Shardul Agrawala (فرنسا)، Giovanni Baiocchi (المملكة المتحدة/إيطاليا)، (الاتحاد الروسي)، Gabriel Blanco (الأرجنتين)، John Broome (المملكة المتحدة)، Thomas Bruckner (ألمانيا)، Mariana Conte Grand، Mercedes Bustamante (البرازيل)، Leon Clarke (الولايات المتحدة الأمريكية)، (الأرجنتين)، Felix Creutzig (ألمانيا)، Xochitl Cruz-Núñez (المكسيك)، Shobhakar Dhakal (نيبال/ تايلند)، Manfred Fischedick (ألمانيا)، Marc Fleurbaey (فرنسا/ الولايات المتحدة الأمريكية)، Reyer Gerlagh (هولندا)، Luis Gómez- Echeverri (النمسا/ كولومبيا)، Sujata Gupta (الهند/ الفلبين)، Jochen Harnisch (ألمانيا)، Stephan Kunreuther (الولايات المتحدة الأمريكية)، Sivan Kartha (ألمانيا/ استراليا)، Frank Jotzo (الصين)، Kejun Jiang Klasen (ألمانيا)، Charles Kolstad (الولايات المتحدة الأمريكية)، Volker Krey (النمسا/ ألمانيا)، Howard Yacob (المكسيك)، Omar Masera (البرازيل)، Oswaldo Lucon (الولايات المتحدة الأمريكية)، Mulugetta (إثيوبيا/ المملكة المتحدة)، Richard Norgaard (الولايات المتحدة الأمريكية)، Anthony Patt (النمسا/ سويسرا)، Nijavalli H. Ravindranath (الهند)، Keywan Riahi (IIASA/ النمسا)، Joyashree Roy (الهند)، Ambuj Sagar (الولايات المتحدة الأمريكية/ الهند)، Roberto Schaeffer (البرازيل)، Steffen Schlömer (ألمانيا)، Karen Seto (الولايات المتحدة الأمريكية)، Kristin Seyboth (الولايات المتحدة الأمريكية)، Ralph Sims (نيوزيلندا)، Pete Smith (المملكة المتحدة)، Eswaran Somanathan (الهند)، Robert Stavins (الولايات المتحدة الأمريكية)، Christoph von Stechow (ألمانيا)، Thomas Sterner (السويد)، Taishi Sugiyama (اليابان)، Sangwon Suh (جمهورية كوريا/ الولايات المتحدة الأمريكية)، Kevin Urama (نيجيريا/ المملكة المتحدة/ كينيا)، Diana Ürge-Vorsatz (هنغاريا)، Anthony Venables (المملكة المتحدة)، David G. Victor (الولايات المتحدة الأمريكية)، Elke Weber (الولايات المتحدة الأمريكية)، Dadi Zhou (الصين)، Ji Zou (الصين)، Timm Zwickel (ألمانيا)

المؤلفون المساهمون:

Adolf Acquaye (غانا/ المملكة المتحدة)، Kornelis Blok (هولندا)، Gabriel Chan (الولايات المتحدة الأمريكية)، Jan Fuglestvedt (النرويج)، Edgar Hertwich (النمسا/ النرويج)، Elmar Kriegler (ألمانيا)، Oliver Lah (ألمانيا)، Sevastianos Mirasgedis (اليونان)، Carmenza Robledo Abad (سويسرا/ كولومبيا)، Claudia Sheinbaum (المكسيك)، Steven J. Smith (الولايات المتحدة الأمريكية)، Detlef van Vuuren (هولندا)

المحررون المستعرضون:

Tomás Hernández-Tejeda (المكسيك)، Roberta Quadrelli (الوكالة الدولية للطاقة/ إيطاليا)

وينبغي الاستشهاد بهذا الملخص بوصفه:

O. Edenhofer، وR. Pichs-Madruga، وY. Sokona، وS. Kadner، و J. C. Minx، و S. Brunner، و S. Agrawala، و G. Baiocchi، وI.A. Bashmakov، وG. Blanco، و J. Broome، وT. Bruckner، و M. Bustamante، وL. Clarke، و M. Conte Grand، وF. Creutzig، وX. Cruz-Núñez، وS. Dhakal، و N.K. Dubash ، و P. Eickemeier، و E. Farahani، و M. Fischedick، وM. Fleurbaey، و R. Gerlagh، و L. Gómez-Echeverri، وS. Gupta، و J. Harnisch، و K. Jiang، و F. Jotzo، و S. Kartha، و S. Klasen، و C. Kolstad، وV. Krey، وH. Kunreuther، وO. Lucon، و O. Masera، و Y. Mulugetta، و R.B. Norgaard، و A. Patt، وN.H. Ravindranath، وK. Riahi، وJ. Roy، و A. Sagar، وR. Schaeffer، و S. Schlömer، و K. C. Seto، وK. Seyboth، وR. Sims، وP. Smith، وE. Somanathan، و R. Stavins،وC. von Stechow، و T. Sterner، وT. Sugiyama، و S. Suh، و D. Ürge-Vorsatz، وK. Urama، و A. Venables، و D.G. Victor، و E. Weber، و D. Zhou، وJ. Zou، و2014 ،T. Zwickel: الملخص الفني، في: تغير المناخ 2014: التخفيف من تغير المناخ. مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [(المحررون) O. Edenhofer، و R. Pichs-Madruga، وY. Sokona، وE. Farahani، وS. Kadner، وK. Seyboth، وA. Adler، وI. Baum، وS. Brunner، و P. Eickemeier، وB. Kriemann، وJ. Savolainen، وS. Schlömer، وC. von Stechow، وT. Zwickel، وJ. C. Minx]. مطبعة جامعة كيمبريدج، كيمبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.

المحتويات

TS.1 المقدمة وتحديد الإطار 37

TS.2 اتجاهات التغير في أرصدة وتدفقات غازات الاحتباس الحراري والعوامل الدافعة لها 41

TS.2.1 اتجاهات التغير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري 42

TS.2.2 العوامل الدافعة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري 47

TS.3 مسارات وتدابير التخفيف في سياق التنمية المستدامة 50

TS.3.1 مسارات التخفيف 50

TS.3.1.1 فهم مسارات التخفيف في سياق أهداف متعددة 50

TS.3.1.2 متطلبات مسارات التخفيف في الأجلين القصير والطويل 51

TS.3.1.3 التكاليف والاستثمارات وتقاسم الأعباء 56

TS.3.1.4 تداعيات مسارات التخفيف بالنسبة لأهداف أخرى 61

TS.3.2 تدابير التخفيف القطاعية والمشتركة بين القطاعات 64

TS.3.2.1 مسارات وتدابير التخفيف المشتركة بين القطاعات 64

TS.3.2.2 الإمداد بالطاقة 69

TS.3.2.3 النقل 72

TS.3.2.4 المباني 78

TS.3.2.5 الصناعة 82

TS.3.2.6 الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي 87

TS.3.2.7 المستوطنات البشرية والهياكل الأساسية والتخطيط المكاني 92

TS.4 سياسات ومؤسسات التخفيف 94
TS.4.1 تصميم السياسات، والسلوك، والاقتصاد السياسي 94
TS.4.2 السياسات القطاعية والوطنية 96
TS.4.3 التنمية والتعاون الإقليمي 100
TS.4.4 التعاون الدولي 103
TS.4.5 الاستثمار والتمويل 105

TS.1 المقدمة وتحديد الإطار

إن 'التخفيف'، في سياق تغيّر المناخ، هو تدخل بشري للحد من مصادر غازات الاحتباس الحراري (GHGs) أو تعزيز مصارف (بالوعات) تلك الغازات. ومن الرسائل المحورية المستمدة من الفريقين العاملين الأول والثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن عواقب عدم كبح تغيّر المناخ بالنسبة للبشر وللنُظم الإيكولوجية الطبيعية بادية بالفعل وآخذة في التزايد. وتتعرض بالفعل أكثر النظم هشاشة لتأثيرات مناوئة. فانبعاثات غازات الاحتباس الحراري السابقة وضعت كوكب الأرض بالفعل على طريق حدوث تغيرات إضافية كبيرة في المناخ، ومع أنه توجد أوجه عدم يقين كثيرة في عوامل من قبيل حساسية نظام المناخ، فإن سيناريوهات كثيرة تؤدي إلى آثار مناخية كبيرة، من بينها حدوث أضرار مباشرة للرفاه البشري والإيكولوجي تتجاوز قدرة تلك النظم على التكيف تماماً.

ولما كان المقصود من التخفيف هو الحد من التأثيرات الضارة لتغير المناخ، فإنه جزء من إطار سياسات أوسع نطاقاً يتضمن أيضاً التكيف مع الآثار المناخية. ويسهم التخفيف، المقترن بالتكيّف مع تغير المناخ، في بلوغ الهدف الوارد في المادة 2 من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) المتمثل في تثبيت"تركيزات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي عند مستوى يمنع التدخلات البشرية المنشأ الخطرة في نظام المناخ [...] في إطار زمني يسمح للنُظم الإيكولوجية بالتكيف [...] بما يضمن عدم تعرّض إنتاج الأغذية للخطر ويمكّن التنمية الاقتصادية من المضي على نحو مستدام." بيد أن المادة 2 يصعب تفسيرها، لأن مفاهيم من قبيل 'الخطرة' و 'مستدام' تختلف معانيها باختلاف سياقات اتخاذ القرارات (انظر الإطار TS.1)[1]. وعلاوة على ذلك، فإن علم الطبيعة لا يمكنه أن يتنبأ على وجه الدقة باستجابة نظام المناخ لتزايد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ولا الفهم العام للضرر الذي ستلحقه تلك الاستجابة بالأفراد والمجتمعات والنظم الإيكولوجية. وتتطلب المادة 2 أن توازن المجتمعات بين طائفة متنوعة من الاعتبارات، بعضها متجذّر في آثار تغير المناخ نفسه وبعضها الآخر متجذّر في التكاليف المحتملة للتخفيف والتكيف. وصعوبة تلك المهمة تضاعفها ضرورة إيجاد توافق آراء بشأن مسائل أساسية من قبيل مستوى المخاطر التي تكون المجتمعات على استعداد لقبولها ولفرضها على آخرين، واستراتيجيات تقاسم التكاليف، وكيفية الموازنة بين المفاضلات المتعددة التي تنشأ بسبب تقاطع التخفيف مع أهداف أخرى كثيرة للمجتمعات. وهذه المسائل تنطوي على قيم بشكل متأصل وتشمل عناصر فاعلة مختلفة تتباين مصالحها وتتفاوت سلطة صنع القرار الممنوحة لها.

1 تقدم الأطر الواردة في هذا الملخص كله معلومات عن المفاهيم والطرائق البحثية الرئيسية التي استُخدمت من أجل التوصل إلى فهم متعمق.

الإطار TS.1 | تخصصات علمية كثيرة تساعد عملية صنع القرار بشأن تغير المناخ

يكون الشيء خطيراً إذا أدى إلى مخاطر كبيرة بإحداث ضرر بالغ. ولذا فإن الحكم على ما إذا كان التدخل البشري في نظام المناخ خطيراً هو حكم ينقسم إلى مهمتين، إحداهما هي تقدير مدى المخاطر من الناحية المادية، أي: ما هي العواقب المادية المحتملة للتدخل البشري وما هي أرجحية حدوثها. والأخرى هي تحديد قيمة للمخاطر، أي: الحكم على مدى ما تنطوي عليه من أضرار.

والمهمة الأولى هي مهمة تخص علم الطبيعة، ولكن المهمة الثانية لا تخصه [القسم 3.1]. فكما يذكر التقرير التجميعي لتقرير التقييم الرابع، "ينطوي تحديد ما يشكّل 'تدخلاً بشري المنشأ خطراً في نظام المناخ، فيما يتعلق بالمادة 2 من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) على إصدار أحكام تقيمية ذاتية". إذ تنشأ حاجة، لا هنا فقط، بل في كل منعطف تقريباً في عملية صنع القرار المتعلقة بتغير المناخ، إلى إصدار أحكام تقيمية (تقييمات) ذاتية [3.2]. فعلى سبيل المثال، تحديد هدف للتخفيف هو أمر ينطوي على الحكم على قيمة الخسائر التي تلحق برفاه الناس في المستقبل، ومقارنة تلك القيمة بالفوائد المتحققة الآن. فاختيار وضع التوربينات الريحية على البر أو في البحر يتطلب حكماً على قيمة المنظر الطبيعي مقارنة بالتكلفة الإضافية للتوربينات البحرية. وتقدير التكلفة الاجتماعية للكربون يعني تقييم الضرر الذي تتسبب فيه غازات الاحتباس الحراري (GHGs) [3.9.4].

وكثيراً ما تتعارض قيم مختلفة، وكثيراً ما يكون من الصعب تحديد وزن كل قيمة منها مقابل الأخرى. وعلاوة على ذلك، كثيراً ما تنطوي تلك القيم المختلفة على مصالح متضاربة للأشخاص المختلفين، وتخضع لقدر كبير من الجدل والخلاف. ولذا يجب على صانعي القرار أن يجدوا سُبلاً للتوفيق بين المصالح والقيم المختلفة، وأيضا بين وجهات النظر المختلفة بشأن القيم. [3.4، 3.5]

وبإمكان العلوم الاجتماعية والعلوم الإنسانية أن تساهم في هذه العملية من خلال تحسين فهمنا للقيم وذلك بالطرائق المبينة في الأطر الواردة في هذا الملخص. فعلوم السلوك البشري والاجتماعي - ومن بينها علم النفس والعلوم السياسية وعلم الاجتماع وفروع علم الاقتصاد غير المعيارية - تدرس القيم الموجودة لدى الأشخاص، وكيف تتغير بمرور الوقت، وكيف يمكن أن تتأثر بالعمليات السياسية، وكيف تؤثر عملية صنع القرارات على مقبولية القرارات. وثمة تخصصات علمية أخرى، من بينها علم الأخلاقيات (الفلسفة الأخلاقية)، ونظرية صنع القرار، وتحليل المخاطر، وفرع علم الاقتصاد المعياري، تدرس القيم نفسها وتحللها وتوضحها [2.5، و3.4، و 3.5، و3.6]. وتتيح هذه التخصصات العلمية سُبلاً عملية لقياس بعض القيم والمفاضلة بين المصالح المتضاربة. فعلى سبيل المثال، كثيراً ما يقيس تخصص الصحة العامة بواسطة 'سنوات العمر المعدلة لمراعاة الإعاقة' [3.4.5]. ويستخدم علم الاقتصاد مقاييس للقيمة الاجتماعية تستند عموماً إلى التقييمات النقدية ولكنها تأخذ في الاعتبار أيضا مبادئ عدالة التوزيع [3.6، 4.2، 4.7، 4.8]. وتتيح هذه التخصصات العلمية المعيارية أيضا أدوات عملية لصنع القرار، من قبيل نظرية الجدوى المتوقعة، وتحليل القرارات، وتحليل الفائدة - التكلفة وتحليل فعالية التكلفة، والاستخدام المنظم لتقديرات الخبراء [2.5، 3.6، 3.7، 3.9].

وهناك عنصر آخر في عملية صنع القرار. فالناس والحكومات لهم حقوق وعليهم واجبات إزاء بعضهم البعض. وثمة مسائل تتعلق بالعدل أو المساواة أو الإنصاف. وهي تندرج في إطار موضوع الفلسفة الأخلاقية والسياسية، والاجتهاد القضائي، وعلم الاقتصاد. فعلى سبيل المثال، رأى البعض أن البلدان عليها أن تدفع تعويضات عن الأضرار الناتجة عن غازات الاحتباس الحراري التي انبعثت منها في الماضي، وكان هناك تساؤل، استنادا إلى أسس تتعلق بالاجتهاد القضائي وغيرها، عما إذا كان التعويض مستحقاً فقط عن الأضرار التي تنتج عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن الإهمال أو تلك الجديرة باللوم. [3.3، 4.6]

ويقيم إسهام الفريق العامل الثالث (WGIII) في تقرير التقييم الخامس (AR5) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الأعمال السابقة عن الجوانب العلمية والتكنولوجية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية للتخفيف من تغير المناخ. وهي تستند إلى إسهام الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع (AR4) للهيئة، والتقرير الخاص عن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ (SRREN)، والتقارير السابقة، وتتضمن الاستنتاجات والبحوث الجديدة اللاحقة. وينصب التركيز، في المساهمة بأكملها، على ما تعنيه استنتاجاته بالنسبة للسياسات، بدون أن يوصي بسياسات معينة ينبغي على الحكومات والجهات الأخرى المهمة التي تشارك في عملية وضع السياسات أن تتبناها. وفي ضوء ولاية الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، استرشد المؤلفون في الفريق العامل الثالث عند إعداد هذا التقييم بعدد من المبادئ: (1) توخي الصراحة فيما يتعلق بخيارات التخفيف؛ (2) توخي الصراحة فيما يتعلق بتكاليف تلك الخيارات وفيما يتعلق بمخاطرها وفرصها مقابل الأولويات التنموية الأخرى؛ (3) توخي الصراحة فيما يتعلق بالمعايير الأساسية، والمفاهيم، وطرائق تقييم بدائل السياسات.

وتقدم بقية هذا الملخص الاستنتاجات الرئيسية لهذا التقرير. وكما هو الحال في تقارير جميع الأفرقة العاملة الثلاثة التابعة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، تستند درجة اليقين في الاستنتاجات إلى تقييمات المؤلفين للفهم العلمي الأساسي ويعبّر عنها كمستوى نوعي من الثقة (يبدأ من منخفضة جداً إلى عالية جداً) وتستند، حيثما أمكن، إلى درجة احتمال ذات أرجحية محددة كمياً (تتدرج من غير مرجح بشكل استثنائي إلى مؤكد تقريباً). وتستند الثقة في صحة أي استنتاج إلى نوع الأدلة وكميتها ونوعيتها واتساقها (مثلاً، بيانات، وفهم آلي، ونظرية، ونماذج، وتقدير خبراء) ومستوى الاتفاق بشأنها. وتستند تقديرات احتمال المقاييس المحددة القيمة لعدم اليقين بشأن استنتاج ما إلى تحليل إحصائي للملاحظات أو نتائج النماذج، أو إلى كليهما، وتقدير الخبراء.[2] وعند الاقتضاء، تُصاغ الاستنتاجات أيضاً كبيانات حقائق بدون استخدام محدّدات عدم اليقين. وفي فقرات هذا الملخص، تنطبق مصطلحات الثقة والأدلة والاتفاق المبينة فيما يتعلق باستنتاج مكتوب على البيانات اللاحقة في الفقرة، ما لم تُستخدم مصطلحات إضافية. والإحالات [الموضوعة بين أقواس معقوفة] تشير إلى الفصول والأقسام والأشكال والجداول والأطر التي يمكن العثور فيها على أدلة داعمة في التقرير الأساسي.

ويستمر هذا القسم في توفير إطار للمفاهيم والطرائق المهمة التي يمكن أن تساعد على وضع الاستنتاجات المعروضة في الأقسام اللاحقة في سياقاتها. ويعرض القسم TS.2 أدلة عن اتجاهات التغير السابقة في أرصدة وتدفقات غازات الاحتباس الحراري والعوامل الدافعة للانبعاثات على كل من النطاق العالمي والإقليمي والمحلي، بما يشمل النمو الاقتصادي، أو التكنولوجيا، أو التغيرات السكانية. ويقدم القسم TS.3.1 استنتاجات من دراسات تحليل المتطلبات التكنولوجية والاقتصادية والمؤسسية لسيناريوهات التخفيف الطويلة الأجل. ويقدم القسم TS.3.2 تفاصيل عن تدابير وسياسات التخفيف التي تُستخدم داخل القطاعات الاقتصادية المختلفة وفيما بينها وفي المستوطنات البشرية. ويلخص القسم TS.4 الرؤى المتعمقة بشأن تفاعلات سياسات التخفيف بين مستويات الحكم والقطاعات الاقتصادية وأنواع الأدوات.

وتغيُّر المناخ هو مشكلة من مشاكل الموارد العالمية المشاعة مما يعني ضرورة وجود تعاون دولي بالترافق مع وجود سياسات محلية ووطنية وإقليمية بشأن مسائل مستقلة كثيرة. ولأن غازات الاحتباس الحراري التي تنبعث من أي عنصر فاعل (فرد، أو شركة، أو بلد) تؤثر على كل عنصر فاعل آخر، لن تتحقق نتيجة فعالة إذا عزز كل عنصر من العناصر الفاعلة مصالحه بمعزل عن مصالح الآخرين. وبإمكان التعاون الدولي أن يسهم في هذا الصدد بتحديد وتخصيص الحقوق والمسؤوليات فيما يتعلق بالغلاف الجوي [الأقسام 1.2.4، 3.1، 4.2، 13.2.1]. وعلاوة على ذلك، يمثل البحث والتطوير (R&D) الداعمان للتخفيف منفعة عامة، وهو ما يعني أن التعاون الدولي يمكن أن يؤدي دوراً بنّاءً في تنسيق تطوير التكنولوجيات ونشرها. [1.4.4، 3.11، 13.9، 14.4.3]. وهذا يؤدي إلى نشوء احتياجات منفصلة للتعاون بشأن البحث والتطوير، وفتح الأسواق، وإيجاد حوافز لتشجيع الشركات الخاصة على تطوير ونشر تكنولوجيات جديدة وتشجيع الأسر المعيشية على استخدام تلك التكنولوجيات.

وينطوي التعاون الدولي بشأن تغير المناخ على اعتبارات أخلاقية، من بينها تقاسم الجهود على نحو منصف. فقد اختلفت مساهمة البلدان في تراكم غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي، وتختلف مستويات هشاشة أوضاعها في مواجهة الآثار المناخية. فكثرة من أقل البلدان نمواً تعرضت لأكبر الآثار ولكن مساهمتها في المشكلة كانت هي الأقل. وإشراك البلدان في تعاون دولي فعال قد يتطلب استراتيجيات لتقاسم فوائد وتكاليف التخفيف بطرائق يرتأى أنها منصفة [4.2]. وتشير الأدلة إلى أن الإنصاف المتصوَّر يمكن أن يؤثر على مستوى التعاون فيما بين الأفراد، وربما كان ذلك الاستنتاج يشير إلى أن العمليات والنتائج التي يرتأى أنها منصفة ستفضي أيضا إلى مزيد من التعاون الدولي [3.10، 13.2.2.4]. ومن الممكن أن يساهم التحليل الوارد في مؤلفات الفلسفة الأخلاقية والسياسية السابقة في حسم التساؤلات الأخلاقية التي يثيرها تغير المناخ [3.2، 3.3، 3.4]. ومن بين هذه التساؤلات معرفة مقدار التخفيف العام اللازم لتجنّب تدخّل 'مخاطر في نظام المناخ' (الإطار TS.1 3.1]]، ومعرفة مقدار الجهود أو التكاليف التي ينبغي تقاسمها فيما بين البلدان وبين الحاضر والمستقبل [3.3، 3.6، 4.6]، وكيف تؤخذ في الاعتبار عوامل من قبيل المسؤولية التاريخية عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري [3.3، 4.6]، وما هي طريقة الاختيار من بين بدائل سياسات التخفيف والتكيف [3.4، 3.5، 3.6، 3.7]. والمسائل الأخلاقية المتمثلة في الرفاه والعدل والإنصاف والحقوق واردة أيضا كلها. ومن الممكن أن يحدد التحليل الأخلاقي المبادئ الأخلاقية المختلفة التي تمثل أساس وجهات النظر المختلفة، وأن يميّز بين الاستدلال الأخلاقي الصحيح وغير الصحيح [3.3، 3.4].

ويتطلب تقييم خيارات التخفيف أن تؤخذ في الاعتبار مصالح ومنظورات وتحديات مختلفة كثيرة بين المجتمعات وداخلها. فالتخفيف يُشرك عناصر فاعلة مختلفة كثيرة، من قبيل الحكومات، على مستويات مختلفة - إقليمياً [14.1]، ووطنياً ومحلياً [15.1]، ومن خلال اتفاقات دولية [13.1] - فضلاً عن الأسر المعيشية والشركات وغيرها من العناصر الفاعلة غير الحكومية. وتؤثر التفاعلات بين المستويات المختلفة لعملية صنع القرار وفيما بين العناصر الفاعلة المختلفة على الأهداف الكثيرة التي أصبحت مرتبطة بالسياسة الخارجية. بل إننا نجد في كثير من البلدان أن السياسات التي كان لها (أو يمكن أن يكون لها) أكبر الأثر على الانبعاثات لا يكون ما حفز عليها هو مجرد الشواغل المحيطة بتغير المناخ. ومما يتسم بأهمية خاصة في هذا الصدد

[2] تُستخدم المصطلحات المختصرة التالية لوصف الأدلة المتاحة: محدودة، أو متوسطة، أو قوية؛ وبالنسبة لدرجة التوافق: منخفض، أو متوسط، أو مرتفع. ويعبّر عن مستوى الثقة باستخدام أحد خمسة معايير: منخفضة جدا، ومنخفضة، ومتوسطة، وعالية، وعالية جداً، وتُكتب بخط مائل، مثلاً، ثقة متوسطة. وبالنسبة لدليل ومستوى ثقة محددين، يمكن إعطاء مستويات ثقة مختلفة غير أن تزايد مستويات الثقة ودرجة الاتفاق يرتبط بزيادة الثقة. وقد استُخدمت المصطلحات التالية لبيان الأرجحية المقيّمة لنتيجة أو محصّلة: مؤكدة تقريباً، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 99 إلى 100، وغير مرجحة، ومرجحة جداً، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 90 إلى 100 في المائة، ومرجحة، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 66 إلى 100 في المائة، وتتساوى أرجحيتها مع عدمها تقريباً، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 33 الى 66 في المائة، وغير مرجحة، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 0 إلى 33 في المائة، وغير مرجحة إلى حد كبير، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 0 إلى 10 في المائة، وغير مرجحة بشكل استثنائي، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 0 إلى 1 في المائة. وقد تُستخدم مصطلحات إضافية تزيد أرجحيتها عن عدمها، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 50< إلى 100 في المائة، ويزيد عدم أرجحيتها عن أرجحيتها، وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح من 0 إلى 50> في المائة) عند الاقتضاء. والأرجحية المقدرة مطبوعة بأحرف مائلة، مثلاً، مرجحة جداً. وللاطلاع على مزيد من التفاصيل، يرجى الرجوع إلى المذكرة التوجيهية للمؤلفين الرئيسيين لتقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن المعاملة المتسقة لأوجه عدم اليقين، وهي متاحة على الموقع الشبكي http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf.

الإطار TS.2 | التخفيف يحقق فوائد للبشرية سوقية وغير سوقية على حد سواء

تتألف آثار التخفيف من خفض أو إنهاء بعض تأثيرات تغير المناخ. وقد يحسّن التخفيف سُبل عيش الناس وصحتهم وحصولهم على الغذاء والمياه النقية، والمنافع التي تقوم عليها حياتهم، أو يحسّن البيئة الطبيعية من حولهم.

وبإمكان التخفيف أن يحسّن رفاه الإنسان من خلال تأثيرات سوقية وغير سوقية على حد سواء. وتنتج التأثيرات السوقية من التغيرات في أسعار السوق، أو في إيرادات الناس أو دخولهم الصافية، أو في نوعية أو توافر سلع السوق. أما التأثيرات غير السوقية فتنتج عن التغيرات في نوعية أو توافر السلع غير السوقية من قبيل الصحة، ومستوى المعيشة، والثقافة، ونوعية البيئة، والنُظم الإيكولوجية، والحياة البرية، والقيم الجمالية. وكل أثر من آثار تغير المناخ يمكن أن تنجم عنه أضرار سوقية وغير سوقية على حد سواء. فعلى سبيل المثال، قد تتسبب موجة حر في منطقة ريفية في إجهاد حراري لعمال المزارع المعرّضين لها، أو تتسبب في تجفيف مستنقعات تمثل ملاذا للطيور المهاجرة، أو تقضي على بعض المحاصيل وتلحق أضرارا بغيرها. ويمثل تجنّب هذه الأضرار فائدة من فوائد التخفيف. [3.9]

وكثيراً ما يستخدم الاقتصاديون وحدات نقدية لتقييم الضرر الذي يتسبب فيه تغير المناخ من أجل تقييم فوائد التخفيف. والقيمة النقدية لفائدة تتحقق لشخص هي مقدار الدخل الذي يكون الشخص على استعداد للتضحية به من أجل الحصول على تلك الفائدة، أو بدلاً من ذلك مقدار المبلغ الذي يكون على استعداد لقبوله كتعويض مناسب لعدم حصوله على تلك الفائدة. أما القيمة النقدية لضرر فهي مقدار الدخل الذي يكون الشخص على استعداد للتضحية به من أجل تجنّب ذلك الضرر، أو، بدلا من ذلك، المبلغ الذي يكون الشخص على استعداد لقبوله كتعويض مناسب عن معاناته من ذلك الضرر. وتسعى المقاييس الاقتصادية إلى رصد مدى اهتمام الأفراد بمنفعة أو بخدمة بالنسبة إلى غيرها، بحسب اهتماماتهم ووجهات نظرهم وظروفهم الاقتصادية الفردية. [3.9]

ويمكن استخدام الوحدات النقدية بهذه الطريقة لقياس التكاليف والفوائد التي تنشأ في أوقات مختلفة ولأشخاص مختلفين. ولكن لا يمكن افتراض إمكانية معاملة دولار بالنسبة لشخص في وقت ما على أنه يعادل دولاراً لشخص مختلف أو لنفس الشخص في وقت مختلف. إذ قد يلزم استخدام أوزان مرجحة توزيعية بين الناس [3.6.1]، وقد يكون من المناسب إجراء عملية خصم (انظر الإطار TS.10) بين الأزمنة. [3.6.2]

التفاعلات، وكذلك التعارضات المتصورة، بين التخفيف والتنمية [4.1، 14.1]. فالتنمية تنطوي على أنشطة كثيرة، من قبيل تحسين الحصول على خدمات الطاقة الحديثة [7.9.1، 14.3.2، 16.8]، وبناء الهياكل الأساسية [12.1]، وكفالة الأمن الغذائي [11.1]، والقضاء على الفقر [4.1]. والكثير من هذه الأنشطة قد تفضي إلى زيادة الانبعاثات، إذا تحققت باستخدام الوسائل التقليدية. ومن ثم، فإن العلاقات بين التنمية والتخفيف قد تؤدي إلى معضلات سياسية وأخلاقية، لا سيما فيما يتعلق بالبلدان النامية، عندما يُنظر إلى التخفيف على أنه يفاقم التحديات التنموية الملحة ويؤثر سلباً على رفاه سكانها الحالي [4.1]. وهذه المعضلات تُدرس في هذا التقرير كله، بما في ذلك في الأطر الخاصة التي تُبرز شواغل البلدان النامية.

ومن الممكن أن يكون التقييم الاقتصادي فعالاً لعملية تصميم السياسات وأن يكون له أساس من حيث الأخلاقيات، شريطة استخدام أوزان مرجحة ذات توزيع مناسب. ومع أن أوجه القصور في علم الاقتصاد موثقة على نطاق واسع [2.4، 3.5] فإن ذلك العلم يقدّم مع ذلك أدوات مفيدة لتقييم مزايا وعيوب خيارات التخفيف والتكيف. وتشمل الأدوات العملية التي يمكن أن تسهم في عملية صنع القرار تحليل التكلفة- الفائدة، وتحليل فعالية التكاليف، والتحليل المتعدد المعايير، ونظرية المنفعة المتوقعة، وطرائق تحليل القرارات [2.5، 3.7.2]. ويمكن أن يفرد للتقييم الاقتصادي (انظر الإطار TS.2) أساس أخلاقي بشرط استخدام أوزان مرجحة توزيعية تأخذ في الاعتبار على النحو الصحيح ما هنالك من اختلاف في قيمة النقود بين الأثرياء والفقراء [3.6]. ولا يوجد سوى عدد ضئيل من التطبيقات العملية للتقييم الاقتصادي في مجال تغير المناخ تستند إلى أسس راسخة في هذا الصدد [3.6.1]. وتوفر الأعمال السابقة قدرا كبيراً من التوجيه بشأن سعر الخصم الاجتماعي على الاستهلاك (انظر الإطار TS.10)، الذي يمثل فعليا ترجيحاً توزيعيا للأوزان بين الأزمنة. وهي تشير إلى أن سعر الخصم الاجتماعي يتوقف بطريقة جيدة التحديد أساساً على النمو المتوقع في نصيب الفرد من الدخل وتجنب انعدام المساواة [3.6.2].

ومعظم السياسات المناخية تتقاطع مع أهداف مجتمعية أخرى، إما إيجاباً أو سلباً، مما يتيح إمكانية وجود 'فوائد مصاحبة' أو وجود 'آثار جانبية مناوئة'. ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع ظهرت مجموعة كبيرة من الأعمال السابقة التي تتناول سعي بلدان تنخرط في أنشطة التخفيف إلى تحقيق أهداف أخرى أيضاً، من قبيل حماية البيئة المحلية أو أمن الطاقة، باعتبارها 'فائدة مصاحبة' والعكس بالعكس [1.2.1، 6.6.1، 4.8]. وهذا المنظور المتعدد الأهداف مهم لأنه يساعد على تحديد المجالات التي سيتم فيها تقوية الدعم السياسي والإداري، والدعم من أصحاب المصلحة وغير ذلك من أشكال الدعم، للسياسات التي تعزز أهدافاً متعددة. وعلاوة على ذلك، في مجتمعات كثيرة، قد ييسر وجود أهداف متعددة تحمّل الحكومات للدعم السياسي اللازم لأغراض التخفيف [15.2.3]. ويتطلب قياس التأثير الصافي على الرفاه الاجتماعي دراسة التفاعل بين السياسات المناخية والسياسات الأخرى التي كانت قائمة سلفاً [3.6.3، 6.3.6.5].

وتنشأ عن جهود التخفيف مفاضلات وتآزرات مع أهداف مجتمعية أخرى يمكن تقييمها في إطار تنمية مستدامة. وفي كثير من الأحيان يطلق تعبير "التنمية المستدامة" على الأهداف المتباينة الكثيرة التي تُعطي لها المجتمعات قيمة مرتفعة. ولذا ينطوي أي تقييم شامل للسياسة المناخية على تجاوز التركيز الضيق على خيارات التخفيف والتكيف المستقلة والفوائد المصاحبة لها وآثارها السلبية المحددة. فهو يتطلب بدلاً من ذلك إدراج المسائل المناخية في تصميم

الإطار TS.3 | التفكير المتمعّن والتفكير الفطري مُدخلان من مدخلات الإدارة الفَّعالة للمخاطر

عندما يُقدم الناس - بدءاً من فرادى الناخبين ومروراً بصنّاع القرارات الرئيسية في الشركات وانتهاءً بكبار صانعي السياسات الحكوميين - على اختيارات تنطوي على مخاطر وعدم يقين، فإنهم يعتمدون على عمليات التفكير المتمعّن وكذلك التفكير الفطري. ويتسم التفكير المتمعن باستخدام طائفة واسعة من الطرائق النظامية لتقييم بدائل الخيارات متى كان من الصعب تحديد الاحتمالات و/أو متى كانت النتائج غير مؤكدة. وهذه الطرائق يمكن أن تمكّن صنّاع القرار من مقارنة الاختيارات بطريقة منهجية بأخذ العواقب القصيرة والطويلة الأجل على حد سواء في الاعتبار. ومن مكامن قوة هذه الطرائق أنها تساعد على تجنّب بعض العثرات المعروفة جيدا في التفكير الفطري، من قبيل ميل صنّاع القرارات إلى تحبيذ الوضع القائم. ومن نواحي الضعف في معينات القرارات المتمعّنة هذه أنها كثيرا ما تكون بالغة التعقيد وتتطلب قدراً كبيراً من الوقت والاهتمام.

ومعظم الأعمال السابقة القائمة على التحليل، ومن بينها تقارير مثل هذا التقرير، تستند إلى افتراض أن الأفراد يقومون بتحليلات متمعّنة ومنهجية في مقارنة الخيارات. ولكن، فيما يخص اختيارات التخفيف والتكيف، من المرجح أيضا أن ينخرط الناس في تفكير فطري. ويتميز هذا النوع من التفكير بأنه يتطلب تحليلاً أقل استفاضة من التحليل الذي يتطلبه التفكير المتمعن. غير أن اعتماد المرء على فطرته قد لا يؤدي به إلى توصيف المشاكل بدقة عندما تكون التجربة الماضية محدودة. ويشمل تغير المناخ تحدياً على صعيد السياسات في هذا الصدد لأنه ينطوي على اتخاذ أعداد كبيرة من الإجراءات المعقدة من جانب عناصر فاعلة متنوعة كثيرة، لكل منها قيمه وأهدافه وغاياته. ومن المرجح أن يُبدي الأفراد أنماطاً معروفة جيداً من التفكير الفطري، منها مثلا أن تكون اختياراتهم المتعلقة بالمخاطر وعدم اليقين مستندة إلى ردود الفعل العاطفية واستخدام قواعد مبسطة اكتسبوها من خلال التجربة الشخصية. وتشمل الميول الأخرى إساءة تقدير الاحتمالات، مع التركيز على الآفاق الزمنية القصيرة الأجل، واستخدام القواعد غير المستندة إلى العلم التي تهتم انتقائياً بمجموعات فرعية من الأهداف والغايات. [2.4]

وبالإقرار بأن طرائق صُنع القرار المتمعنة والفطرية على حد سواء شائعة في العالم الحقيقي، من الممكن وضع برامج لإدارة المخاطر تحقق آثارها المنشودة. فعلى سبيل المثال، يمكن النظر في بدائل أطر لا تعتمد على التحديد الدقيق للاحتمالات والنتائج عند تصميم استراتيجيات التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه. [2.4، 2.6، 2.5]

TS

استراتيجيات شاملة للتنمية المنصفة والمستدامة على كل من الصعيد الإقليمي والوطني والمحلي [4.2، 4.5]. والحفاظ على الرفاه البشري وتعزيزه، لا سيما التغلب على الفقر والحد من التفاوت في مستويات المعيشة، مع تجنّب أنماط الاستهلاك والإنتاج غير القابلة للاستدامة، هي جوانب أساسية من جوانب التنمية المنصفة والمستدامة [4.4، 4.6، 6.8]. ولما كانت هذه الجوانب ترجع إلى الكيفية التي تتبعها المجتمعات في صياغة وتنفيذ السياسات الاقتصادية والاجتماعية بوجه عام، فإنها بالغة الأهمية لتبني سياسة مناخية فعالة.

والتباينات في الأهداف تعكس، جزئياً، اختلاف تصورات البشر للمخاطر والفرص. فالأفراد يتخذون قراراتهم بناءً على أهداف وغايات مختلفة ويستخدمون طائفة متنوعة من الطرائق المختلفة في تحديد اختياراتهم من بين بدائل الخيارات. وتؤثر هذه الاختيارات ونتائجها على قدرة المجتمعات المختلفة على التعاون والتنسيق. وبعض الفئات تشدد تشديداً أكبر على التنمية الاقتصادية في الأجل القريب وعلى تكاليف التخفيف، بينما تركز فئات أخرى تركيزاً أكبر على التداعيات الأطول أجلاً لتغير المناخ بالنسبة للازدهار. والبعض ينفرون بشدة من المخاطرة في حين يكون آخرون أكثر تحمّلاً للأخطار. والبعض لديهم موارد أكثر للتكيف مع تغير المناخ بينما توجد لدى آخرين موارد أقل. والبعض يركزون على الظواهر الكارثية المحتملة بينما يتجاهل آخرون الظواهر المتطرفة معتبرين إياها غير ممكنة. والبعض سيكونون فائزين نسبيا بينما سيكون آخرون خاسرين نسبياً من جراء تغيرات مناخية معينة. والبعض لديهم سلطة سياسية أكبر للتعبير عن أفضلياتهم وتأمين مصالحهم بينما ستكون لدى آخرين سلطة سياسية أقل. ومنذ صدور تقرير التقييم الخامس، زاد الوعي بضرورة مراعاة هذه الاعتبارات - التي تعد منذ مدة طويلة من اختصاص علم النفس، والاقتصاد السلوكي، والاقتصاد السياسي، وتخصصات علمية أخرى - عند تقييم السياسة المناخية (انظر الإطار TS.3). وإضافة إلى التصورات المختلفة لتغير المناخ ومخاطره، يمكن أيضا أن تؤثر طائفة متنوعة من الأعراف على ما يعتبره البشر سلوكاً مقبولاً. وقد زاد الوعي بشأن الكيفية التي تنتشر بها الأعراف من خلال الشبكات الاجتماعية وتؤثر في نهاية المطاف على الأنشطة والسلوكيات وأساليب الحياة، ومن ثم على مسارات التنمية، وهو أمر يمكن أن تكون له آثار بالغة على السياسة المتعلقة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري والتخفيف منها [1.4.2، 2.4، 3.8، 3.10.4.3]

وتنطوي السياسة المناخية الفعالة على بناء مؤسسات وقدرة على الحوكمة. ومع أنه توجد أدلة قوية على أن التحول إلى مسار مستدام ومنصف هو أمر ممكن فنياً، فإن رسم مسار فعال وصالح للتخفيف من تغير المناخ ليس مجرد عملية فنية. فهو سينطوي على قرارات متعددة ومتعاقبة فيما بين الدول والعناصر الفاعلة في المجتمع المدني. وتستفيد هذه العملية من تثقيف العناصر الفاعلة وتمكينها من المشاركة في نُظم لصنع القرار تصمَّم وتُنفَّذ مع كون الإنصاف الإجرائي هو هدف متعمَّد لها. وهذا ينطبق على الصعيد الوطني وأيضا على الصعيد الدولي، حيث الحوكمة الفعالة فيما يتعلق بالموارد المشتركة العالمية، على وجه الخصوص، ليست ناضجة حتى الآن. ولأي نهج معيّن فائزون وخاسرون محتملون. والإمكانية السياسية لذلك النهج ستعتمد بشدة على توزيع النفوذ والموارد وسلطة صنع القرار فيما بين الفائزين والخاسرين المحتملين. وفي عالم يتسم بتفاوتات بالغة، قد يساعد وجود نُظم

الإطار TS.4 | 'التباينات المختلفة': النتائج غير المرجحة مقابل النتائج المرجحة في فهم قيمة التخفيف

إن مشكلة ما أصبح يُعرف باسم 'التباينات المختلفة' تتعلق بعدم اليقين في نظام المناخ وتداعياته بالنسبة لسياسات التخفيف والتكيف. وبتقييم سلسلة أوجه عدم اليقين الهيكلية التي تؤثر على نظام المناخ، قد يكون فيما ينتج عن ذلك من توزيع معقّد لاحتمالات الضرر الاقتصادي المحتمل تباين مختلف. وهذا معناه أن احتمال الضرر لا ينخفض مع تزايد درجة الحرارة بنفس السرعة التي تزيد بها العواقب.

ومن الممكن تصوير أهمية التباينات المختلفة لتوزيع درجة الحرارة التي ستنتج عن تضاعف ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الغلاف الجوي (الحساسية المناخية). ومن الممكن استخدام تقديرات الفريق العامل الأول (WGI) التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لمعايرة توزيعين محتملين، أحدهما ذو تباين مختلف والآخر تباينه أقل، وكل منهما يتسم بتغير وسيط في درجة الحرارة قدره 3 درجات مئوية وباحتمال لتغير درجة الحرارة بما يتجاوز 4.5 درجات مئوية قدره 15 في المائة. ومع أن احتمال تجاوز 4.5 درجات مئوية هو احتمال واحد في كلا التوزيعين، تنخفض الأرجحية ببطء اكبر كثيراً مع تزايد الحرارة في حالة التوزيع ذي التباين المختلف مقارنة بالتوزيع ذي التباين الأقل اختلافاً. فعلى سبيل المثال، احتمال أن تتجاوز درجات الحرارة 8 درجات مئوية أكبر عشر مرات تقريباً في حالة التوزيع المختار ذي التباينات المختلفة عنه في حالة التوزيع ذي التباينات الأقل اختلافاً. وإذا اتسمت التغيرات في درجة الحرارة بتوزيع ذي تباينات مختلفة، وكان من المحتمل حدوث ظواهر ذات أثر كبير عند درجات حرارة أعلى، من الممكن أن تهيمن الظواهر ذات التباين على عملية حساب الأضرار المتوقعة من تغير المناخ.

وعند وضع سياسات التخفيف والتكيف، توجد قيمة في الإقرار بالأرجحية الأعلى للظواهر ذات التباين وبعواقبها. وفي حقيقة الأمر، من الممكن أن يؤدي توزيع احتمالات التغير في درجة الحرارة إلى تغيير شديد في الكيفية التي تُحدد بها السياسة المناخية ويُحدد بها هيكلها. وعلى وجه التحديد، تؤدي التباينات المختلفة إلى زيادة أهمية الظواهر ذات التباين (من قبيل الاحترار بمقدار 8 درجات مئوية). ومع أن اهتمام البحوث وقدر كبير من المناقشات على صعيد السياسات كان يتركز على أكثر النتائج ترجيحاً، قد تكون تلك التي تندرج في نهاية توزيع الاحتمالات هي التي يكون من الأهم النظر فيها. [2.5، 3.9.2]

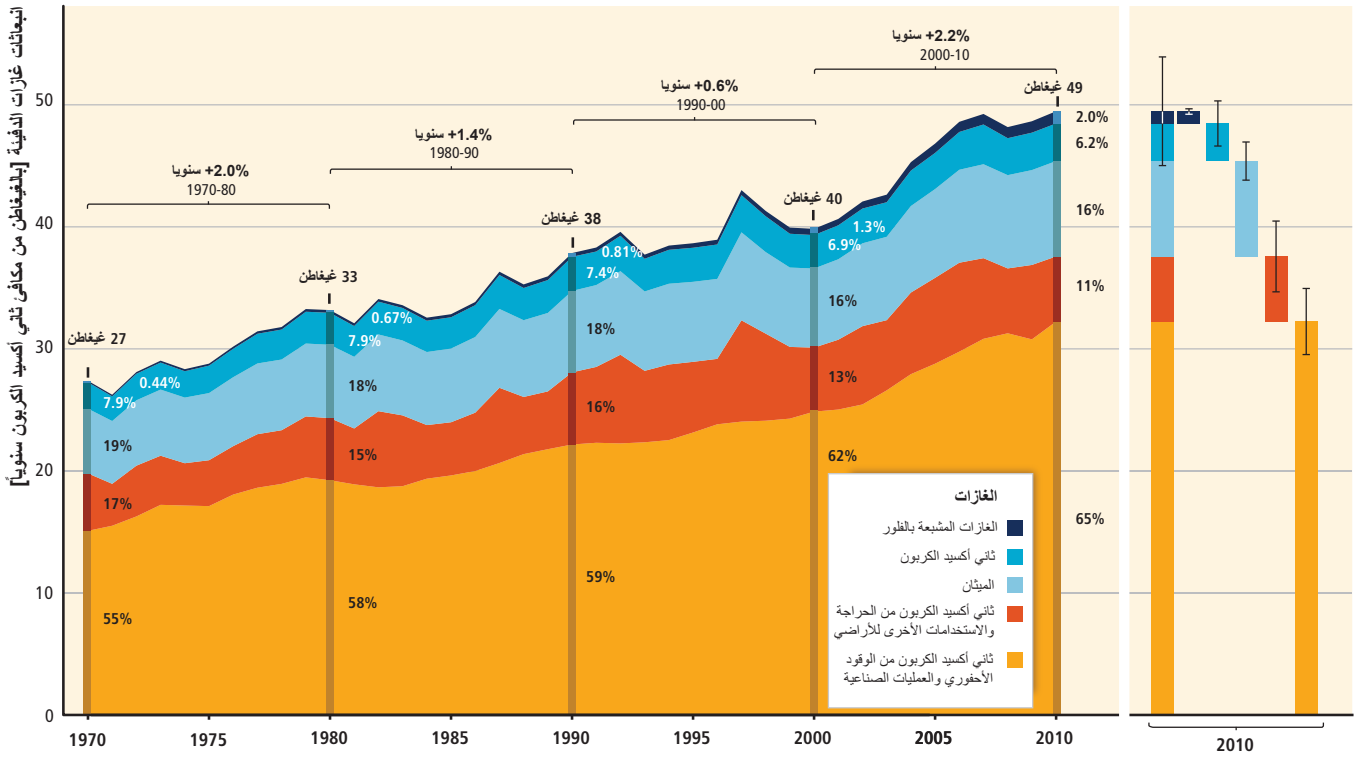
منصفة إجرائياً للمشاركة وصنع القرار والحوكمة على تمكين جهاز حُكم من التوصل إلى حلول منصفة لمشكلة التنمية المستدامة [4.3]

وتنطوي الإدارة الفعالة لمخاطر تغير المناخ على النظر في أوجه عدم اليقين بشأن الآثار المادية المحتملة وكذلك الاستجابات البشرية والاجتماعية. فالتخفيف من تغير المناخ والتكيف معه يمثّل تحدياً فيما يتعلق بإدارة المخاطر ينطوي على مستويات مختلفة كثيرة لصنع القرار وعلى خيارات مختلفة كثيرة على صعيد السياسات تتفاعل بطرائق معقّدة وكثيراً ما لا يمكن التكهن بها. وتنشأ المخاطر وأوجه عدم اليقين في النظم الطبيعية والاجتماعية والتكنولوجية. وكما يوضح الإطار TS.3، لا تأخذ الاستراتيجيات الفعالة لإدارة المخاطر في الاعتبار القيم الموجودة لدى الناس وعمليات اتخاذهم قرارات فطرية فحسب بل تستخدم أيضاً نماذج نظامية ومعينات للقرارات من أجل معالجة مسألتي المخاطر وعدم اليقين معالجة منهجية [2.4، 2.5]. وتشير بحوث بشأن مجالات سياساتية معقدة ومفعمة بعدم اليقين من هذا القبيل إلى أهمية تبني سياسات وتدابير قوية على صعيد طائفة متنوعة من المعايير والنتائج المحتملة [2.5]. وكما هو مبيّن بالتفصيل في الإطار TS.4، ينشأ تحدٍ خاص مع تزايد الأدلة على أن تغير المناخ قد يسفر عن آثار متطرفة تحيط بنقاط بدئها وبنتائجها مستويات مرتفعة من عدم اليقين [2.5، 3.9.2]. وستتطلب أي استراتيجية لإدارة مخاطر تغير المناخ إدماج الاستجابات في التخفيف مع أطر زمنية مختلفة، والتكيف مع مصفوفة من الآثار المناخية، وحتى استجابات طارئة محتملة من قبيل 'الهندسة الأرضية' في مواجهة الآثار المناخية المتطرفة [1.4.2، 3.3.7، 6.9، 13.4.4]. وفي مواجهة الآثار المتطرفة المحتملة، من الممكن أن تساعد القدرة على معاوضة الاحترار بسرعة على الحد من بعض الآثار المناخية الأكثر تطرفاً مع أن نشر نظم الهندسة الأرضية هذه قد يؤدي إلى نشوء مخاطر أخرى كثيرة (انظر القسم TS.3.1.3). ومن التحديات الرئيسية في وضع استراتيجية لإدارة المخاطر جعل تلك الاستراتيجية قادرة على التكيف مع المعلومات الجديدة ومؤسسات الحكم المختلفة [2.5].

TS.2 اتجاهات التغير في أرصدة وتدفقات غازات الاحتباس الحراري والعوامل الدافعة لها

يلخص هذا القسم اتجاهات التغير التاريخية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري والعوامل الدافعة لها. وكما هو الحال في معظم الأعمال الأساسية السابقة، تحوّل جميع تقديرات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري إلى مكافئات لثاني أكسيد الكربون استناداً إلى القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى 100 سنة (GWP100) (الإطار TS.5). وتتعلق غالبية التغيرات

الانبعاثات الكلية السنوية من غازات الدفيئة البشرية المنشأ حسب مجموعات الغازات في الفترة 1970-2010



الشكل TS.1 | إجمالي الانبعاثات السنوية لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) بحسب فئات الغازات 1970-2010: ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من حرق الوقود الأحفوري والعمليات الصناعية، وثاني أكسيد الكربون من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي [3](FOLU)؛ والميثان (CH_4)؛ وثاني أكسيد الكربون (N_2O)؛ والغازات المفلورة [4] التي يشملها بروتوكول كيوتو (F-gases). وتبيَّن مرة أخرى على الجانب الأيمن من الشكل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2010 مفصلة إلى هذه المكونات وما يرتبط بها من أوجه عدم يقين (فاصل الثقة يبلغ 90 في المائة) مبينة بأعمدة الخطأ. وأوجه عدم اليقين المتعلقة بالانبعاثات الكلية لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأة مستمدة من تقديرات فرادى الغازات على النحو المبيّن في الفصل 5 [5.2.3.6]. وتحوّل الانبعاثات إلى مكافئات ثاني أكسيد الكربون استناداً إلى القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى 100 سنة (GWP100) المستمدة من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة (IPCC). وتمثّل بيانات الانبعاثات من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البرية من حرائق الغابات والخُث والتحلل التي تمثل تقريباً صافي تدفق ثاني أكسيد الكربون من الحراجة والغابات والاستخدامات الأخرى للأراضي على النحو الموصوف في الفصل 11 من هذا التقرير. ويرد بين الأقواس متوسط معدلات النمو السنوية في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المتعلقة بالعقود الأربعة. ويبلغ متوسط معدل النمو السنوي 1.3 في المائة خلال الفترة من عام 1970 إلى عام 2000. [الشكل 1.3]

في اتجاهات تغير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي لوحظت في هذا القسم بالتغيرات في العوامل الدافعة من قبيل النمو الاقتصادي، أو التغير التكنولوجي، أو السلوك البشري، أو النمو السكاني. ولكن توجد أيضاً بعض التغيرات الأصغر في تقديرات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ترجع إلى التحسينات في مفاهيم وطرائق القياس التي استحدثت منذ صدور تقرير التقييم الرابع (AR4). وتوجد مجموعة متزايدة من الأعمال السابقة عن أوجه عدم اليقين في مجموعات البيانات العالمية عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويسعى هذا القسم إلى توضيح أوجه عدم اليقين هذه والإبلاغ عن التباينات في التقديرات بين مجموعات البيانات العالمية حيثما أمكن.

TS.2.1 اتجاهات التغير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

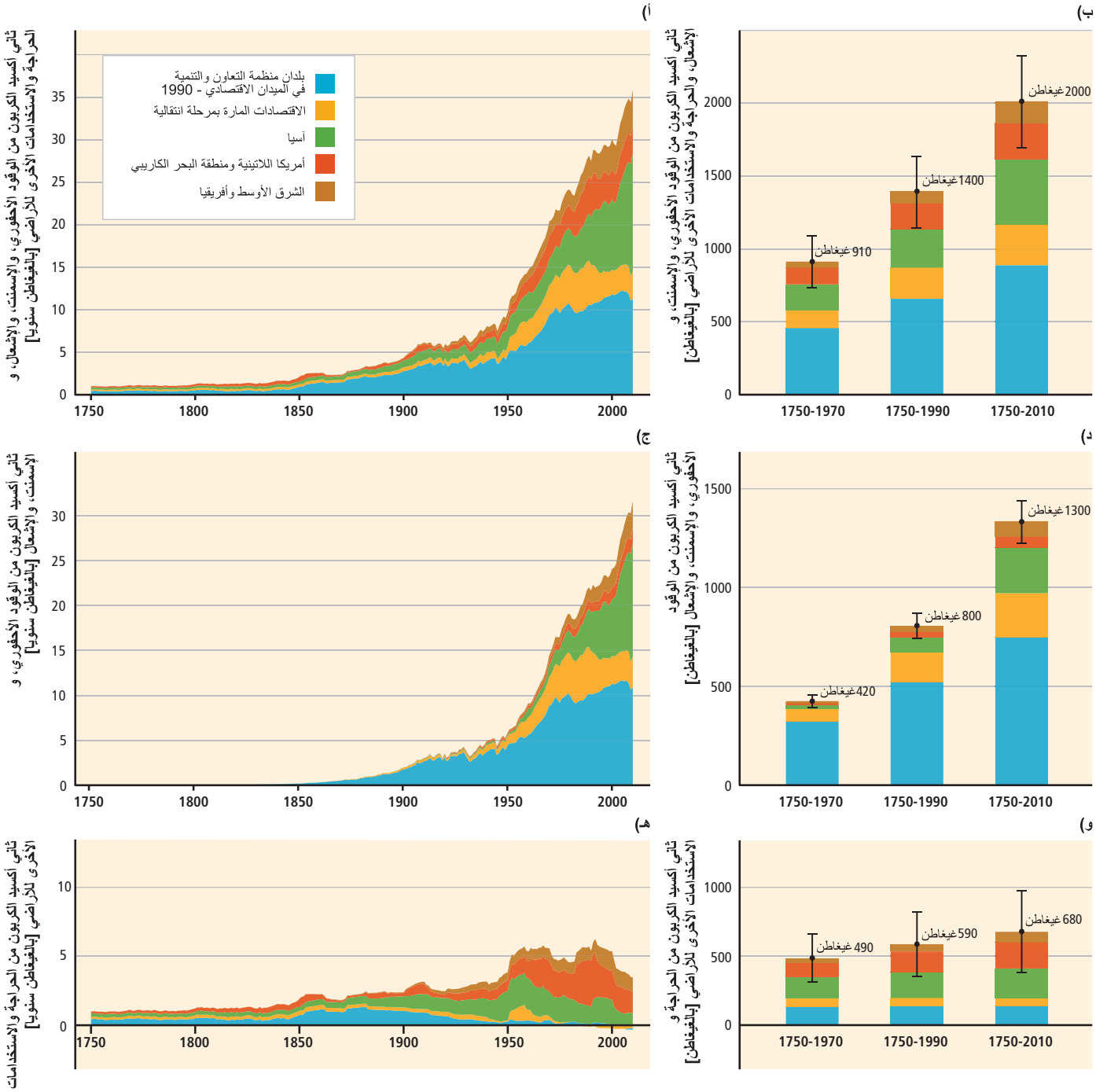
لقد ارتفعت الانبعاثات الكلية لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2010 بسرعة أكبر من ارتفاعها في العقود الثلاثة السابقة (ثقة عالية). فقد كانت الانبعاثات الكلية لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ هي الأعلى في تاريخ البشرية خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2010 وبلغت 49 (±4.5) غيغاطن من مكافئات ثاني أكسيد الكربون سنوياً (GtCO2eq/yr) في عام 2010. [5] وتبلغ الاتجاهات الحالية الحد الأقصى للمستويات التي كانت متوقعة فيما يتعلق بهذا العقد الأخير. وقد حدث النمو في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري رغم وجود طائفة واسعة من المؤسسات المتعددة الأطراف فضلاً عن السياسات الوطنية الرامية إلى التخفيف. ففي خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2010 زادت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمتوسط قدره 1.0 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد

[3] الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU) - التي يشار إليها أيضاً بالاسم المختصر LULUCF (استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة) - هي المجموعة الفرعية في الانبعاثات من الزراعة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري ذات الصلة بالأنشطة البشرية المباشرة لاستخدام الأراضي، والتغير في استخدام الأراضي، والحراجة مع استبعاد الانبعاثات الزراعية (انظر مسرد مصطلحات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس).

[4] في هذا التقرير، البيانات عن غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون، بما في ذلك الغازات المفلورة، مأخوذة م قاعدة بيانات EDGAR (انظر المرفق الثاني - 9)، التي تشمل المواد المدرجة في بروتوكول كيوتو في فترة الالتزام الأولى الخاصة به.

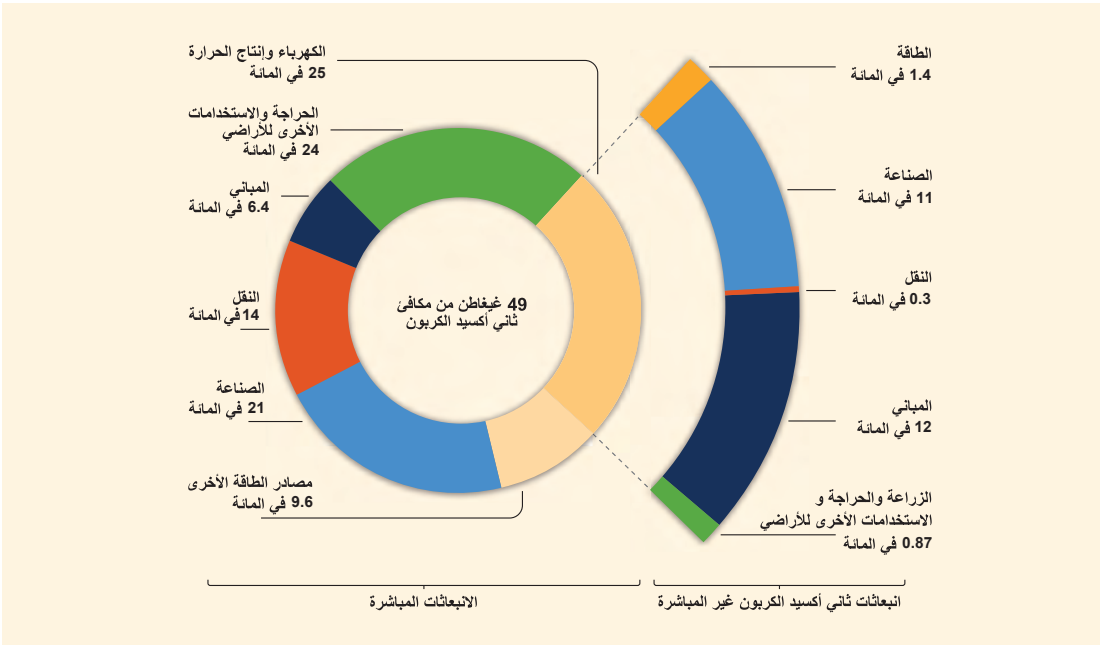
[5] في هذا الملخص يُبلغ عن عدم اليقين فيما يتعلق ببيانات الانبعاثات التاريخية لغازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون باستخدام فاصل عدم يقين قدره 90 في المائة ما لم يُذكر خلاف ذلك. ومستويات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مقرّبة إلى رقمين لهما أهميتهما الحسابية في هذه الوثيقة بأكملها؛ ونتيجة لذلك، قد تحدث اختلافات طفيفة في المجاميع.

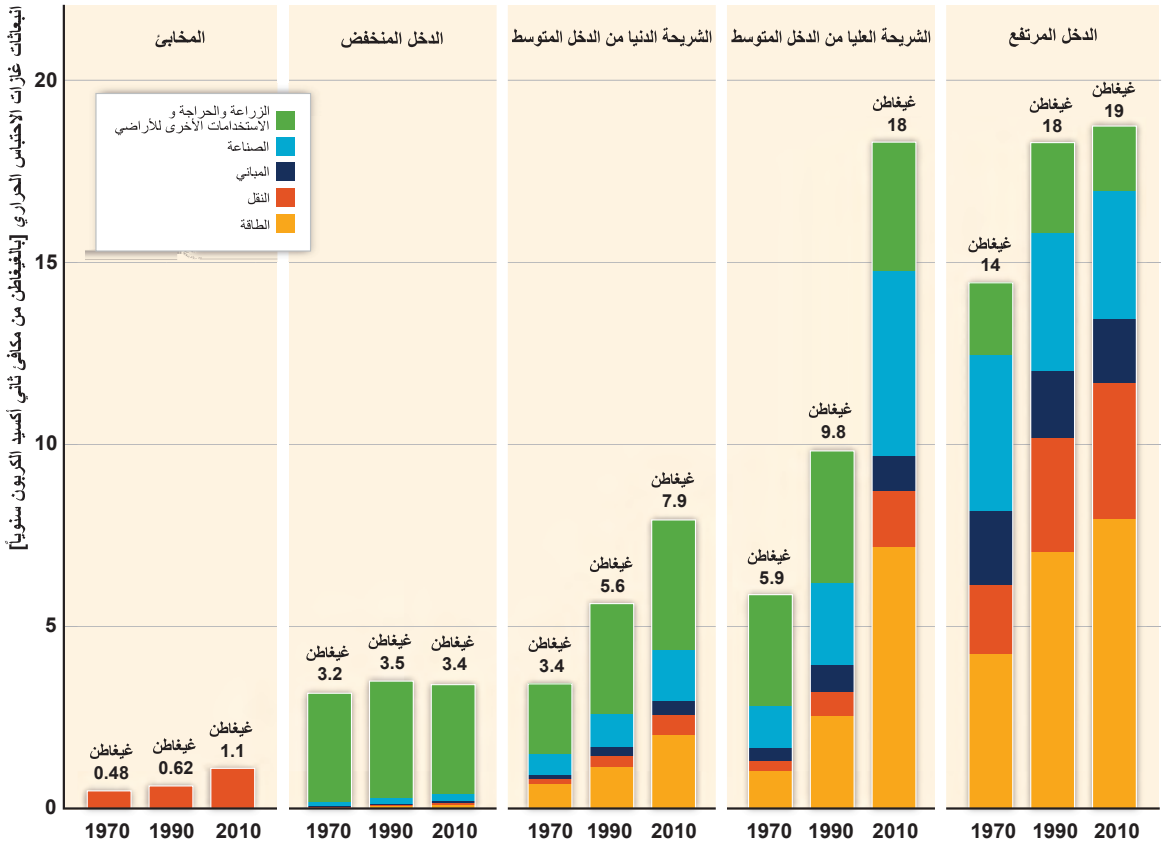
إجمالي الانبعاثات لثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ من حرق الوقود الأحفوري، والإشعال، والإسمنت، وكذلك الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU) حسب المنطقة خلال الفترة ما بين عامي 1750 و 2010



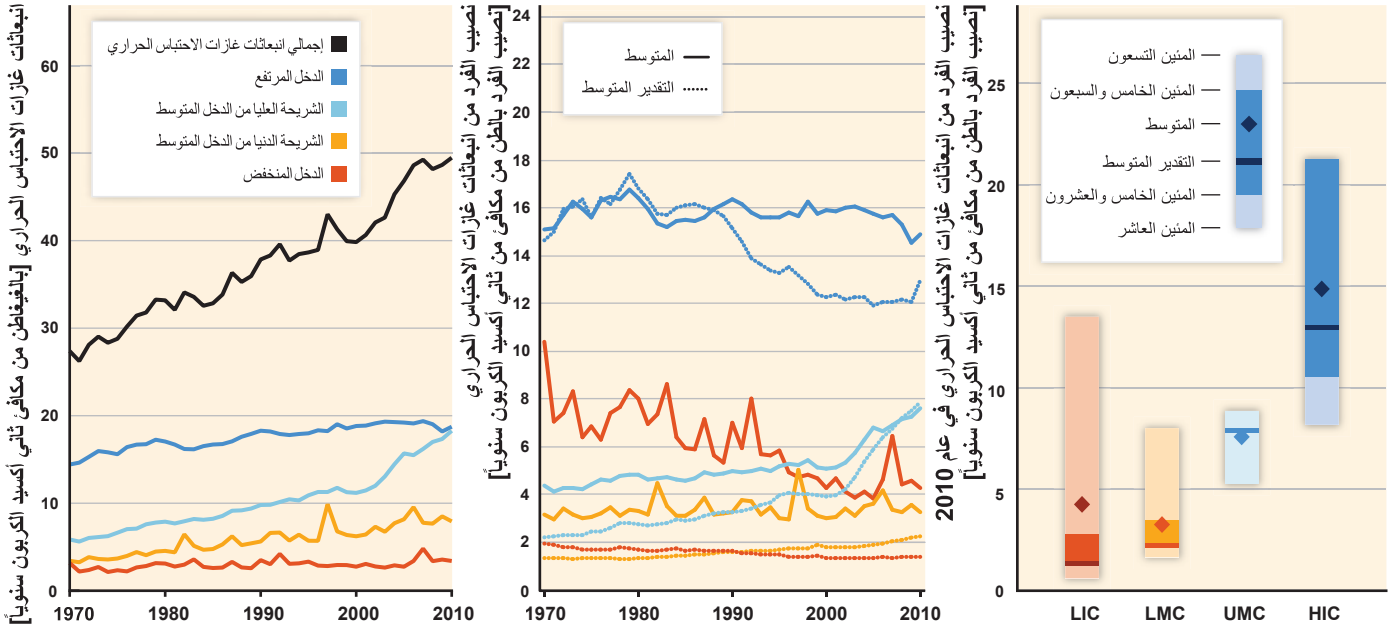
الشكل TS.2 | الانبعاثات التاريخية لثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ من حرق الوقود الأحفوري، والإشعال، والإسمنت، والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU)4 في خمس مناطق رئيسية من العالم: بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي - 1990 (اللون الأزرق)؛ والاقتصادات المارة بمرحلة انتقالية (اللون الأصفر)؛ وآسيا (اللون الأخضر)؛ وأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي (اللون الأحمر)؛ والشرق الأوسط وأفريقيا (اللون البني). ويُبلغ عن الانبعاثات بالغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنويا (GtCO2/yr). وتبيّن اللوحات على الجانب الأيسر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الإقليمية في الفترة 1750-2010 من: (أ) مجموع كل مصادر ثاني أكسيد الكربون (ج + هـ)؛ و (ج) حرق الوقود الأحفوري، والإشعال، والإسمنت؛ و (هـ) الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي. أما اللوحات اليمنى فهي تبيّن المساهمات الإقليمية في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية خلال فترات زمنية مختارة من: (ب) مجموع كل مصادر ثاني أكسيد الكربون (د + و)؛ و (ج) حرق الوقود الأحفوري، والإشعال، والإسمنت؛ و (و) الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي. وتبين أعمدة الخطأ الواردة في اللوحات (ب) و (د) و (و) نطاق عدم اليقين (فاصل ثقة قدرة 90 في المائة). للاطلاع على تعاريف المناطق، انظر المرفق الثاني - 2.2 [الشكل 5.3]

انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حسب القطاعات الاقتصادية





الشكل TS.3 | إجمالي الانبعاثات لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويا) حسب القطاعات الاقتصادية وفئات دخل البلدان. اللوحة العلوية: تبيّن الدائرة حصص انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة (كنسبة مئوية من إجمالي الانبعاثات لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ) للقطاعات الاقتصادية الرئيسية الخمسة في عام 2010. ويبيّن جزء الدائرة المنفصل الكيفية التي تُعزى بها حصص انبعاثات ثاني أكسيد الكربون غير المباشرة (كنسبة مئوية من الانبعاثات الكلية لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ) من إنتاج الكهرباء والحرارة إلى قطاعات استخدام الطاقة النهائية. وتشير 'مصادر الطاقة الأخرى' إلى جميع مصادر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في قطاع الطاقة عدا عن إنتاج الكهرباء والحرارة. اللوحة السفلية: إجمالي الانبعاثات لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ في الأعوام 1970 و1990 و2010 حسب القطاعات الاقتصادية الرئيسية الخمسة وفئات دخل البلدان. وتشير 'Bunkers' إلى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من النقل الدولي ومن ثم فإنها، في إطار النظم المحاسبية الحالية، لا تُنسب إلى أراضي أي دولة معينة. وتشمل بيانات الانبعاثات من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البرية من حرائق الغابات والمستنقعات والتحلل التي تمثل تقريباً صافي تدفق ثاني أكسيد الكربون من القطاع الفرعي في مجال الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (FOLU) على النحو المبين في الفصل 11 من هذا التقرير. وتحوّل الانبعاثات إلى مكافئات لثاني أكسيد الكربون استناداً إلى القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى فترة زمنية قدرها 100 سنة (GWP100) المستمدة من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. ويستند نسْب البلدان إلى فئات الدخل إلى تصنيف البنك الدولي لفئات الدخل في عام 2013. للاطلاع على مزيد من التفاصيل انظر المرفق الثاني - 2.3. وترد تعاريف القطاعات في المرفق الثاني - 9.1. [الشكل 1.3 والشكل 1.6]



الشكل TS.4 | اتجاهات التغير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حسب فئات دخل البلدان. اللوحة اليسرى: إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري السنوية البشرية المنشأ من عام 1970 إلى عام 2010 (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً). اللوحة الوسطى: اتجاهات التغير في متوسط نصيب الفرد وتقدير ذلك النصيب السنوي من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الفترة من عام 1970 إلى 2010 (نصيب الفرد من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً بالطن). اللوحة اليمنى: توزيع نصيب الفرد السنوي من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2010 في البلدان في إطار كل فئة من فئات دخل البلدان (نصيب الفرد من ثاني أكسيد الكربون سنوياً بالطن). ويبين متوسط القيَم مستويات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مرجحة بعدد السكان. أما القيم المتوسطة فهي تبيّن مستويات نصيب الفرد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في البلد على مستوى المئين الخمسين من التوزيع داخل كل فئة من فئات دخل البلدان. وتحوّل الانبعاثات إلى مكافئات لثاني أكسيد الكربون استناداً إلى القدرة على إحداث الاحترار العالمي على مدى فترة زمنية قدرها 100 سنة (GWP100) المستمدة من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة IPCC. ويستند تنسيب البلدان إلى فئات دخل البلدان إلى تصنيف البنك الدولي لفئات الدخل في عام 2013. وللاطلاع على تفاصيل انظر المرفق الثاني - 2.3. [الشكل 1.4 والشكل 1.8]

الكربون (2.2 في المائة) سنوياً مقارنة بما يبلغ 0.4 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (1.3 في المائة) سنوياً خلال الفترة الممتدة من عام 1970 إلى عام 2000 بأكملها (الشكل TS.1). فالأزمة الاقتصادية العالمية التي حدثت في 2008/2007 خفّضت مؤقتاً فحسب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. [1.3، 5.2، 13.3، 15.2.2، والشكل 15.1]

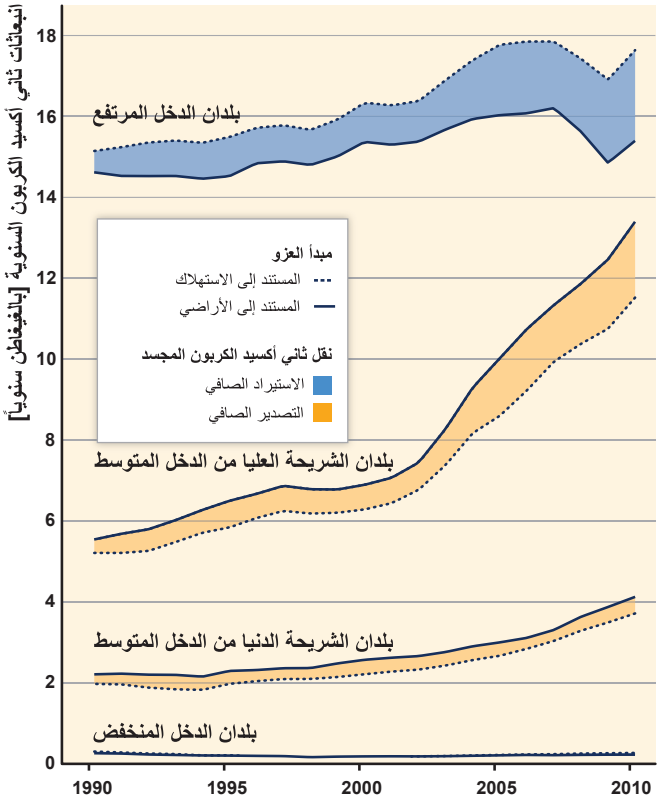
ولقد ساهمت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة من حرق الوقود الأحفوري ومن العمليات الصناعية بنسبة تبلغ حوالي 78 في المائة من الزيادة في الانبعاثات الكلية لغازات الاحتباس الحراري التي حدثت خلال الفترة من عام 1970 إلى 2010، مع مساهمة مئوية مماثلة فيما يتعلق بالفترة 2000-2010 (ثقة عالية). فقد بلغت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالوقود الأحفوري 32 (±2.7) غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2010 ثم زادت مرة أخرى بنسبة بلغت حوالي 3 في المائة خلال الفترة ما بين عامي 2010 و 2011 وزادت بعد ذلك بنسبة تتراوح من 1 إلى 2 في المائة تقريباً خلال الفترة من عام 2001 إلى عام 2012. ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع (AR4)، ظلت حصص الفئات الرئيسية من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مستقرة. ويظل ثاني أكسيد الكربون، في إطار إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ في عام 2010 البالغة 49 (±4.5) غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً، هو غاز الاحتباس الحراري الرئيسي المسؤول عن نسبة قدرها 76 في المائة (38 ±3.8 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ. وتأتي نسبة قدرها 16 في المائة (7.8 ±1.6 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) من الميثان (CH_4)، و6.2 في المائة (3.1 ±1.9 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) من أكسيد النيتروز (N_2O)، و2.0 في المائة (1.0 ±0.2 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) من الغازات المفلورة (الشكل TS.1). وباستخدام أحدث قيَم القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى 100 سنة المستمدة من تقرير التقييم الخامس [8.7 في مساهمة الفريق العامل الأول] تكون مجاميع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية أعلى بدرجة طفيفة (52 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) وتكون حصص انبعاثات غير ثاني أكسيد الكربون 20 في المائة من الميثان، و 5.0 في المائة من أكسيد النيتروز، و 2.2 من الغازات المفلورة (F-gases). وتتأثر حصص الانبعاثات باختيار مقياس الانبعاثات والأفق الزمني، ولكن هذا له تأثير ضئيل على الاتجاهات العالمية الطويلة الأجل. ففي حالة استخدام أفق زمني أقصر، يبلغ 20 عاماً، تنخفض حصة ثاني أكسيد الكربون إلى أكثر قليلا من 50 في المائة فقط من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ وترتفع الأهمية النسبية للغازات القصيرة العمر. وكما هو مبيّن بالتفصيل في الإطار TS.5، ينطوي اختيار مقياس الانبعاثات والأفق الزمني على أحكام تقييمية ذاتية صريحة أو ضمنية ويعتمد على الغرض من التحليل. [1.2، 3.9، 5.2]

وخلال العقود الأربعة الماضية زادت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية الكلية بمعامل قدره 2، من نحو 910 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في الفترة 1750-1970 إلى حوالي 2000 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في الفترة 1750-2010 (ثقة عالية). ففي عام 1970، كانت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية من حرق الوقود الأحفوري وإنتاج الإسمنت والإشعال منذ عام 1750 تبلغ 420 (±35) غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون؛ أما في عام 2010 فإن ذلك المجموع التراكمي زاد إلى ثلاثة أمثال قيمته فوصل إلى 1300 (±110)غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون (الشكل TS.2). وزادت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية المرتبطة بالحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي4 منذ عام 1750 من نحو 490 (±180) غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في عام 1970 إلى 680 (±300)غيغاطن تقريباً من ثاني أكسيد الكربون في عام 2010. [5.2]

ويحدث تحوّل في الأنماط الإقليمية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري مع التغيرات في الاقتصاد العالمي (ثقة عالية). فمنذ عام 2000، تزيد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في جميع القطاعات، باستثناء قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) حيث تُذكر في قواعد البيانات المختلفة أي تغيرات إيجابية وأخرى سلبية في الانبعاثات وحيث تكون أوجه عدم اليقين بشأن البيانات مرتفعة. وأكثر من 75 في المائة من الزيادة في الانبعاثات السنوية لغازات الاحتباس الحراري خلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2010 البالغة 10 غيغاطن انبعثت في قطاع الإمداد بالطاقة (47 في المائة) وقطاع الصناعة (30 في المائة) (للاطلاع على تعريف القطاعات، انظر المرفق الثاني - 9.1). وقد حدثت كمية قدرها 5.9 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في هذه الزيادة القطاعية في بلدان الشريحة العليا من الدخل المتوسط،[6] حيث حدث أسرع تنمية اقتصادية وتوسع في الهياكل الأساسية. أما انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في القطاعات الأخرى فقد كانت أكثر تواضعا من حيث القيمة المطلقة (0.3-1.1 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) وأيضاً من حيث القيمة النسبية (3 في المائة - 11 في المائة). [1.3، 5.3، والشكل 5.18]

والمستويات الحالية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري تهيمن عليها المساهمات من قطاع الإمداد بالطاقة، وقطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، وقطاع الصناعة؛ ويكتسب قطاعا الصناعة والمباني أهمية كبيرة إذا أُخذت في الاعتبار الانبعاثات غير المباشرة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). فمن الانبعاثات البالغة 49 (±4.5) غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2010 أُطلقت نسبة 35 في المائة (17 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في قطاع الإمداد بالطاقة، ونسبة 24 في المائة (صافي انبعاثات قدرها 12 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، ونسبة قدرها 21 في المائة (10 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في قطاع الصناعة، ونسبة 14 في المائة (7.0 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في قطاع النقل ونسبة 6.4 في المائة (3.2 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في قطاع المباني. وعند عزو الانبعاثات غير المباشرة من إنتاج الكهرباء والحرارة إلى قطاعات استخدام الطاقة النهائية، تزيد حصص قطاعي الصناعة والمباني في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية إلى 31 في المائة و 19 في المائة3، على الترتيب (الشكل TS.3، اللوحة العلوية). [1.3، 7.3، 8.2، 9.2، 10.3، 11.2]

ويوجد تفاوت شديد في نصيب الفرد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2010 (ثقة عالية). ففي عام 2010، كان متوسط نصيب الفرد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (نصيب الفرد 1.4 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) في فئة البلدان المنخفضة الدخل أقل تسع مرات تقريباً من متوسط نصيب الفرد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (نصيب الفرد يبلغ 13 طناً من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) في البلدان المرتفعة الدخل (الشكل 6 .TS.4) وفيما يتعلق بالبلدان المنخفضة الدخل، تأتي أكبر حصة من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي؛ وفيما يتعلق بالبلدان المرتفعة الدخل، تهيمن على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المصادر المرتبطة بالإمداد بالطاقة وبالصناعة (الشكل TS.3، اللوحة السفلى). وتوجد تباينات كبيرة في نصيب الفرد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري داخل فئات دخل البلدان بحيث تمثل الانبعاثات على مستوى المئين التسعين أكثر من ضِعفْ الانبعاثات على مستوى المئين العاشر. ومتوسط لنصيب الفرد من الانبعاثات يمثّل على نحو أفضل البلد النمطي داخل فئة من فئات دخل البلدان تضم أعضاء غير متجانسين مقارنةً بمتوسط نصيب الفرد من الانبعاثات. ويختلف متوسط نصيب



الشكل TS.5 | إجمالي الانبعاثات السنوية لثاني أكسيد الكربون (بالغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً) الناتج من حرق الوقود الأحفوري فيما يتعلق بفئات دخل البلدان معزوة على أساس الأراضي (الخط المتصل) والاستهلاك النهائي (الخط المنقّط). أما المساحات المظللة فهي صافي أرصدة الاتجار بثاني أكسيد الكربون (الفوارق) بين كل فئة من فئات دخل البلدان الأربع وبقية العالم. ويشير التظليل الأزرق إلى أن فئة دخل البلدان مستوردة صافية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المجسّدة، مما يؤدي إلى تقديرات للانبعاثات مستندة إلى الاستهلاك أعلى من التقديرات التقليدية للانبعاثات الإقليمية. ويشير اللون البرتقالي إلى الوضع العكسي، أي أن فئة دخل البلدان مصدّرة صافية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المجسدة. وتستند نسبُ البلدان إلى فئات دخل البلدان إلى تصنيفات البنك الدولي لفئات الدخل في عام 2013. وللاطلاع على مزيد من التفاصيل انظر المرفق الثاني - 2.3 [الشكل 1.5]

الفرد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن القيمة المتوسطة أساساً في البلدان المنخفضة الدخل لأن نصيب الفرد فيها من الانبعاثات مرتفع نتيجة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة من التغير في استخدام الأراضي (الشكل TS.4، اللوحة اليمنى). [1.3، 5.2، 5.3]

وتُطلق حصة متزايدة من الانبعاثات الكلية من ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ في صناعة المنتجات التي يُتجّر بها عبر الحدود الدولية (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع (AR4)، حددت عدة مجموعات بيانات تحديداً كمياً الفارق بين التقديرات التقليدية للانبعاثات 'الإقليمية' و 'المستندة إلى الاستهلاك' التي تعزو جميع الانبعاثات المطلقة في الإنتاج العالمي للسلع والخدمات إلى بلد الاستهلاك النهائي (الشكل TS.5). وتُطلق حصة متزايدة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري في البلدان المتوسطة الدخل في إنتاج السلع والخدمات المصدّرة، لا سيما من بلدان الشريحة العليا من الدخل المتوسط إلى البلدان المرتفعة الدخل. وقد تجاوزت الآن الانبعاثات الصناعية السنوية الكلية من ثاني أكسيد الكربون من فئة البلدان غير المدرجة في المرفق الأول تلك الخاصة بفئة البلدان المدرجة في المرفق الأول باستخدام طرائق محاسبية إقليمية ومستندة إلى الاستهلاك، ولكن نصيب الفرد من الانبعاثات ما زال أعلى بدرجة ملحوظة في فئة البلدان المدرجة في المرفق الأول. [1.3، 5.3]

وبصرف النظر عن المنظور المتبع، تنبعث أكبر حصة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ من عدد صغير من البلدان (ثقة عالية). ففي

[6] ص تُستخدم تصنيفات البنك الدولي لفئات الدخل لعام 2013. لمزيد من التفاصيل انظر المرفق الثاني - 2.3.

الإطار TS.5 | تعتمد مقاييس الانبعاثات على أحكام تقييمية ذاتية وتتضمن الكثير من أوجه عدم يقين كبيرة

توفر مقاييس الانبعاثات 'معدلات تبادلية' لقياس مساهمات غازات الاحتباس الحراري المختلفة في تغير المناخ. وتخدم هذه المعدلات التبادلية طائفة متنوعة من الأغراض، من بينها قسمة جهود التخفيف بين غازات متعددة وتجميع انبعاثات طائفة متنوعة من غازات الاحتباس الحراري. ولكن لا يوجد مقياس صحيح من الناحية المفاهيمية وعملي من ناحية التنفيذ. ولهذا السبب يتوقف اختيار المقياس المناسب على التطبيق المعني أو السياسة المعنية. [3.9.6]

وتختلف غازات الاحتباس الحراري من حيث خصائصها الفيزيائية. فعلى سبيل المثال، تسبب كتلة الوحدة من الميثان (CH_4) في الغلاف الجوي في قسر إشعاعي فوري أقوى مقارنةً بثاني أكسيد الكربون، ولكنه يبقى في الغلاف الجوي لفترة زمنية أقصر كثيراً. ومن ثم، تختلف السمات الزمنية لتغير المناخ باختلاف غاز الاحتباس الحراري المسبب له كما أنها مهمة. وتحديد طريقة مقارنة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المختلفة لأغراض التخفيف تنطوي على مقارنة الخصائص الوقتية لتغير المناخ الناتجة عن كل غاز وإصدار أحكام تقييمية ذاتية بشأن أهمية تلك الخصائص بالنسبة للبشر، وهو ما يمثل عملية تنطوي على الكثير من عدم اليقين. 3.9.6]؛ و 8.7 في مساهمة الفريق العامل الأول]

والقدرة على إحداث احترار عالمي (GWP) هي مقياس من الشائع استخدامه. وتعرّف هذه القدرة بأنها القسر الإشعاعي المتراكم في غضون مدة زمنية محددة (100 سنة، مثلاً- GWP100)، الناجم عن انبعاث كيلوغرام واحد من الغاز، بالنسبة إلى كيلوغرام واحد من ثاني أكسيد الكربون الذي يعتبر الغاز المرجعي. ويُستخدم هذا المقياس لتحويل تأثيرات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المختلفة إلى مقياس مشترك (مكافئات ثاني أكسيد الكربون).[1]

ومن مكامن قوة القدرة على إحداث احترار عالمي (GWP) أنها يمكن حسابها بطريقة شفافة ومباشرة نسبياً. ولكن توجد أيضا أوجه قصور، من بينها الحاجة إلى استخدام أفق زمني محدد، والتركيز على القسر التراكمي، وعدم حساسية المقياس للخصائص الوقتية للتأثيرات المناخية وأهميتها بالنسبة للبشر. واختيار الأفق الزمني مهم بالذات فيما يتعلق بالغازات القصيرة العُمر، لا سيما الميثان: فعندما تُحسب بأفق زمني أقصر للقدرة على إحداث احترار عالمي، تكون حصتها في إحداث الاحترار الكلي المحسوب أكبر وقد تتغير استراتيجية التخفيف نتيجة لذلك. [1.2.5]

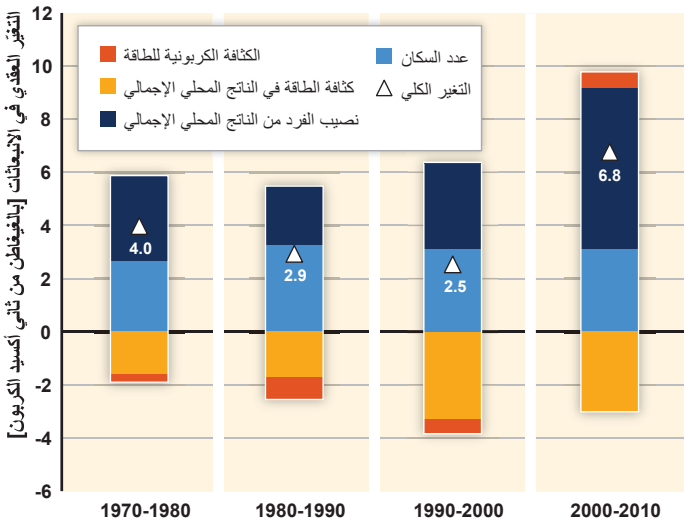
وقد اقتُرحت مقاييس بديلة كثيرة في الأعمال العلمية السابقة. وكلها لها مزايا ولها مساوئ، واختيار المقياس يمكن أن يُحدث فارقاً كبيراً في الأوزان المعطاة للانبعاثات من غازات معينة. فعلى سبيل المثال، تبلغ القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى 100 سنة للميثان 28 بينما تبلغ إمكانياته من حيث القدرة على إحداث تغيير في درجة حرارة العالم (GTP)، وهي مقياس بديل، 4 على مدى نفس الفترة الزمنية (للاطلاع على القيم الواردة في تقرير التقييم الخامس، انظر القسم 8.7 في مساهمة الفريق العامل الأول). ومن حيث تكاليف التخفيف الإجمالية وحدها، قد يكون مقياس القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى 100 سنة مماثلاً في أدائه للمقاييس الأخرى (من قبيل القدرة على إحداث تغيير في درجة حرارة العالم المعتمدة على الوقت أو إمكانية التكلفة العالمية) لبلوغ هدف مناخي معيّن؛ ولكن قد تكون هناك اختلافات كبيرة من حيث التوزيع الضمني للتكاليف بين القطاعات والمناطق وبمرور الوقت. [3.9.6، 6.3.2.5]

وكبديل لاستخدام مقياس واحد لجميع الغازات يمكن اتباع نهج 'تعدد المقاييس' الذي تجمّع فيه الغازات وفقاً لمساهماتها في تغير المناخ في الأجلين القصير والطويل. وهذا قد يحل بعض المشاكل المرتبطة باستخدام مقياس واحد، لكن تظل مسألة ما هي الأهمية النسبية التي يجب إعطاؤها للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المجموعات المختلفة. [3.9.6؛ 8.7 في مساهمة الفريق العامل الأول]

[1] في هذا الملخص، يعبّر عن جميع كميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في صورة انبعاثات لمكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2eq) محسوبة استناداً إلى القدرة على إحداث احترار عالمي GWP100. وما لم يُذكر خلاف ذلك، فإن قيمة القدرة على إحداث احترار عالمي المتعلقة بالغازات المختلفة مأخوذة من تقرير التقييم الثاني (SAR) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. ومع أن قيم القدرة على إحداث احترار عالمي قد جرى تحديثها عدة مرات منذ ذلك الحين، تُستخدم القيم الواردة في تقرير التقييم الثاني على نطاق واسع في تحديد السياسات، بما يشمل بروتوكول كيوتو وكذلك في نُظم محاسبية وطنية ودولية كثيرة للانبعاثات. وتبيّن دراسات النمذجة أن التغيرات في قيم القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى 100 سنة GWP100 من تقرير التقييم الثاني إلى تقرير التقييم الرابع (AR4) أثرها ضئيل على استراتيجية التخفيف المثلى على الصعيد العالمي. 6.3.2.5]، المرفق الثاني - 9.1]

عام 2010، كانت 10 بلدان مسؤولة عن نحو 70 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة من حرق الوقود الأحفوري ومن العمليات الصناعية. وتنبعث أيضاً من عدد صغير من البلدان أكبر حصة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المستندة إلى الاستهلاك وكذلك انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية التي تعود إلى عام 1750. [1.3]

والاتجاه التصاعدي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية المرتبطة بالوقود الأحفوري هو اتجاه قوي في جميع قواعد البيانات ورغم وجود أوجه عدم يقين (ثقة عالية). فانبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية الناتجة من حرق الوقود الأحفوري معروفة في حدود درجة عدم يقين قدرها 8 في المائة. أما انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي فترتبط بها أوجه عدم يقين كبيرة جدا في حدود 50 في المائة. وقدّر عدم اليقين فيما يتعلق بالانبعاثات العالمية للميثان (CH_4) بنسبة قدرها 20 في المائة، وقدّر عدم اليقين فيما يتعلق بالانبعاثات العالمية لأكسيد النيتروز (N_2O) بنسبة قدرها 60 في المائة، وقدّر عدم اليقين فيما يتعلق بالانبعاثات العالمية للغازات المفلورة بنسبة قدرها 20 في المائة. ويسفر الجمع بين هذه القيم عن تقدير تمثيلي لعدم اليقين العالمي الكلي لغازات الاحتباس الحراري يبلغ نحو 10 في المائة (الشكل TS.1). ومن الممكن أن تزيد أوجه عدم اليقين على نطاقات مكانية أدق وفيما يتعلق بقطاعات محددة. وعزو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري إلى بلد الاستهلاك النهائي يؤدي إلى زيادة أوجه عدم اليقين، ولكن الأعمال السابقة عن هذا الموضوع لم يبدأ ظهورها إلا مؤخراً فحسب. وقد كانت تقديرات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في تقرير التقييم الرابع



الشكل TS.6 | تفكيك للتغير في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية الكلية من حرق الوقود الأحفوري حسب العقد وأربعة عوامل دافعة هي: عدد السكان، ونصيب الفرد من الدخل (الناتج المحلي الإجمالي)، وكثافة الطاقة في الناتج المحلي الإجمالي، وكثافة الكربون في الطاقة. والتغيرات في الانبعاثات الكلية مبيّنة بمثلث. أما التغير في الانبعاثات خلال كل عقد فهو يُقاس بالغيغاطن من الأطنان من ثاني أكسيد الكربون سنوياً (GtCO2/yr)؛ والدخل محوّل إلى وحدات مشتركة باستخدام تعادلات القوة الشرائية. [الشكل 1.7]

(AR4) أعلى بما يتراوح من 5 إلى 10 في المائة مقارنةً بالتقديرات المذكورة هنا، ولكنها تندرج ضمن نطاق عدم اليقين المقدّر3. [5.2]

TS.2.2 العوامل الدافعة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري

يبحث هذا القسم العوامل التي ارتبطت، تاريخياً، بالتغيرات في مستويات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويستند مثل هذا التحليل، عادةً، إلى تفكيك لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري الكلية إلى مكونات شتى من قبيل النمو في الاقتصاد (نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي) (GDP)، والنمو في عدد السكان (نصيب الفرد)، وكثافة الطاقة اللازمة لكل وحدة من الناتج الاقتصادي (الطاقة/ الناتج المحلي الإجمالي)، وكثافة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن تلك الطاقة (غازات الاحتباس الحراري/ الطاقة). وكمسألة عملية، ونتيجة لأوجه القصور في البيانات وكون معظم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تأخذ شكل ثاني أكسيد الكربون من الصناعة والطاقة، فإن هذا البحث يركز كله تقريباً على ثاني أكسيد الكربون المنبعث من تلك القطاعات.

وعالمياً، ما زال النمو الاقتصادي والسكاني هما أهم عاملين من العوامل الدافعة للزيادات في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري. وقد ظلت مساهمة النمو السكاني خلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2010 مماثلة تقريباً لما كانت عليه في العقود الثلاثة السابقة، بينما زادت مساهمة النمو الاقتصادي زيادة حادة (ثقة عالية). فقد زاد عدد سكان العالم بنسبة 86

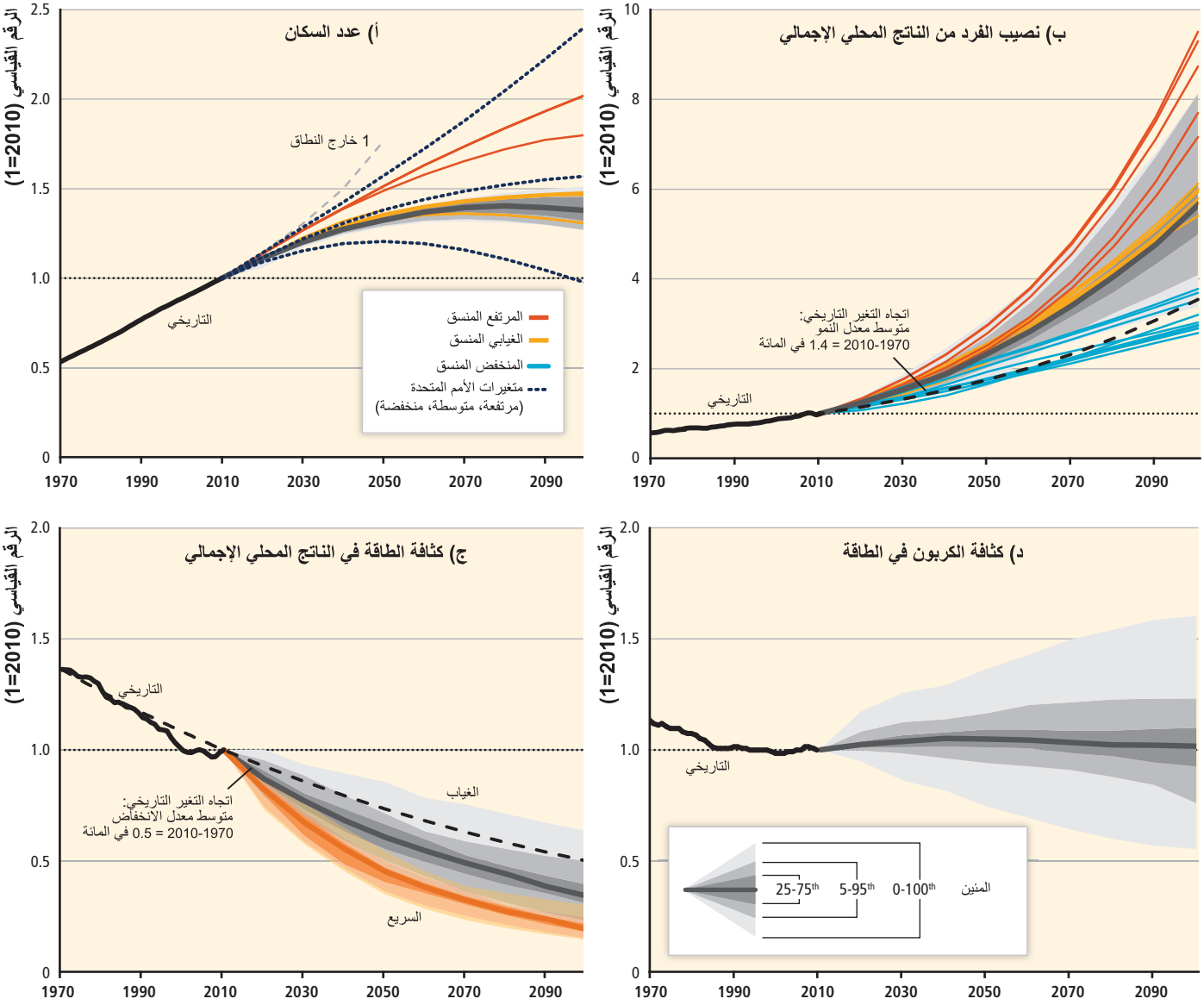
الإطار TS.6 | استخدام السيناريوهات في هذا التقرير

تعبّر سيناريوهات الكيفية التي قد يتطور بها المستقبل عن عوامل رئيسية للتنمية البشرية تؤثر على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وعلى قدرتنا على التصدي لتغير المناخ. وتغطي السيناريوهات نطاقاً معقولاً من المستقبل، لأن التنمية البشرية تحددها مجموعة كبيرة من العوامل من بينها عملية صنع القرارات البشرية. ومن الممكن استخدام السيناريوهات لإدماج المعرفة بالعوامل الدافعة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وخيارات التخفيف، وتغيّر المناخ، والآثار المناخية.

ومن العناصر المهمة في السيناريوهات إسقاط مستوى التدخل البشري في نظام المناخ. وتحقيقا لهذه الغاية، أُعدت مجموعة مكونة من أربعة 'مسارات تركيز نموذجية' (RCPs). ومسارات التركيز النموذجية هذه تصل إلى مستويات قسر إشعاعي قدرها 2.6 و 4.5 و 6.0 و 8.5 واط/م2 (W/m^2) (وهو ما يقابل تركيزات تبلغ 450 و 650 و 850 و 1370 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، على الترتيب، في عام 2100، تشمل نطاق القسر المناخي البشري المنشأ في القرن الحادي والعشرين كما هو مذكور في الأعمال السابقة. وتمثل مسارات التركيز النموذجية الأربعة أساس مجموعة جديدة من إسقاطات تغير المناخ التي قام بتقييمها الفريق العامل الأول في مساهمته في تقرير التقييم الخامس. [6.4 في مساهمة الفريق العامل الأول، و 12.4 في مساهمة الفريق العامل الأول]

وسيناريوهات الكيفية التي يتطور بها المستقبل بدون بذل جهود إضافية وصريحة للتخفيف من تغير المناخ ('سيناريوهات خط الأساس') ومع إدخال جهود للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ('سيناريوهات التخفيف')، على الترتيب، تتضمن بوجه عام إسقاطات اجتماعية - اقتصادية إضافة إلى معلومات عن الانبعاثات وتركيزها وتغير المناخ. وقد أورد الفريق العامل الثالث في مساهمته في تقرير التقييم الخامس تقييماً للنطاق الكامل لسيناريوهات خط الأساس وسيناريوهات التخفيف الواردة في الأعمال السابقة. وأعد، تحقيقاً لهذه الغاية، قاعدة بيانات تضم أكثر من 1200 سيناريو من سيناريوهات التخفيف وخط الأساس المنشورة. وفي معظم الحالات، تعكس الإسقاطات الاجتماعية - الاقتصادية الأساسية الاختيارات الفردية لأفرقة النمذجة بشأن كيفية تصور المستقبل مفاهيمياً في غياب سياسة مناخية. وتبيّن سيناريوهات خط الأساس طائفة واسعة من الافتراضات بشأن النمو الاقتصادي (تتراوح من نمو بمقدار ثلاثة أمثال إلى نمو يتجاوز ثمانية أمثال في نصيب الفرد من الدخل بحلول عام 2100)، وطلباً على الطاقة (انخفاضاً في كثافة الطاقة يتراوح من 40 في المائة إلى أكثر من 80 في المائة بحلول عام 2100)، وعوامل أخرى، لا سيما كثافة الكربون في الطاقة. أما الافتراضات بشأن عدد السكان فهي تمثل استثناءً: إذ تركز الغالبية الساحقة من السيناريوهات على نطاق منخفض إلى متوسط لعدد السكان يتراوح من 9 إلى 10 بلايين شخص بحلول عام 2100. ورغم اتساع نطاق مسارات الانبعاثات بين سيناريوهات خط الأساس في الأعمال السابقة، فإنه قد لا يمثل النطاق المحتمل الكامل للاحتمالات (الشكل TS.7) [6.3.1]

وتغطي نتائج التركيزات في سيناريوهات خط الأساس وسيناريوهات التخفيف التي أجرى الفريق العامل الثالث تقييماً لها في مساهمته في تقرير التقييم الخامس النطاق الكامل لسيناريوهات التركيز النموذجية. ولكنها تقدم قدراً أكبر بكثير من التفاصيل عند الحد المنخفض، بحيث تستهدف سيناريوهات كثيرة مستويات للتركيزات في حدود 450 جزءاً في المليون و 500 جزء في المليون و 550 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100. وإسقاطات تغير المناخ التي أوردها الفريق العامل الأول استناداً إلى مسارات التركيز النموذجية، وسيناريوهات التخفيف التي أجرى الفريق العامل الثالث تقييما لها في مساهمته في تقرير التقييم الخامس، يمكن أن يكون هناك ارتباط فيما بينها من خلال النتائج المناخية التي تنطوي عليها. [6.2.1]



الشكل TS.7 | نطاقات إسقاطات خط الأساس العالمية لأربعة عوامل دافعة للانبعاثات. وتصوّر السيناريوهات المنسقة فيما يتعلق بعامل معين باستخدام خطوط فردية. أما السيناريوهات الأخرى فهي مصورة كنطاق يبيّن معدله المتوسط بخط داكن؛ ويعكس التظليل النطاق المشترك بين الربيعات (الأدكن)، والنطاق الذي يتراوح من المئين الخامس والتسعين (الأفتح)، والنطاق الكامل (الأفتح على الإطلاق)، باستثناء واحد مبيّن خارج النطاق في اللوحة أ). وتصفّى السيناريوهات بنموذج ودراسة لكل مؤشر لإدراج الإسقاطات الفريدة فقط. أما الإسقاطات النموذجية والبيانات التاريخية فهي مسواة إلى 1 في عام 2010. والناتج المحلي الإجمالي مجمّع باستخدام أسعار الصرف في سنة الأساس. وتقاس كثافة الطاقة والكربون فيما يتعلق بالطاقة الأولية الكلية. [الشكل 6.1]

في المائة خلال الفترة ما بين عامي 1970 و 2010، إذ ارتفع من 3.7 إلى 6.9 بلايين نسمة. وخلال الفترة نفسها، زاد الدخل مقيساً من خلال نصيب الفرد من الإنتاج و/أو الاستهلاك بمعامل يبلغ حوالي اثنين. ومن الصعب قياس النمو الاقتصادي العالمي بدقة لأن البلدان تستخدم عملات مختلفة، ومن الممكن تحويل الأرقام الاقتصادية الوطنية إلى مجاميع عالمية بطرائق شتى. ومع تزايد عدد السكان والإنتاج الاقتصادي، ارتفعت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري أيضاً. ففي خلال العقد المنصرم، زادت أهمية النمو الاقتصادي كعامل دافع لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية زيادة حادة بينما ظل النمو السكاني ثابتاً تقريباً. ونتيجة للتغيرات في التكنولوجيا، والتغيرات في الهيكل الاقتصادي ومزيج مصادر الطاقة فضلا عن التغيرات في مدخلات أخرى من قبيل رأس المال واليد العاملة، حدث انخفاض مطرد في كثافة الطاقة في الإنتاج الاقتصادي على نطاق العالم. وقد كان لهذا الانخفاض تأثير مقابل على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية يماثل في حجمه تقريباً تأثير النمو السكاني (الشكل TS.6). وقلة قليلة فقط من البلدان هي التي تجمع ما بين تحقيق نمو اقتصادي وحدوث تناقص في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الإقليمية على مدى فترات زمنية طويلة. وهذا الفصل يظل غير نمطي إلى حد كبير، لا سيما عندما تؤخذ في الاعتبار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المستندة إلى الاستهلاك. [1.3، 5.3]

وخلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2010 أدت زيادة استخدام الفحم بالنسبة إلى مصادر الطاقة الأخرى إلى انعكاس نمط إزالة الكربون التدريجية من إمدادات العالم من الطاقة الذي دام مدة طويلة (ثقة عالية). وتؤدي زيادة

استخدام الفحم، لا سيما في بلدان آسيا النامية، إلى تفاقم عبء انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتبطة بالطاقة (الشكل TS.6). وتشير التقديرات إلى أن موارد الفحم والغاز غير التقليدي والنفط كبيرة؛ ولذا فإن الحد من كثافة الكربون في الطاقة قد لا تكون شُحة الموارد الأحفورية هي التي تقف وراءه في المقام الأول، بل تقف وراءه بالأحرى عوامل دافعة أخرى من قبيل التغيرات في التكنولوجيا والقيم والاختيارات الاجتماعية - السياسية [5.3، 7.2، 7.3، 7.4؛ والشكل 1.7 في التقرير الخاص (SRREN)]

وتؤثر الابتكارات التكنولوجية، واختيارات الهياكل الأساسية، والسلوكيات على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من خلال نمو الإنتاجية، وكثافة الطاقة والكربون، وأنماط الاستهلاك (ثقة متوسطة). فالابتكار التكنولوجي يحسّن إنتاجية اليد العاملة والموارد؛ ويمكن أن يدعم النمو الاقتصادي مع زيادة أو مع خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويتوقف اتجاه وسرعة التغير التكنولوجي على السياسات. وتُعتبر التكنولوجيا محورية أيضاً فيما يتعلق باختيارات الهياكل الأساسية والتنظيم المكاني، مثلاً في المدن، الذي يمكن أن تكون له تأثيرات طويلة الأمد على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وإضافة إلى ذلك، من الممكن أن تهتدي أساليب المعيشة المختلفة وأفضليات الاستهلاك والاختيارات التكنولوجية بطائفة واسعة من المواقف والقيم والأعراف. وهذه تؤثر جميعها، بدورها، على أنماط انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. [5.3، 5.5، 5.6، 12.3]

وبدون بذل جهود إضافية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بما يتجاوز الجهود المبذولة الآن، من المتوقع أن يستمر تزايد الانبعاثات، مدفوعا بالنمو في عدد سكان العالم وبالأنشطة الاقتصادية في العالم على الرغم من التحسينات في الإمداد بالطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائي (ثقة عالية). وتتجاوز التركيزات في الغلاف الجوي في سيناريوهات خط الأساس التي جمعت من أجل هذا التقييم (السيناريوهات بدون بذل جهود إضافية صريحة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري) 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول سنة 2030. [7] وتصل إلى مستويات لتركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون تتراوح من 750 جزءاً في المليون إلى أكثر من 1300 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 وينتج عنها زيادات مسقطة في متوسط درجة الحرارة السطحية في العالم في عام 2100 تتراوح من 3.7 إلى 4.8 درجات مئوية مقارنةً بمستويات ما قبل عصر الصناعة [8] (يستند النطاق إلى الاستجابة المناخية المتوسطة؛ ويتراوح النطاق من 2.5 درجة مئوية إلى 7.8 درجات مئوية عند إدراج عدم اليقين بشأن المناخ، انظر الجدول TS.1). [9] ونطاق التركيزات في عام 2100 يناظر تقريباً نطاق تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في مساري التركيز النموذجيين RCP6.0 و RCP8.5 (انظر الإطار TS.6)، مع وجود غالبية السيناريوهات تحت مسار التركيز الأخير. ولأغراض المقارنة، قدِّر تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2011 بأنه يبلغ 430 جزءاً في المليون (يتراوح نطاق عدم اليقين من 340 إلى 520 جزءاً في المليون). [10] ولا تستطلع الأعمال السابقة بشكل منهجي النطاق الكامل لعدم اليقين المحيط بمسارات التنمية والتطور المحتمل للعوامل الدافعة الرئيسية من قبيل عدد السكان، والتكنولوجيا، والموارد. ومع ذلك، تشير السيناريوهات بشدة إلى أنه في حالة عدم بذل أي جهود صريحة للتخفيف فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية منذ عام 2010 سوف تتجاوز 700 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2030، و 1500 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050، ومن المحتمل أن تتجاوز بكثير 4000 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. [6.3.1؛ والشكل SPM.5 في مساهمة الفريق العامل الأول، و 8.5 في مساهمة الفريق العامل الأول، و 12.3 في مساهمة الفريق العامل الأول]

TS.3 مسارات وتدابير التخفيف في سياق التنمية المستدامة

يقيّم هذا القسم الأعمال السابقة التي تتناول مسارات وتدابير التخفيف في سياق التنمية المستدامة. ويتناول القسم TS.3.1 في البداية مسارات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ والتداعيات المتعلقة بدرجة الحرارة المحتملة لمسارات التخفيف المفضية إلى نطاق من تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في المستقبل. ثم يستطلع المتطلبات التكنولوجية والاقتصادية والمؤسسية لهذه المسارات إلى جانب فوائدها المصاحبة وآثارها الجانبية المناوئة المحتملة. ويبحث القسم TS.3.2 خيارات التخفيف حسب القطاع والكيفية التي قد تتقاطع بها تلك الخيارات بين القطاعات.

TS.3.1 مسارات التخفيف

TS.3.1.1 فهم مسارات التخفيف في سياق أهداف متعددة

ستحتاج مجتمعات العالم إلى التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه على حد سواء إذا كان المراد هو تجنب الآثار المناخية الضارة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وهناك أمثلة واضحة لأوجه التآزر بين التخفيف والتكيف [11.5.4، 12.8.1] يوجد فيها تكامل بين كلتا الإستراتيجيتين. والأعم هو أن الاستراتيجيتين مترابطتان لأن زيادة التخفيف تعني حاجة أقل إلى التكيف في المستقبل. ومع أنه يجري الآن بذل جهود كبرى لإدراج الآثار والتكيف في سيناريو التخفيف، فإن الصعوبات المتأصلة المرتبطة بالتحديد الكمي لأوجه الترابط بينهما قد حدّت من تصويرهما في النماذج التي استُخدمت لإعداد سيناريوهات التخفيف الوارد تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس (الإطار TS.7) [2.6.3، 3.7.2.1، 6.3.3]

ولا يوجد مسار وحيد لتثبيت تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون عند أي مستوى؛ وبدلاً من ذلك، تشير الأعمال السابقة إلى طائفة واسعة من أدوات التخفيف التي قد توصل إلى أي مستوى للتركيزات (ثقة عالية). وسوف تحدد الاختيارات، سواء كانت متمعنة أو لم تكن، المسارات التي تُتبع. وتشمل هذه الاختيارات، بين أمور أخرى، مسار الانبعاثات الذي يُتّبع لجعل تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند مستوى معين، ودرجة تنسيق التخفيف بين البلدان، ونُهج السياسات التي تُتبع لتحقيق التخفيف داخل البلدان وفيما بينها، والتعامل مع استخدام الأراضي، وطريقة الجمع ما بين التخفيف ووضع سياسات أخرى من قبيل التنمية المستدامة. فمسار التنمية الذي يتبعه المجتمع - بما له من سمات اجتماعية - اقتصادية ومؤسسية وسياسية وثقافية وتكنولوجية - يمكّن آفاق التخفيف ويعوقها على حد سواء. فعلى الصعيد الوطني، يُعتبر التغيير فعالا إلى أقصى حد عندما يعكس الرؤى والنُهج القطرية والمحلية لتحقيق التنمية المستدامة وفقاً للظروف والأولويات الوطنية [4.2، 6.3-6.8، 11.8]

7 تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون هذه تمثل القسر الإشعاعي الكامل، بما يشمل غازات الاحتباس الحراري، والغازات المهلجنة، والأوزون التروبوسفيري، والأهباء الجوية، والغبار المعدني، وتغير الألبيدو.

8 استناداً إلى أطول مجموعة بيانات متاحة عن درجة الحرارة السطحية في العالم، يبلغ التغير المرصود بين متوسط الفترة 1850-1900 ومتوسط الفترة المرجعية لتقرير التقييم الخامس (1986-2005) 0.61 درجة مئوية (فاصل الثقة يتراوح من 5 إلى 95 في المائة: 0.55 إلى 0.67 درجة مئوية) [SPM.E] في مساهمة الفريق العامل الأول]، التي تُستخدم هنا كتقريب للتغير في متوسط درجة الحرارة السطحية في العالم منذ ما قبل عصر الصناعة، المشار إليها هنا بأنها فترة ما قبل عام 1750.

9 تعكس التقديرات المقدمة المئين العاشر إلى المئين التسعين من سيناريوهات خط الأساس التي جمعت من أجل هذا التقييم. ويعكس عدم اليقين بشأن المناخ المئين الخامس إلى المئين الخامس والتسعين من حسابات النماذج المناخية الموصوفة في الجدول TS.1 فيما يتعلق بكل سيناريو.

10 يستند هذا إلى تقييم القسر الإشعاعي الكلي البشري المنشأ فيما يتعلق بعام 2011 بالنسبة إلى عام 1750 الوارد في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس، أي 2.3 واط/م2، ويتراوح نطاق عدم اليقين من 1.1 إلى 3.3 واط/م2. [الشكل SPM.5 في مساهمة الفريق العامل الأول، و 8.5 في مساهمة الفريق العامل الأول، و 12.3 في مساهمة الفريق العامل الأول]

الإطار TS.7 | سيناريوهات من النماذج المتكاملة يمكن أن تساعد على فهم كيفية تأثير الإجراءات المتخذة على النتائج في النُظم المعقدة

السيناريوهات الطويلة الأجل الوارد تقييمها في هذا التقرير ناتجة في المقام الأول عن نماذج حاسوبية كبيرة النطاق، يشار إليها هنا باسم 'النماذج المتكاملة'، لأنها تحاول تصوير الكثير من أهم التفاعلات فيما بين التكنولوجيات، والنظم البشرية ذات الصلة (مثلا، الطاقة والزراعة والنظام الاقتصادي)، وما يرتبط بها من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في إطار متكامل واحد. ويُشار إلى مجموعة فرعية من هذه النماذج باسم 'نماذج التقييم المتكامل'، أو IAMs. ولا تشمل هذه النماذج تصويراً متكاملاً للنظم البشرية فقط، بل أيضا للعمليات الفيزيائية المهمة المرتبطة بتغير المناخ، من قبيل دورة الكربون، وأحيانا تصوير آثار تغير المناخ. ولبعض نماذج التقييم المتكامل (IAMs) القدرة على الموازنة الداخلية بين الآثار وتكاليف التخفيف، وإن كانت هذه النماذج تنحو إلى أن تكون تجميعية إلى حد كبير. ومع أن النماذج التجميعية التي تصور تكاليف التخفيف والأضرار يمكن أن تكون جمّة الفائدة، ينصب التركيز في هذا التقرير على النماذج المتكاملة ذات الاستبانة القطاعية والجغرافية الكافية لفهم تطور العمليات الرئيسية من قبيل نُظم الطاقة أو نظم الأراضي.

والسيناريوهات المستمدة من النماذج المتكاملة لا تقدّر بثمن من حيث المساعدة على فهم الكيفية التي يمكن أن تؤدي بها الإجراءات أو الاختيارات المحتملة إلى نتائج مستقبلية مختلفة في هذه النظم المعقدة. فهي توفر إسقاطات كمية طويلة الأجل (مرهونة بالحالة الراهنة للمعرفة) لكثرة من أهم خصائص مسارات التخفيف مع مراعاة الكثير من أهم التفاعلات بين مختلف النظم البشرية والطبيعية ذات الصلة. فهي توفر، مثلاً، معلومات إقليمية وعالمية على حد سواء عن مسارات الانبعاثات، والتحولات في الطاقة واستخدام الأراضي، والتكاليف الاقتصادية الإجمالية للتخفيف.

ولهذه النماذج المتكاملة، في الوقت نفسه، خصائص وأوجه قصور معينة ينبغي أخذها في الاعتبار عند تفسير نتائجها. فكثرة من النماذج المتكاملة تستند إلى نموذج الاختيار الرشيد لصنع القرار، الذي يستبعد النظر في بعض العوامل السلوكية. وتقرّب النماذج الحلول الفعالة من حيث التكاليف والتي تقلل إلى أدنى حد من التكاليف الاقتصادية والاجتماعية لتحقيق نتائج التخفيف، إلا إذا كانت تقتصر تحديداً على أن تسلك سلوكاً مختلفاً. ولا تعبّر السيناريوهات المستمدة من هذه النماذج إلا عن بعض أبعاد مسارات التنمية ذات الصلة بخيارات التخفيف، مع معاملة مسائل من قبيل الآثار التوزيعية لإجراءات التخفيف والاتساق مع أهداف التنمية الأوسع نطاقا معاملة طفيفة فحسب في كثير من الأحيان. وإضافة إلى ذلك، فإن النماذج الواردة في هذا التقييم لا تأخذ في الاعتبار على نحو فعال ما هنالك من تفاعلات بين التخفيف والتكيف والآثار المناخية. وأخيراً، فإن الأمر الجوهري إلى أقصى حد هو أن النماذج المتكاملة هي نُهج مبسّطة ومنمّطة وعددية لتصوير نُظم فيزيائية واجتماعية شديدة التعقيد، وتستند السيناريوهات المستمدة من هذه النماذج إلى إسقاطات غير مؤكدة عن الظواهر والعوامل الدافعة الأساسية على نطاقات زمنية تمتد قروناً في كثير من الأحيان. والتبسيطات والاختلافات في الافتراضات هي سبب احتمال أن تختلف نواتج النماذج المختلفة - أو نُسخ من نفس النموذج - وأن تختلف الإسقاطات من جميع النماذج اختلافا كبيراً عن الواقع الذي يتحقق. [3.7، 6.2]

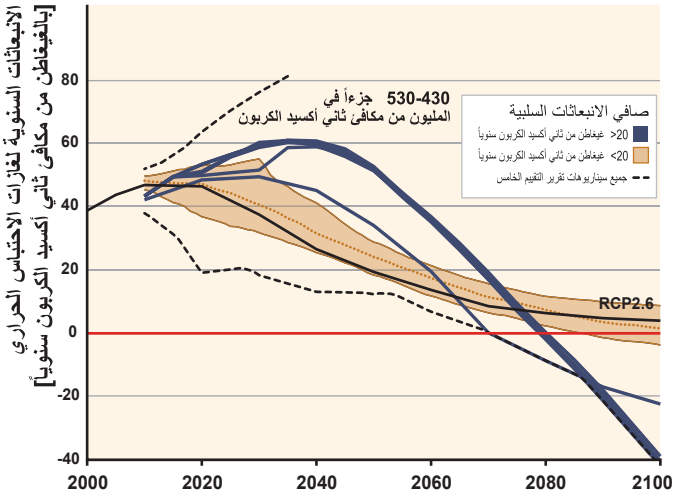
ويمكن التمييز بين مسار وآخر من مسارات التخفيف من خلال طائفة من النتائج أو المتطلبات (ثقة عالية). فالقرارات المتعلقة بمسارات التخفيف يمكن اتخاذها من خلال المقارنة بين متطلبات المسارات المختلفة. ومع أن مقاييس التكاليف والفوائد الاقتصادية الإجمالية كثيراً ما طُرحت كعوامل تدخل في عملية صنع القرارات، فإنها ليست على الإطلاق النتائج الوحيدة المهمة. فمسارات التخفيف تنطوي على طائفة من أوجه التآزر والمفاضلات المرتبطة بأهداف سياسات أخرى من قبيل أمن الطاقة والأمن الغذائي، والحصول على الطاقة، وتوزيع الآثار الاقتصادية، ونوعية الهواء المحلي، والعوامل البيئية الأخرى المرتبطة بالحلول التكنولوجية المختلفة، والقدرة على المنافسة الاقتصادية (الإطار TS.11). وكثرة من هذه الاعتبارات تندرج تحت مظلة التنمية المستدامة. وإضافة إلى ذلك، فإن متطلبات من قبيل معدلات توسيع نطاق تكنولوجيات الطاقة أو معدلات الانخفاض في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري قد توفر استفسارات مهمة بشأن درجة التحدي المرتبط بتحقيق هدف معين طويل الأجل. [4.5، 4.8، 6.3، 6.4.6.6]

TS.3.1.2 متطلبات مسارات التخفيف في الأجلين القصير والطويل

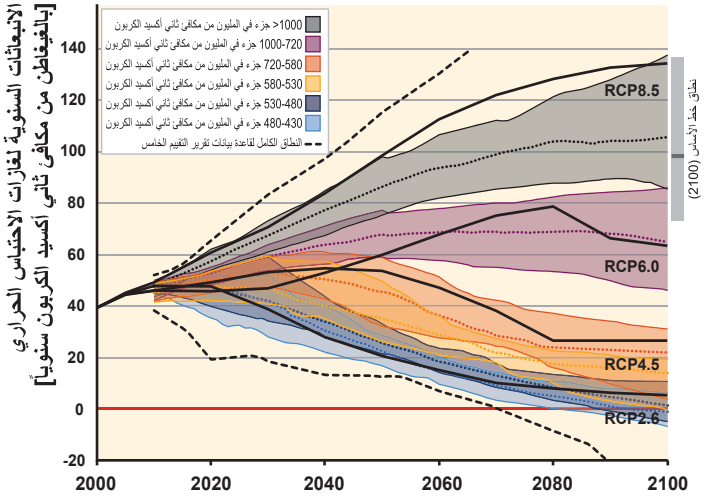
تشير سيناريوهات التخفيف إلى طائفة من التدابير التكنولوجية والسلوكية التي يمكن أن تتيح لمجتمعات العالم اتباع مسارات لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري تتسق مع طائفة من مستويات التخفيف المختلفة (ثقة عالية). وكجزء من هذا التقييم، تم جمع نحو 900 سيناريو للتخفيف و 300 سيناريو خط أساس من مجموعات بحوث نمذجة متكاملة من مختلف أنحاء العالم (الإطار TS.7). وتشمل سيناريوهات التخفيف مستويات للتركيزات في الغلاف الجوي في عام 2100 تتراوح من 430 إلى ما يتجاوز 720 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يماثل تقريباً مستويات القسر في عام 2010 ما بين سيناريو مسار التركيز النموذجي RCP2.6 وسيناريو مسار التركيز النموذجي RCP6.0 (الشكل TS.8، اللوحة اليسرى). وقد أُعدت السيناريوهات بحيث تصل إلى أهداف التخفيف في ظل افتراضات شديدة الاختلاف بشأن الاحتياجات إلى الطاقة، والتعاون الدولي، والتكنولوجيات، ومساهمات ثاني أكسيد الكربون وغيره من عوامل القسر في تركيزات مكافئات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، ودرجة تجاوز التركيزات مؤقتاً للهدف الطويل الأجل (للاطلاع على تجاوز الهدف المتعلق بالتركيزات، انظر الإطار TS.5). وجرى أيضاً تقييم سيناريوهات أخرى، من بينها بعض السيناريوهات التي تقل فيها التركيزات في عام 2100 عن 430 جزءا في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (للاطلاع على مناقشة بشأن هذه السيناريوهات، انظر أدناه). [6.3]

الحد من التركيزات في الغلاف الجوي التي تمثل الذروة على مدى هذا القرن - لا الوصول فحسب إلى مستويات التركيز الطويلة الأجل - أمر بالغ الأهمية للحد من التغير العابر في درجة الحرارة (ثقة عالية). والسيناريوهات التي تصل فيها مستويات التركيزات إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 تزيد أرجحية عن عدم أرجحية قصر

انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مع وجود افتراضات مختلفة بشأن الانبعاثات السلبية



إجمالي الانبعاثات لغازات الاحتباس الحراري في جميع سيناريوهات تقرير التقييم الخامس



الشكل TS.8 | تطور إجمالي الانبعاثات لغازات الاحتباس الحراري فيما يتعلق بمستويات مختلفة للتركيزات الطويلة الأجل (اللوحة اليسرى) وفيما يتعلق بالسيناريوهات التي تتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون (يتراوح النطاق من 530-430 جزءاً في المليون) من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 في وجود وفي عدم وجود انبعاثات سلبية صافية لثاني أكسيد الكربون أكبر من 20 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً (اللوحة اليمنى). وتبيّن النطاقات فيما يتعلق بالمئين العاشر إلى المئين التسعين من السيناريوهات. [الشكل 6.7]

التغير في درجة الحرارة على أقل من °2 مئوية بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة، إلا إذا 'تجاوزت' مؤقتاً مستويات التركيز البالغة 530 جزءاً في المليون تقريباً من مكافئ ثاني أكسيد الكربون قبل عام 2100. وفي هذه الحالة، تتساوى تقريباً أرجحية تحقق ذلك الهدف مع عدم أرجحيته. وغالبية السيناريوهات التي تبلغ فيها التركيزات الطويلة الأجل نحو 450 جزءا في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 من المرجح أن تُبقي التغير في درجة الحرارة عند أقل من °2 مئوية خلال القرن بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة (الجدول TS.1، الإطار TS.8). والسيناريوهات التي تتراوح فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون من 530 إلى 650 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 تزيد أرجحية عن عدم أرجحية أن تبقي التغير في درجة الحرارة عند أقل من °2 مئوية بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة. والسيناريوهات التي تتجاوز فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون نحو 650 جزءا في المليون بحلول عام 2100 ليس من المرجح أن تقصر التغير في درجة الحرارة عند أقل من °2 مئوية بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة. أما سيناريوهات التخفيف التي تزيد فيها أرجحية عن عدم أرجحية أن تكون الزيادة في درجة الحرارة أقل من 1.5 درجة مئوية بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة بحلول عام 2100 فهي تتسم بتركيزات في عام 2100 تقل عن 430 جزءا في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وتبلغ درجة الحرارة ذروة أثناء القرن ثم تنخفض في هذه السيناريوهات. [6.3]

وسيناريوهات التخفيف التي تصل فيها التركيزات إلى نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 تنطوي عادةً على تجاوز مؤقت للتركيزات في الغلاف الجوي، مثل سيناريوهات كثيرة تبلغ فيها التركيزات نحو 500 جزء في المليون أو نحو 550 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 (ثقة عالية). ويعني تجاوز التركيزات بلوغ التركيزات ذروة أثناء القرن قبل أن تنخفض نحو مستوياتها الخاصة بعام 2100. وينطوي التجاوز على تخفيف أقل في الأجل القريب، ولكنه ينطوي أيضاً على تخفيضات للانبعاثات أسرع وأكبر في الأجل الطويل. والغالبية الساحقة من السيناريوهات التي تكون فيها التركيزات نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 تنطوي على تجاوز للتركيزات، بالنظر إلى أن معظم النماذج لا يمكن أن تصل إلى تخفيضات الانبعاثات الفورية في الأجل القريب التي ستكون ضرورية لتجنّب تجاوز مستويات التركيزات هذه. وقد أُعدت سيناريوهات كثيرة من أجل وصول التركيزات إلى نحو 550 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 بدون حدوث تجاوز.

وتبعاً لمستوى التجاوز، تعتمد سيناريوهات تجاوز كثيرة على توافر طاقة أحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS) و/ أو زراعة الغابات في النصف الثاني من القرن وعلى نشر ذلك على نطاق واسع (ثقة عالية). وهذه وغيرها من تكنولوجيات وطرائق إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) تُنزيل ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي (انبعاثات سلبية). وتستخدم عادةً السيناريوهات التي يحدث فيها تجاوز يزيد عن 0.4 واط/م2 (تركيز لمكافئ ثاني أكسيد الكربون يبلغ 50-35 < جزءاً في المليون) تستخدم عادةً تكنولوجيات إزالة ثاني أكسيد الكربون إلى الحد الذي يصبح معه صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية سلبياً في النصف الثاني من القرن (الشكل TS.8، اللوحة اليمنى). وإزالة ثاني أكسيد الكربون شائعة أيضاً في كثير من السيناريوهات التي لا يحدث فيها تجاوز للتركيزات للتعويض عن الانبعاثات المتبقية من القطاعات التي يكون فيها التخفيف باهظ التكلفة بدرجة أكبر. وإمكانات الطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS)، وزرع الغابات، والتكنولوجيات والطرائق الأخرى لإزالة ثاني أكسيد الكربون غير مؤكدة، وترتبط بها، بدرجات متفاوتة، تحديات ومخاطر. ويوجد عدم يقين بشأن إمكانية نشر تكنولوجيا الطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS) على نطاق كبير، وزرع الغابات على نطاق كبير، ونشر تكنولوجيات وطرائق أخرى لإزالة ثاني أكسيد الكربون [6.3، 6.9]

الإطار TS.8 | تقييم التغير في درجة الحرارة في سياق سيناريوهات التخفيف

لقد أُعرب عن الأهداف المناخية الطويلة الأجل من حيث التركيزات ومن حيث درجة الحرارة على حد سواء. فالمادة 2 من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ تدعو إلى ضرورة 'تثبيت' تركيزات غازات الاحتباس الحراري. وتثبيت تلك التركيزات يُفهم عموماً على أنه يعني أن يصل تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى مستوى محدد ثم يبقى عند ذلك المستوى إلى أجل غير مسمى إلى أن تدخل دورة الكربون العالمية والدورات الأخرى في حالة توازن جديد. ولا يستبعد مفهوم التثبيت بالضرورة إمكانية أن تتجاوز التركيزات، أي 'overshoot'، الهدف الطويل الأجل قبل أن تستقر في نهاية المطاف عند ذلك الهدف. ولإمكانية 'التجاوز' (overshoot) آثار مهمة فيما يتعلق بالتخفيضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري اللازمة لبلوغ مستوى تركيز طويل الأجل. وينطوي تجاوز التركيزات على تخفيف أقل في الأجل القريب مع تخفيضات أسرع وأكبر للانبعاثات في الأجل الطويل.

وتركز استجابة درجة الحرارة لمسارات التركيز الوارد تقييمها في هذا التقرير على التغير العابر في درجة الحرارة على مدى القرن. وهذا يمثل اختلافا مهماً عن مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع، التي ركزت على الاستجابة الطويلة الأجل لدرجة الحرارة عند الاتزان، وهي حالة يحدث الوصول إليها بعد تثبيت التركيزات بآلاف السنين. والنتائج المتعلقة بدرجة الحرارة الواردة في هذا التقرير لا يمكن مقارنتها مباشرة إذا بتلك المعروضة في التقييم الوارد في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع. ومن أسباب تركيز هذا التقييم على الاستجابة العابرة لدرجة الحرارة أنها مؤكدة بدرجة أقل من الاستجابة عند الاتزان وترتبط ارتباطا أقوى بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الأجلين القريب والمتوسط. ويتمثل سبب إضافي في أن مسارات التخفيف الوارد تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس لا تتجاوز عام 2100، ومصممة أساساً لبلوغ أهداف محددة للتركيزات في عام 2100. ولا تؤدي غالبية هذه المسارات إلى تثبيت التركيزات في عام 2100، مما يجعل تقييم استجابة درجة الحرارة عند الاتزان غامضاً ومعتمداً على افتراضات بشأن الانبعاثات والتركيزات بعد عام 2100.

ومن الممكن تعريف أهداف درجة الحرارة العابرة بدلالة درجة الحرارة في سنة محددة (مثلا، 2100)، أو استناداً إلى عدم تجاوز مستوى معين على الإطلاق. ويستكشف هذا التقرير تداعيات كل نوع من هذين النوعين من الأهداف. وتقييم الأهداف المتعلقة بدرجة الحرارة يعقّده عدم اليقين الذي يحيط بفهمنا للعلاقات الفيزيائية الرئيسية في نظام الأرض، وأبرزها العلاقة بين التركيزات ودرجة الحرارة. ولا يتسنى التحديد القاطع لما إذا كان أي مسار تركيز طويل الأجل سوف يحد إما من التغير العابر في درجة الحرارة أو تغيرها عند الاتزان إلى ما دون مستوى محدد. ومن الممكن فحسب التعبير عن ما يترتب على مسارات تركيز معينة بالنسبة لدرجة الحرارة بمصطلحات احتمالية، وستعتمد هذه التقديرات على مصدر التوزيع الاحتمالي لمختلف البارامترات المناخية وعلى النموذج المناخي المستخدم في التحليل. ويستخدم هذا التقرير نموذج تغير المناخ المستحث بغازات الاحتباس الحراري وتوزيعاً للبارامترات المناخية التي تسفر عن نتائج فيما يتعلق بدرجة الحرارة ذات ديناميات مماثلة لتلك الواردة في نماذج نظام الأرض التي جرى تقييمها في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس. وفيما يتعلق بكل سيناريو من سيناريوهات الانبعاثات، تُحسب استجابة عابرة وسيطة لدرجة الحرارة لتصوير تباين درجة الحرارة الناجم عن مسارات الانبعاثات المختلفة. وإضافة إلى ذلك، يُعرض نطاق لدرجة الحرارة العابرة فيما يتعلق بكل سيناريو. يعكس أوجه عدم اليقين في نظام المناخ. وقد استُخدمت معلومات تتعلق بالتوزيع الكامل للبارامترات المناخية لتقدير أرجحية أن تقصر السيناريوهات التغير العابر في درجة الحرارة على أقل من مستويات محددة (الجدول TS.1). وتقديم مزيج من المعلومات عن النطاق المعقول للنتائج المتعلقة بدرجة الحرارة وكذلك أرجحية بلوغ أهداف مختلفة هو أمر بالغ الأهمية لصنع السياسات، بالنظر إلى أنه ييسر تقييم الأهداف المناخية المختلفة من منظور إدارة المخاطر. [6.3.2، 2.5.7.2]

وبلوغ مستويات تركيز في الغلاف الجوي تتراوح من نحو 450 جزءاً إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 سيتطلب تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ بحلول منتصف القرن (ثقة عالية). والسيناريوهات التي تبلغ فيها التركيزات نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 ترتبط بها تخفيضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تتراوح من نحو 40 في المائة إلى 70 في المائة بحلول عام 2050 مقارنةً بعام 2010 ومستويات للانبعاثات تقرب من صفر غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون أو أقل من ذلك في عام 2100. [11] والسيناريوهات التي تكون فيها تخفيضات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2050 عند الحد الأدنى لهذا النطاق تتسم بزيادة الاعتماد على تكنولوجيات إزالة ثاني أكسيد الكربون إلى ما بعد منتصف القرن. وغالبية السيناريوهات التي تبلغ فيها التركيزات نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 دون أن تتجاوز 530. جزءاً في المليون تقريباً من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في أي نقطة أثناء القرن ترتبط بها تخفيضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تتراوح من 40 إلى 55 في المائة بحلول عام 2050 مقارنة بعام 2010 (الشكل TS.8، اللوحة اليسرى؛ الجدول TS.1). وعلى العكس من ذلك، في بعض السيناريوهات التي ترتفع فيها التركيزات إلى ما يتجاوز بدرجة لا يستهان بها 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون أثناء القرن قبل أن تنخفض إلى تركيزات أقل من هذا المستوى بحلول عام 2100 ترتفع الانبعاثات إلى ما يتجاوز مستويات عام 2010 بنسبة تصل إلى 20 في المائة

[11] يختلف هذا النطاق عن النطاق الوارد فيما يتعلق بفئة مماثلة من التركيزات في تقرير التقييم الرابع (أقل فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون وحده بنسبة تتراوح من 50 إلى 85 في المائة مقارنة بعام 2000). ومن بين أسباب هذا الاختلاف أن هذا التقرير قيّم عدداً من السيناريوهات أكبر بكثير من العدد الذي تم تقييمه في تقرير التقييم الرابع وأنه يتناول جميع غازات الاحتباس الحراري. وإضافة إلى ذلك، تشمل نسبة كبيرة من السيناريوهات الجديدة تكنولوجيات إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) وما يرتبط بها من زيادات في تجاوز التركيزات. وتشمل العوامل الأخرى استخدام مستويات التركيزات الخاصة بعام 2100 بدلاً من مستويات التثبيت وتحول السنة المرجعية من سنة 2000 إلى سنة 2010.

الجدول **TS.1** | الخصائص الأساسية للسيناريوهات التي تم جمعها وتقييمها من أجل مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس. وفيما يتعلق بجميع البارامترات، يبيَّن المئين العاشر إلى المئين التسعين لسيناريوهات.1.2 [الجدول 6.3]

وصف فئة تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 [بالأجزاء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون] (نطاق التركيزات)9	الفئات الفرعية	الوضع النسبي لمسارات التركيز النموذجية5	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية [3] [بالغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون]		التغير في انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون مقارنة بعام 2010 [كنسبة مئوية] [4]		التغير في درجة الحرارة (بالنسبة إلى الفترة 1850-1900)[5,6]				
			2050–2011	2100–2011	2050	2100	2010 [بالدرجة المئوية] [7]	أرجحية البقاء دون مستوى درجة الحرارة خلال القرن الحادي والعشرين [8]			
								1.5 درجة مئوية	2.0 درجة مئوية	3.0 درجات مئوية	4.0 درجات مئوية
< 430	لم يستطع سوى عدد محدود من دراسات نماذج فردية المستويات الأقل من 430 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون										
450 (480–430)	النطاق الكامل[1,10]	مسار التركيز النموذجي RCP2.6	1300–550	1180–630	-72 إلى -41	-118 إلى -78	1.7–1.5 (2.8–1.0)	أكثر المستبعد من المحتمل	مرجح	مرجح	مرجح
500 (530–480)	عدم تجاوز 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1180–860	1430–960	-57 إلى -42	-107 إلى -73	1.9–1.7 (2.9–1.2)	من غير المرجح	تزيد أرجحية الحدوث عن عدم أرجحيته	مرجح	مرجح
	تجاوز 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1530–1130	1550–990	-55 إلى -25	-114 إلى -90	2.0–1.8 (3.3–1.2)		تقارب أرجحية الحدوث عن عدم أرجحيته		
550 (580–530)	عدم تجاوز 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1460–1070	2240–1240	-47 إلى -19	-81 إلى -59	2.2–2.0 (3.6–1.4)		أكثر المستبعد من المحتمل[12]		
	تجاوز 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		1750–1420	2100–1170	-16 إلى 7	-183 إلى -86	2.3–2.1 (3.6–1.4)				
(650–580)	النطاق الكامل	مسار التركيز النموذجي RCP4.5	1640–1260	2440–1870	-38 إلى 24	-134 إلى -50	2.6–2.3 (4.2–1.5)				
(720–650)	النطاق الكامل		1750–1310	3340–2570	-11 إلى 17	-54 إلى -21	2.9–2.6 (4.5–1.8)		من غير المرجح	أكثر عرضة من لا	
(1000–720)[2]	النطاق الكامل	مسار التركيز النموذجي RCP6.0	1940–1570	4990–3620	18 إلى 54	-7 إلى 72	3.7–3.1 (5.8–2.1)	من غير المرجح[11]		أكثر المستبعد من المحتمل	
> 1000[2]	النطاق الكامل	مسار التركيز النموذجي RCP8.5	2310–1840	7010–5350	52 إلى 95	74 إلى 178	4.8–4.1 (7.8–2.8)		من غير المرجح[11]	من غير المرجح	أكثر المستبعد من المحتمل

الحواشي:

1 'النطاق الكامل' لسيناريوهات مكافئ ثاني أكسيد الكربون التي تتراوح فيها التركيزات من 450 إلى 480 جزءاً في المليون تقابل نطاق المئين العاشر إلى المئين التسعين للمجموعة الفرعية هذه السيناريوهات المبينة في الجدول 6.3.

2 تندرج سيناريوهات خط الأساس (انظر TS.2.2) ضمن الفئة 1000< والفئة التي تتراوح من 720 جزءاً إلى 1000 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وتشمل الفئة الأخيرة أيضاً سيناريوهات التخفيف. وتزيد درجة الحرارة في سيناريوهات خط الأساس في الفئة الأخيرة بما يتراوح من 2.5 إلى 5.8 درجات مئوية في عام 2100 عن عصر ما قبل الصناعة. وإلى جانب سيناريوهات خط الأساس في فئة مكافئات ثاني أكسيد الكربون البالغة 1000< جزء في المليون، يؤدي هذا إلى أن يتراوح نطاق الارتفاع الكلي لدرجة الحرارة في عام 2100 من 2.5 درجة مئوية إلى 7.8 درجات مئوية (يستند النطاق إلى الاستجابة المناخية المتوسطة: 3.7 إلى 4.8 درجات مئوية) في سيناريوهات خط الأساس الخاصة بكلتا فئتي التركيزات.

3 لمقارنة تقديرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية الوارد تقييمها هنا بتلك المعروضة في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس، كانت كمية قدرها 515 (من 445 إلى 585) غيغاطن من الكربون (1890 [من 1630 إلى 2150] غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون) قد انبعثت بالفعل بحلول عام 2011 منذ عام 1870 [القسم 12.5 في مساهمة الفريق العامل الأول]. ويلاحظ أن الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون معروضة هنا فيما يتعلق بفترات زمنية مختلفة (2011–2050 و 2011–2100) في حين أن الانبعاثات التراكمية الواردة في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس معروضة كانبعاثات متوافقة كلية فيما يتعلق بمسارات التركيز النموذجية (2012–2100) أو فيما يتعلق بانبعاثات متوافقة كلية لبقائها دون هدف معين بشأن درجة الحرارة ذي أرجحية معينة. [الجدول SPM.3 في مساهمة الفريق العامل الأول، و SPM.E.8 في مساهمة الفريق العامل الأول].

4 الانبعاثات العالمية في عام 2010 أعلى بنسبة 31 في المائة من الانبعاثات في عام 1990 (وهو ما يتسق مع تقديرات الانبعاثات التاريخية لغازات الاحتباس الحراري الواردة في هذا التقرير). وتشمل انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون مجموعة غازات بروتوكول كيوتو (ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والميثان (CH_4)، وأكسيد النيتروز (N_2O)، وكذلك الغازات المشبعة بالفلور أي 'المفلورة').

5 ينطوي التقييم الوارد في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس على عدد كبير من السيناريوهات المنشورة في الأعمال العلمية السابقة ومن ثم فهو لا يقتصر على مسارات التركيز النموذجية. ولتقييم تركيز غازات الاحتباس الحراري وآثار هذه السيناريوهات على المناخ، استُخدم نموذج MAGICC بطريقة احتمالية (انظر المرفق الثاني). ولإجراء مقارنة بين نتائج هذا النموذج ونتائج النماذج المستخدمة في مساهمة الفريق العامل الأول، انظر القسمين 12.4.1.2 و 12.4.8 في مساهمة الفريق العامل الأول والقسم 6.3.2.6. وتشمل أسباب الاختلاف عن الجدول 2 في الملخص لصانعي السياسات الخاص بالفريق العامل الأول الاختلاف في السنة المرجعية (1986–2005 مقابل 1850–1900 هنا)، والاختلاف في سنة الإبلاغ (2100-2081 مقابل 2100 هنا)، وتكوين عملية المحاكاة (المدفوعة بتركيز المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5) مقابل نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن غازات الاحتباس الحراري (MAGICC) المدفوع بالانبعاثات هنا)، والمجموع الأوسع نطاقاً من السيناريوهات (سيناريوهات التركيز النموذجية مقابل المجموعة الكاملة من السيناريوهات المستخدمة في قاعدة بيانات سيناريوهات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس هنا).

6 يُبلغ عن التغير في درجة الحرارة فيما يتعلق بعام 2100، الذي يقارَن مباشرة بالاحترار عند الاتزان المُبلغ عنه في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع [الجدول 3.5، الفصل 3؛ وانظر أيضاً القسم 6.3.2 في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس]. وفيما يتعلق بتقديرات درجات الحرارة في عام 2100، نجد أن الاستجابة المناخية العابرة (TCR) هي أهم خواص النظام. ويتراوح النطاق البالغ 90 في المائة المفترض للاستجابة المناخية العابرة (TCR) فيما يتعلق بالنموذج MAGICC هو ما يتراوح من 1.2 إلى 2.4 درجة مئوية (المعدل المتوسط هو 1.8 درجة مئوية). ويُقارن هذا بنطاق الاستجابة المناخية العابرة البالغ 90 في المائة الذي يتراوح من 1.2 إلى 2.4 درجة مئوية في حالة المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5) [القسم 9.7 في مساهمة الفريق العامل الأول] وبنطاق مرجح يقدّر بما يتراوح من 1 إلى 2.5 درجة مئوية من خطوط أدلة متعددة أُبلغ عنها في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس [الإطار 12.2 في القسم 12.5].

7 يُبلغ عن التغير في درجة الحرارة في عام 2100 كتقدير وسيط لتقديرات نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن غازات الاحتباس الحراري (MAGICC)، الذي يصوّر الفروق بين مسارات الانبعاثات الخاصة بالسيناريوهات في كل فئة. ونطاق التغير في درجة الحرارة الوارد بين أقواس يشمل إضافة إلى ذلك دورة الكربون وأوجه عدم اليقين فيما يتعلق بنظام المناخ كما يمثله نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن غازات الاحتباس الحراري (MAGICC) [انظر 6.3.2.6 للاطلاع على مزيد من التفاصيل]. وقد قُدرت بيانات درجة الحرارة مقارنة بالفترة المرجعية 1850-1900 بأخذ كل الاحترار المسقط بالنسبة إلى الفترة 1985-2005 وإضافة 0.61 درجة مئوية فيما يتعلق بالفترة 1986-2005 مقارنة بالفترة 1850-1900، استناداً إلى مجموعة البيانات HadCRUT4 [انظر الجدول SPM.2 في مساهمة الفريق العامل الأول].

8 يستند التقييم الوارد في هذا الجدول إلى الاحتمالات المحسوبة للمجموعة الكاملة من السيناريوهات المستخدمة في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس باستخدام النموذج MAGICC والتقييم الوارد في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس لعدم اليقين المتعلق بإسقاطات درجة الحرارة التي لا تغطيها النماذج المناخية. ولذا فإن البيانات متسقة مع البيانات الواردة في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس، المستندة إلى تمديدات لمسارات التركيز النموذجية الخاصة بالمرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5) وأوجه عدم اليقين التي جرى تقييمها. ومن ثم فإن بيانات الأرجحية تعكس خطوط أدلة مختلفة عن خطوط الأدلة الخاصة بكلا الفريقين العاملين. وقد طُبقت طريقة الفريق العامل الأول هذه أيضا على سيناريوهات ذات مستويات تركيز وسيطة لا تتاح فيها امتدادات للمرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5). وبيانات الأرجحية استرشادية فقط [6.3]، وتتبع بشكل عام المصطلحات التي استخدمها الفريق العامل الأول في الملخص لصانعي السياسات الخاص بتقرير التقييم الخامس فيما يتعلق بإسقاطات درجة الحرارة وهي: مرجح، أي أن احتمال الحدوث يتراوح من 66 إلى 100 في المائة، وتزيد أرجحية حدوثه عن عدم أرجحيته، أي أن احتمال الحدوث يتراوح من 50< إلى 100 في المائة، وتقارب أرجحية حدوثه عدم أرجحيته، أي أن احتمال الحدوث يتراوح من 33 إلى 66 في المائة، وغير مرجح، أي أن احتمال الحدوث يتراوح من 0 إلى 33 في المائة. وإضافة إلى ذلك، يُستخدم مصطلح تزيد أرجحية الحدوث عن عدم أرجحيته، أي أن احتمال الحدوث يتراوح من صفر إلى 50< في المائة.

9 يشمل تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون القسر الناجم عن جميع غازات الاحتباس الحراري بما في ذلك الغازات المهلجنة والأوزون التروبوسفيري والأهباء الجوية وتغير الألبيدو (محسوباً على أساس القسر الكلي الناجم عن دورة كربون بسيطة/ نموذج MAGICC المناخي).

10 تتجاوز الغالبية الساحقة من السيناريوهات في هذه الفئة حد الفئة لتركيزات ثاني أكسيد الكربون البالغ 480 جزءاً في المليون.

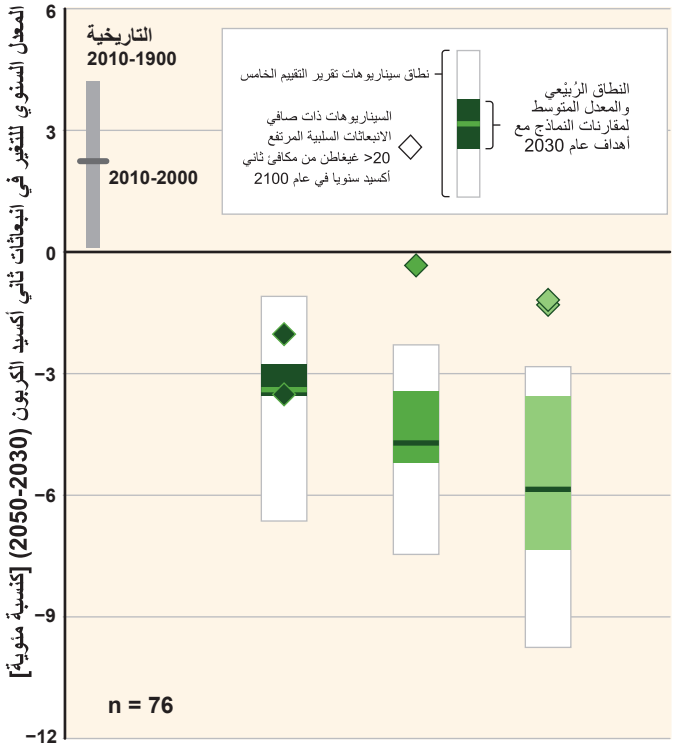
11 فيما يتعلق بالسيناريوهات في هذه الفئة لا يبقى أي امتداد للمرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة (CMIP5) [الفصل 12، الجدول 12.3 في مساهمة الفريق العامل الأول] ولا يبقى كذلك أي تحقيق للنموذج MAGICC [6.3] أقل من مستوى درجة الحرارة المعنية. ومع ذلك، تُعطى صفة غير مرجح للتعبير عن أوجه عدم اليقين التي قد لا تعبر عنها النماذج المناخية الحالية.

12 تشمل السيناريوهات المندرجة في فئة الانبعاثات التي تتراوح من 580 إلى 650 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون كلاً من السيناريوهات التي تتجاوز والسيناريوهات التي لا تتجاوز مستوى التركيز عند الحد الأقصى للفئة (سيناريو مسار التركيز النموذجي RCP4.5). ودرجة الاحتمال المقدرة للنوع الأخير من السيناريوهات، بوجه عام، هي أن عدم الأرجحيه تزيد عن الأرجحية بالنسبة لبقائها عند أقل من 2° مئوية، في حين أن أغلب السيناريوهات السابقة يقدّر فيها أن احتمال بقائها دون هذا المستوى غير مرجح.

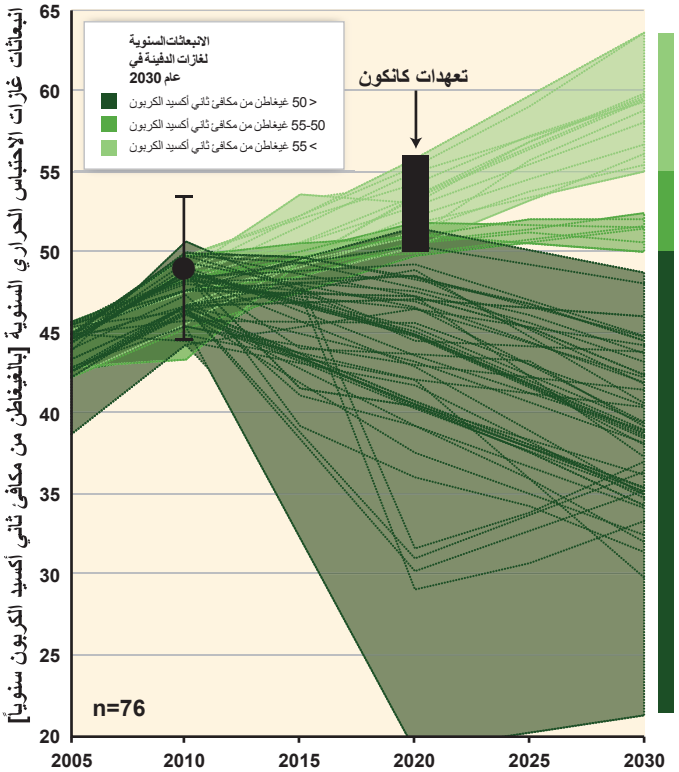
في عام 2050. ومع ذلك تتسم سيناريوهات التجاوز الشديد هذه بانبعاثات عالمية سلبية تزيد بدرجة لا يستهان بها عن 20 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنويا في النصف الثاني من القرن (الشكل TS.8، اللوحة اليمنى). وتتراوح انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية خلال الفترة ما بين عامي 2011 و 2100 من 630 إلى 1180 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في السيناريوهات التي تبلغ فيها التركيزات نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100؛ وتتراوح من 960 إلى 1550 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون في السيناريوهات التي تبلغ فيها التركيزات نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100. ويرجع التباين في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية بين السيناريوهات إلى الاختلافات في مساهمة غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون والمواد الأخرى النشطة إشعاعياً وكذلك إلى توقيت التخفيف (الجدول 6.3] (TS.1]

ولبلوغ مستويات تركيزات في الغلاف الجوي تتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100، ستحدث غالبية التخفيف بالنسبة للانبعاثات التي تمثل خط الأساس على مدار هذا القرن في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) (ثقة عالية). وفي السيناريوهات التي تحاول أن توزع تخفيضات الانبعاثات بين البلدان وبمرور الوقت بطريقة فعالة من حيث التكلفة نجد أن تخفيضات الانبعاثات الكلية لمكافئ ثاني أكسيد الكربون من الانبعاثات التي تمثل خط الأساس في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي أكبر مما هي في البلدان الأعضاء في تلك المنظمة. وهذا يرجع، إلى حد كبير، إلى أن الانبعاثات التي تمثل خط الأساس من البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي من المتوقع أن تكون أكبر من تلك التي يكون مصدرها بلدان المنظمة، ولكنه يرجع أيضاً إلى وجود كثافات أعلى للكربون في البلدان غير الأعضاء في المنظمة واختلاف هياكل معدلات التبادل التجاري فيها. وفي هذه السيناريوهات، تبلغ انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ذروة في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي قبل بلوغها ذروة في البلدان غير الأعضاء في تلك المنظمة. [6.3]

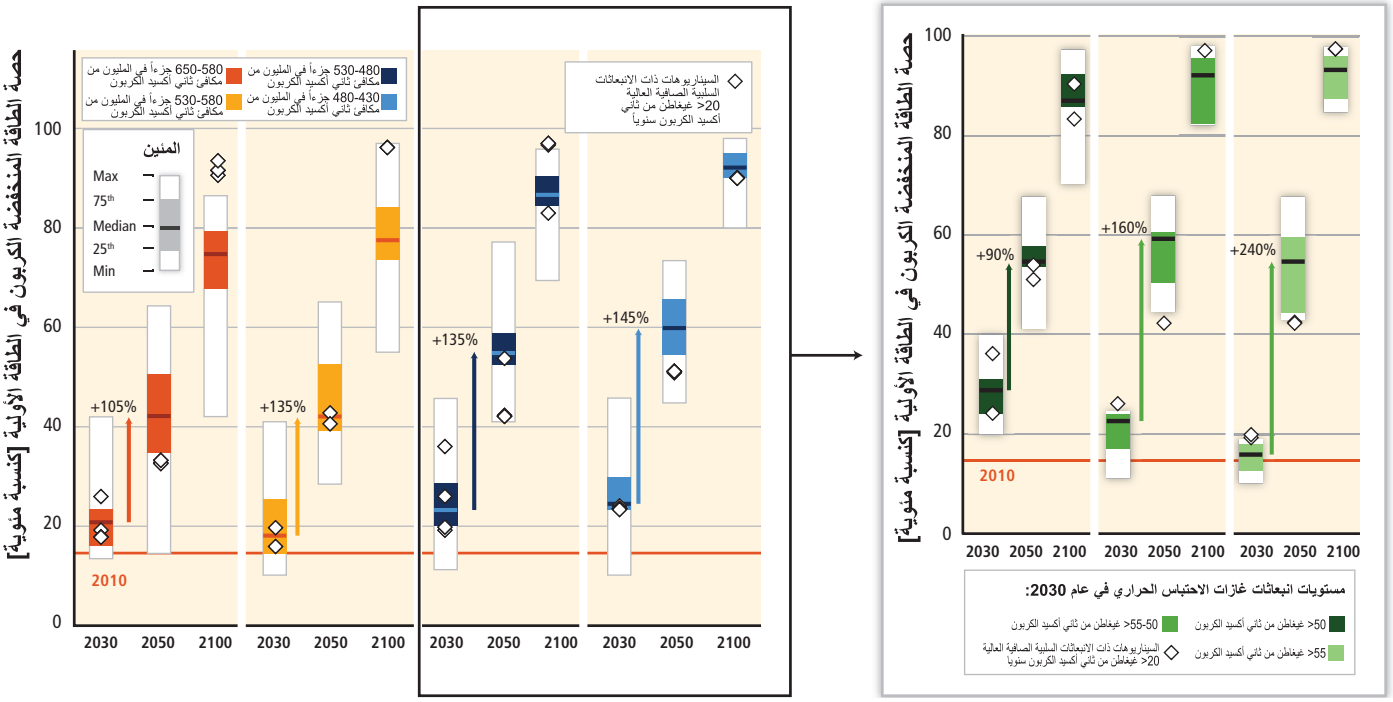
التداعيات المتعلقة بوتيرة التخفيضات السنوية في متوسط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من عام 2030 إلى عام 2050 تبعاً للمستويات المختلفة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2030



مسارات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حتى سنة 2030 في سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها التركيزات من 430 إلى 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100



الشكل TS.9 | تداعيات المستويات المختلفة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2030 فيما يتعلق بمعدل تخفيضات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة من عام 2030 إلى عام 2050 في سيناريوهات التخفيف التي تبلغ فيها التركيزات ما يتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (يتراوح النطاق من 430 إلى 530 جزءاً في المليون) بحلول عام 2100. وهذه السيناريوهات مجمّعة وفقاً لمستويات الانبعاثات المختلفة بحلول عام 2030 (ملونة بظلال خضراء مختلفة). وتبين اللوحة اليسرى مسارات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (بالغيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً) التي تفضي إلى هذه المستويات في عام 2030. ويبين العمود الأسود نطاق عدم اليقين المقدّر لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي تعنيه تعهدات كانكون ضمناً. والنقطة السوداء ذات الشعيرات تبيّن المستويات التاريخية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري وأوجه عدم اليقين المرتبطة بها المذكورة في الشكل TS.1. وتشير اللوحة اليمنى إلى متوسط معدلات التخفيضات السنوية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري للفترة 2030-2050. وهي تقارن النطاق المتوسط والنطاق الرُبيْعي بين السيناريوهات المستمدة من مقارنات النماذج التي أجريت مؤخراً ذات الأهداف المؤقتة الصريحة لعام 2030 بنطاق السيناريوهات الواردة في قاعدة بيانات سيناريوهات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس. وتبيَّن باللون الرمادي المعدلات السنوية للتغير في الانبعاثات التاريخية خلال الفترة من عام 1900 إلى عام 2010 (التي استمرت لمدة 20 عاماً) والتغير في متوسط الانبعاثات السنوية خلال الفترة من عام 2000 إلى عام 2010. ملاحظات: السيناريوهات ذات الانبعاثات العالمية السلبية الصافية الكبيرة (20< غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً) ليست مدرجة في نطاق سيناريوهات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس، بل مبيّنة بالأحرى كنقاط مستقلة. ولا تبيَّن إلا السيناريوهات التي تطّبق حافظة تكنولوجيات التخفيف الكاملة غير المقيدة الخاصة بالنماذج الأساسية (افتراض غياب التكنولوجيا). أما السيناريوهات التي توجد فيها افتراضات أسعار كربون خارجية أو سياسات أخرى تؤثر على توقيت التخفيف (غير الأهداف المؤقتة لعام 2030) وكذلك السيناريوهات التي تكون فيها الانبعاثات في عام 2010 خارجة إلى حد كبير عن النطاق التاريخي فهي مستبعدة. [6.32، الشكل 13.13.1.3]

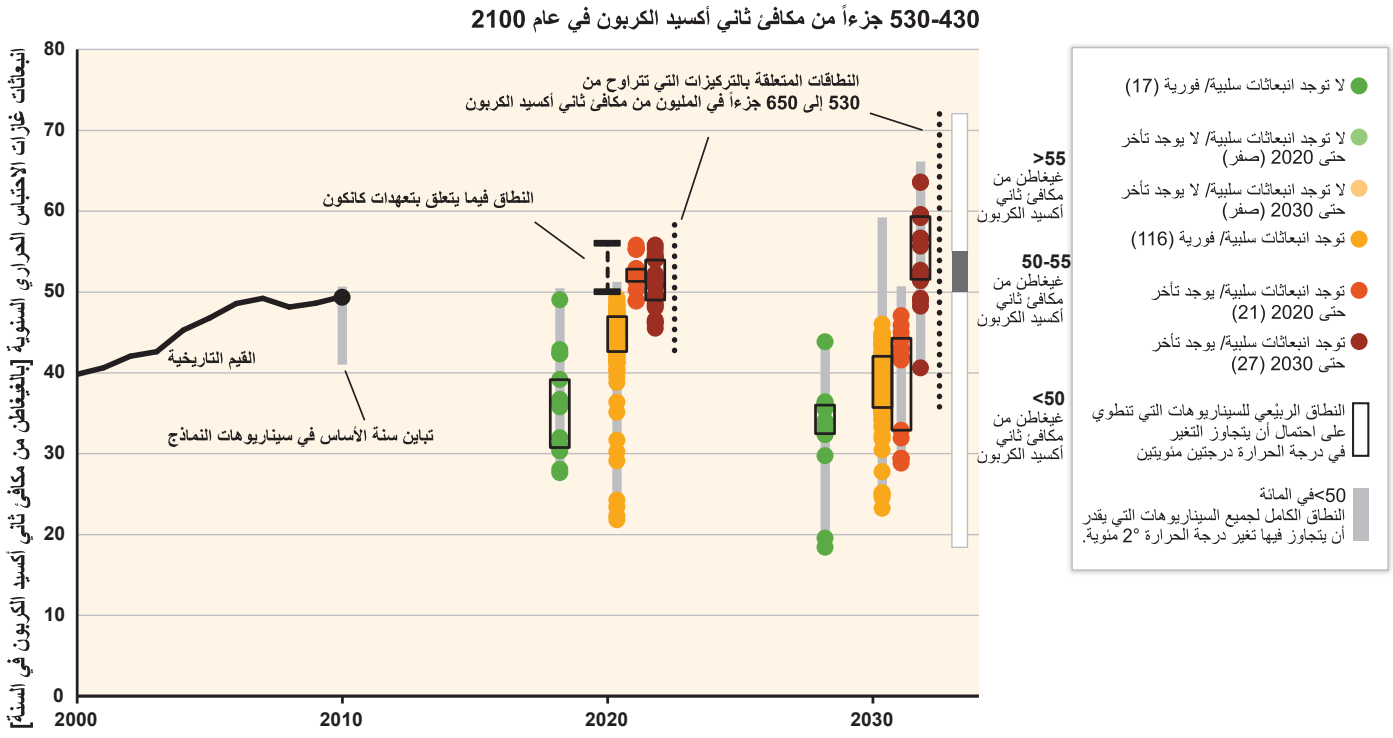


الشكل TS.10 | التوسع في الطاقة المنخفضة الكربون في السيناريوهات التي تحقق مستويات تركيز مختلفة لمكافئات ثاني أكسيد الكربون في عام 2010 (اللوحة اليسرى). وتبيّن اللوحة اليمنى معدل التوسع رهناً بالمستويات المختلفة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2030 في السيناريوهات التي تتراوح فيها التركيزات من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون (من 430 إلى 530) من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. وتبين الأعمدة الملونة النطاق الرُبيْعي بينما تبين الأعمدة البيضاء النطاق الكامل بين السيناريوهات، مع استبعاد فئات الانبعاثات السلبية الصافية العالمية الكبيرة (20< غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً). والسيناريوهات ذات الانبعاثات العالمية الصافية الكبيرة مبينة كنقاط فردية. وتشير الأسهم إلى حجم التوسع في إمدادات الطاقة المنخفضة الكربون من عام 2030 إلى عام 2050. وتشمل إمدادات الطاقة الصفرية والطاقة المنخفضة الكربون مصادر الطاقة المتجددة، والطاقة النووية، والطاقة الأحفورية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCRS)، والطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS). ملاحظة: لا تبيَّن إلا السيناريوهات التي تطبّق حافظة تكنولوجيات التخفيف الكاملة غير المقيّدة الخاصة بالنماذج الأساسية (افتراض غياب التكنولوجيا). والسيناريوهات ذات افتراضات أسعار الكربون الخارجية مستبعدة في كلتا اللوحتين. وفي اللوحة اليمنى، استبعدت أيضا السيناريوهات التي تؤثر فيها السياسات على توقيت التخفيف بخلاف الأهداف المؤقتة لعام 2030. [الشكل 7.16]

المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 تتسم بحدوث زيادة بمقدار ثلاثة أمثال إلى حوالي أربعة أمثال في الحصة العالمية لإمدادات الطاقة الصفرية والطاقة المنخفضة الكربون من مصادر الطاقة المتجددة، والطاقة النووية، والطاقة الأحفورية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS)، والطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS)، بحلول سنة 2050 بالنسبة إلى سنة 2010 (نحو 17 في المائة) (الشكل TS.10، اللوحة اليسرى). والزيادة في الإمدادات العالمية الكلية من الطاقة المنخفضة الكربون تنبع من حدوث زيادة تتراوح من ثلاثة أمثال إلى سبعة أمثال خلال الفترة نفسها. فكثرة من النماذج لا يمكن أن تصل إلى مستويات التركيز في عام 2100 التي تبلغ نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون إذا لم تتوفر المجموعة الكاملة من التكنولوجيات المنخفضة الكربون. وتشير الدراسات إلى وجود إمكانية كبيرة لحدوث تخفيضات في الطلب على الطاقة، ولكنها تشير أيضا إلى أن الانخفاضات في الطلب لن تكون كافية في حد ذاتها لتحقيق التخفيضات اللازمة للوصول إلى المستويات التي تبلغ نحو 650 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون أو أقل من ذلك بحلول عام 2100. [6.3، 7.11]

وتشير سيناريوهات التخفيف إلى دور لتدابير التخفيف ذات الصلة بالأراضي يمكن أن يكون بالغ الأهمية وإلى أن طائفة واسعة من التحولات البديلة للأراضي قد تكون متسقة مع مستويات تركيز مماثلة (ثقة متوسطة). وتتأثر ديناميات استخدام الأراضي في سيناريوهات التخفيف تأثراً شديداً بإنتاج الطاقة الأحيائية وبدرجة استخدام زرع الغابات كانبعاثات سلبية، أو خيار إزالة ثاني أكسيد الكربون. وتتأثر، إضافة إلى ذلك، بعوامل مستقلة عن التخفيف من قبيل تحسينات الإنتاجية الزراعية وزيادة الطلب على الأغذية. ويعكس نطاق التحويلات في استخدام الأراضي الوارد تصويرها في سيناريوهات التخفيف طائفة واسعة من الافتراضات المختلفة بشأن تطور جميع هذه العوامل. وتعبّر سيناريوهات كثيرة عن زيادات كبيرة في درجة التنازع على الأراضي بين الغذاء والعلف واستخدامات الطاقة. [6.3، 6.8، 11.4.2]

وتأخر جهود التخفيف بخلاف الجهود المبذولة حالياً حتى عام 2030 سيؤدي إلى زيادة تحديات قصر مستويات التركيزات في الغلاف الجوي على ما يتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول نهاية القرن، وسيقلل من خيارات تحقيق ذلك (ثقة عالية). وسيناريوهات التخفيف الفعالة التكلفة والتي تؤدي إلى مستويات للتركيزات في الغلاف الجوي تتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في نهاية القرن الحادي والعشرين تتسم عادة بانبعاثات سنوية لغازات الاحتباس الحراري في عام 2030 تتراوح تقريباً من 30 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى 50 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. أما السيناريوهات التي تتجاوز فيها الانبعاثات 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2030 فهي تتسم بمعدلات تخفيضات للانبعاثات أعلى كثيراً خلال الفترة من عام 2030 إلى عام 2050 (تخفيضات وسيطة للانبعاثات تبلغ نحو 6 في المائة سنوياً مقارنة بما لا يتجاوز إلا قليلاً 3 في المائة سنويا) (الشكل TS.9، اللوحة اليمنى)؛ والزيادة أسرع كثيراً في نطاق الطاقة المنخفضة الكربون خلال



الشكل TS.11 | انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل القريب من سيناريوهات التخفيف التي تتراوح فيها التركيزات من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون (من 430 إلى 530) من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. ولا يشمل هذا الرقم سوى السيناريوهات التي حُسبت فيها احتمالات تجاوز لدرجة الحرارة. وتُبيَّن نتائج النماذج الفردية بنقطة بيانات عندما يقل احتمال تجاوز °2 مئوية عن 50 في المائة على النحو المقدّر من خلال نموذج اقتراني بسيط لدورة الكربون والمناخ (MAGICC). وتشير الألوان إلى تصنيف السيناريوهات من حيث ما إذا كانت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصافية تصبح سلبية قبل عام 2100 (سلبية مقابل غير سلبية) وتوقيت المشاركة الدولية في التخفيف من تغير المناخ (الفوري مقابل التأخر حتى عام 2020 مقابل التأخر حتى عام 2030). ويُبيَّن عدد فرادى النتائج في مفتاح الشكل. ويستند نطاق انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية في عام 2020 التي تنطوي عليها تعهدات كانكون إلى تحليل بدائل تفسيرات التعهدات الوطنية. ملاحظة: في قاعدة بيانات السيناريوهات الواردة في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس، أُعدت أربعة فقط من السيناريوهات المُبلغ عنها بالاستناد إلى التخفيف المتأخر بدون انبعاثات سلبية صافية مع استمرار بقاء تركيزاتها دون 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. وهي غير مبينة في الشكل، لأن تغطية النموذج للعوامل غير الغازية لم تكن كافية للتقدير الحسابي لدرجة الحرارة. والتأخر في هذه السيناريوهات ممتد حتى عام 2020 فقط، واندرجت انبعاثاتها في نفس النطاق الذي تندرج في فئة 'غير سلبية/ فورية'. وتشمل سيناريوهات التأخر فئتي سيناريوهات التخفيف العالمي المتأخر واتخاذ إجراءات مجزأة على حد سواء. [6.31، الشكل13.13.1.3]

نفس الفترة (بأكثر من ثلاثة أمثال مقارنة بتضاعف حصة الطاقة المنخفضة الكربون) (الشكل TS.10، اللوحة اليمنى)؛ وباعتماد أكبر على تكنولوجيات إزالة ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل (الشكل TS.8، اللوحة اليمنى)؛ وبآثار اقتصادية انتقالية وطويلة الأجل أكبر (الجدول TS.2، الأقسام البرتقالية، الشكل TS.13، اللوحة اليمنى). ونتيجة لهذه التحديات المتزايدة، لا يمكن أن تُسفر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2030 في هذا النطاق عن سيناريوهات تبلغ فيها مستويات التركيزات في الغلاف الجوي ما يتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100. [6.4، 7.11]

والمستويات المقدّرة للانبعاثات العالمية لغازات الاحتباس الحراري في عام 2020 المستندة إلى تعهدات كانكون ليست متسقة مع مسارات التخفيف الطويلة الأجل الفعالة التكلفة التي تتراوح فيها مستويات التركيزات في الغلاف الجوي من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100، ولكنها لا تستبعد خيار تحقيق ذلك الهدف (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتتسق تعهدات كانكون بوجه عام مع السيناريوهات الفعالة التكلفة التي تتراوح فيها التركيزات من نحو 550 جزءاً في المليون إلى 650 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100. وتؤكد الدراسات أن للتأخر في التخفيف حتى عام 2100 تأثير على تحديات التخفيف اللاحقة أكبر من تأثير التأخرات حتى عام 2020 (الشكلان TS.9 و TS.11) [6.4]

ولم يستطلع سوى عدد محدود من الدراسات السيناريوهات التي تزيد فيها أرجحية أن تعيد التغير في درجة الحرارة إلى أقل من 1.5 درجة مئوية بحلول عام 2100 بالنسبة إلى مستويات ما قبل عصر الصناعة عن عدم أرجحيتها؛ وهذه السيناريوهات تعيد التركيزات في الغلاف الجوي إلى أقل من 430 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 (ثقة عالية). ومن الصعب الآن تقييم هذا الهدف وذلك لعدم وجود دراسة متعددة النماذج استطلعت هذه السيناريوهات. ومحدودية عدد الدراسات المنشورة التي تستطلع هذا الهدف أسفرت عن سيناريوهات مرتبطة بها تتسم بما يلي: (1) تخفيف فوري؛ (2) توسع سريع في الحافظة الكاملة لتكنولوجيات التخفيف؛ (3) تنمية على امتداد مسار طلب منخفض على الطاقة. [12] [6.3، 7.11]

TS.3.1.3 التكاليف والاستثمارات وتقاسم الأعباء

سيسفر اتخاذ إجراءات تخفيفية شاملة ومنسقة عالمياً عن فوائد اقتصادية كبيرة مقارنةً بالنُهج المجزأة، ولكنه سيتطلب إنشاء مؤسسات فعالة (ثقة عالية). ويوضح التحليل الاقتصادي لسيناريوهات التخفيف أن إجراءات التخفيف الشاملة والمنسقة عالمية تحقق التخفيف بأقل تكلفة اقتصادية - اجتماعية، لأنها تتيح الاضطلاع بالتخفيف مادام هو الأقل تكلفة. (انظر

[12] في هذه السيناريوهات، تتراوح انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية من 680 غيغاطن إلى 800 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون للفترة 2011-2050، ومن 90 إلى 310 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون للفترة 2011-2100. أما انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون العالمية في عام 2050 فتقل عن انبعاثات عام 2010 بما يتراوح من 70 إلى 95 في المائة، وتقل في عام 2100 عن انبعاثات عام 2010 بما يتراوح من 110 إلى 120 في المائة.

الجدول TS.2 | تكاليف التخفيف العالمية في السيناريوهات الفعالة التكلفة[1] والزيادات المقدرة في التكاليف نتيجة للمحدودية المفترضة في توافر تكنولوجيا محددة والتأخر في بذل جهود تخفيفية إضافية. وتقديرات التكاليف المبينة في هذا الجدول لا تأخذ في الاعتبار فوائد الحد من تغير المناخ وكذلك الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة للتخفيف. وتبين الأعمدة الصفراء خسائر الاستهلاك (الشكل TS.20، اللوحة اليمنى) والانخفاضات السنوية في نمو الاستهلاك في السيناريوهات التي تتسم بفعالية التكلفة بالنسبة إلى التنمية التي تمثل خط الأساس في عدم وجود سياسة مناخية. وتبين الأعمدة الرمادية النسبة المئوية لزيادة التكاليف المخصومة[2] على مدى القرن، بالنسبة إلى السيناريوهات المتسمة بفعالية التكلفة، في السيناريوهات التي تكون فيها التكنولوجيا مقيّدة بالنسبة إلى افتراضات عدم وجود تكنولوجيا (الشكل TS.13، اللوحة اليسرى).[3] وتبيّن الأعمدة البرتقالية الزيادة في تكاليف التخفيف خلال الفترتين 2030-2050 و2050-2100، بالنسبة إلى السيناريوهات التي يحدث فيها تخفيف فوري، والتي تنتج عن التأخر في بذل جهود تخفيفية إضافية حتى عام 2030 (انظر الشكل TS.13، اللوحة اليمنى).[4] والسيناريوهات التي يحدث فيها تأخر في بذل جهود تخفيفية إضافية مجمّعة حسب مستويات الانبعاثات التي تكون أقل أو أكثر من 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2030، ونطاقين للتركيزات في عام 2100 (ما يتراوح من 430 إلى 530 جزءاً في المليون ومن 530 إلى 650 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون). وفي جميع الأرقام، يبيَّن الرقم المتوسط في السيناريو بدون أقواس، ويبيَّن بين أقواس النطاق الذي يتراوح من المئين السادس عشر إلى المئين الرابع والثمانين، ويبيَّن عدد السيناريوهات بين أقواس معقوفة.[5] [الشكلان TS.12 وTS.13، و6.21، و6.24، و6.25، المرفق الثاني - 10]

	خسائر الاستهلاك في السيناريوهات المتسمة بفعالية التكلفة[1]						الزيادة في تكاليف التخفيف في الأجلين المتوسط والطويل نتيجة للتأخر في بذل جهود تخفيفية إضافية حتى عام 2030				الزيادة في تكاليف التخفيف في الأجلين المتوسط والطويل نتيجة للتأخر في بذل جهود تخفيفية إضافية حتى عام 2030			
	[الانخفاض بالنسبة المئوية في الاستهلاك بالنسبة إلى خط الأساس]			[الانخفاض بالنقاط المئوية في معدل النمو السنوي للاستهلاك]			[الزيادة بالنسبة المئوية في التكاليف المخصومة الكلية للتخفيف (2015-2100) بالنسبة إلى افتراضات عدم وجود التكنولوجيا]				[الزيادة بالنسبة المئوية في تكاليف التخفيف بالنسبة إلى التخفيف الفوري]			
التركيز في عام 2100 [بالأجزاء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون]	2030	2050	2100	2010–2030	2010–2050	2010–2100	عدم احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه	الإنهاء التدريجي للطاقة النووية	طاقة شمسية/ ريحية محدودة	طاقة أحيائية محدودة	≥ 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون		>55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون	
											2030–2050	2050–2100	2030–2050	2050–2100
450 (من 430 إلى 480)	1.7 (3.7 1.0) [العدد: 14]	3.4 (6.2 2.1)	4.8 (11.4 2.9)	0.09 (0.2 0.06)	0.09 (0.17 0.06)	0.06 (0.14 0.04)	138 (297 29) [العدد: 4]	7 (18 4) [العدد: 8]	6 (29 2) [العدد: 8]	64 (78 44) [العدد: 8]	28 (50 14) [العدد: 34]	15 (59 5)	44 (78 2) [العدد: 29]	37 (82 16)
500 (من 480 الى 530)	1.7 (2.1 0.6) [العدد: 32]	2.7 (4.2 1.5)	4.7 (10.6 2.4)	0.09 (0.12 0.03)	0.07 (0.12 0.04)	0.06 (0.13 0.03)	لا تتوافر بيانات	لا تتوافر بيانات	لا تتوافر بيانات	لا تتوافر بيانات				
550 (من 530 إلى 580)	0.6 (0.2 1.3) [العدد: 46]	1.7 (3.3 1.2)	3.8 (7.3 1.2)	0.03 (0.08 0.01)	0.05 (0.08 0.03)	0.04 (0.09 0.01)	39 (78 18) [العدد: 11]	13 (23 2) [العدد: 10]	8 (15 5) [العدد: 10]	18 (66 4) [العدد: 12]	3 (16 -5) [العدد: 14]	4 (11 -4)	15 (32 3) [العدد: 10]	16 (24 5)
650–580	0.3 (0.9 0) [العدد: 16]	1.3 (2.0 0.5)	2.3 (4.4 1.2)	0.02 (0.04 0)	0.03 (0.05 0.01)	0.03 (0.05 0.01)	لا تتوافر بيانات	لا تتوافر بيانات	لا تتوافر بيانات	لا تتوافر بيانات				

الحواشي:

1 تفترض السيناريوهات المتسمة بفعالية التكلفة حدوث تخفيف فوري في جميع البلدان ووجود سعر عالمي وحيد للكربون. وفي هذا التحليل، لا تفرض السيناريوهات أيضاً أي قيود إضافية على التكنولوجيا بالنسبة إلى افتراضات عدم وجود التكنولوجيا الواردة في النماذج.

2 الزيادة بالنسبة المئوية في القيمة الحالية الصافية لخسائر الاستهلاك كنسبة مئوية من الاستهلاك الذي يمثل خط الأساس (فيما يتعلق بالسيناريوهات المستمدة من نماذج التوازن العام) وتكاليف الكبح كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي الذي يمثل خط الأساس (في حالة السيناريوهات المستمدة من نماذج التوازن الجزئي) للفترة 2015-2100، مخصومة (انظر الإطار TS.10) بمعدل 5 في المائة سنوياً.

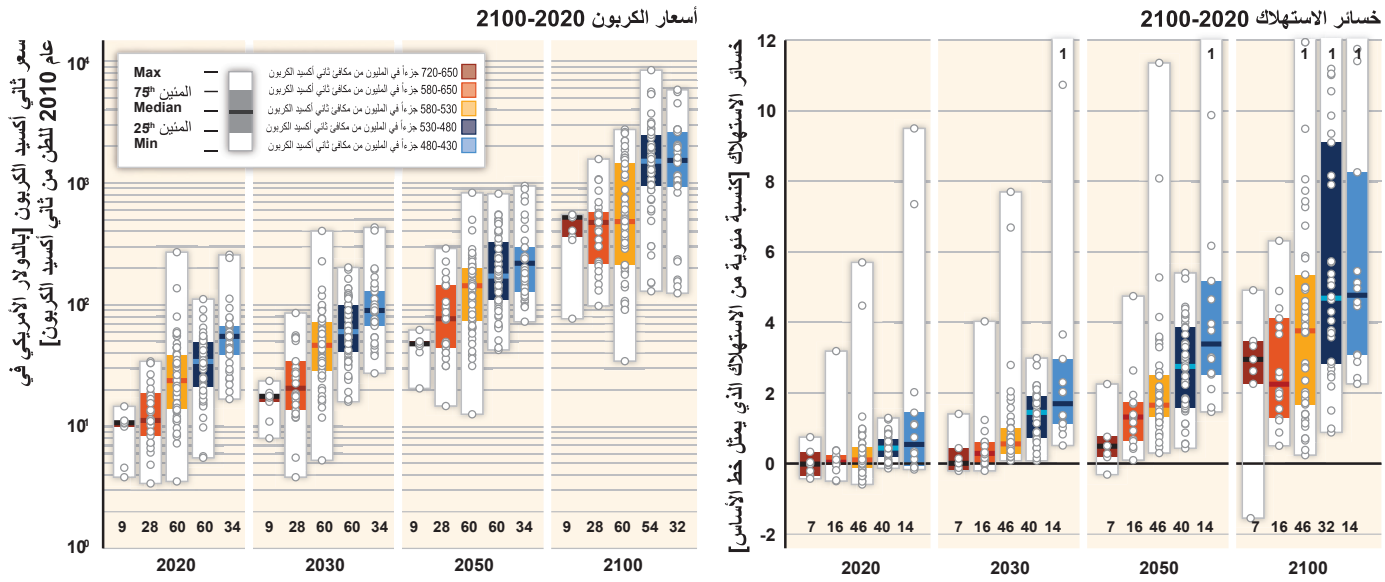
3 عدم احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه: لا يُدرج احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في هذه السيناريوهات. الإنهاء التدريجي للطاقة النووية: لا تضاف محطات طاقة نووية عدا عن تلك المحطات الجاري إنشاؤها، وتشغيل المحطات القائمة حتى نهاية عمرها. طاقة شمسية/ ريحية محدودة: حد أقصى قدره 20 في المائة من توليد الكهرباء العالمي من الطاقة الشمسية والريحية في أي سنة من سنوات هذه السيناريوهات. طاقة إحيائية محدودة: حد أقصى قدره 100 إكساجول سنوياً من إمدادات الطاقة الأحيائية الحديثة عالمياً (الطاقة الأحيائية الحديثة المستخدمة في التسخين، والكهرباء، والأشكال المختلطة بينهما، والصناعة كانت تبلغ نحو 18 إكساجول سنوياً في عام 2008 [11.13.5]).

4 النسبة المئوية للزيادة في التكاليف الكلية المخصومة للتخفيف للفترتين 2030-2050 و 2050-2100.

5 يُحدَّد النطاق بأن تشمل السيناريوهات المركزية المئين السادس عشر والمئين الرابع والثمانين لمجموعة السيناريوهات. والسيناريوهات ذات الأفق الزمني الممتد حتى عام 2100 هي وحدها المدرجة. وبعض النماذج المدرجة في نطاقات التكاليف الخاصة بمستويات التركيز التي تتجاوز 550 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 لا يمكن أن تسفر عن سيناريوهات مرتبطة بها لمستويات تركيز تقل عن 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 مع وجود افتراضات بشأن محدودية توافر التكنولوجيات و/ أو التأخر في بذل جهود تخفيفية إضافية (انظر التعليق على الشكل TS.13 للاطلاع على مزيد من التفاصيل).

TS.7، والإطار TS.9). ويفترض معظم سيناريوهات التخفيف هذه سعراً عالمياً للكربون، يصل إلى جميع قطاعات الاقتصاد. والأدوات التي تشمل بشكل محدود تخفيضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بين القطاعات ونُظماً للسياسة المناخية تنطوي على إجراءات إقليمية مجزأة تؤدي إلى زيادة التكاليف الاقتصادية والاجتماعية – وترتفع هذه الزيادات في التكاليف كلما كانت مستويات التخفيف أكثر طموحاً. [6.3.6]

وثمة تباين كبير في تقديرات تكاليف التخفيف الاقتصادية الإجمالية، ولكن هذا التباين يزيد مع صرامة التخفيف (ثقة عالية). ومعظم السيناريوهات الفعالة التكلفة التي جمعت لهذا التقييم والمستندة إلى افتراضات أن تبدأ جميع بلدان العالم عملية التخفيف فوراً، وأن هناك سعراً عالمياً وحيداً للكربون ينطبق على أسواق تعمل بشكل جيد، وأن التكنولوجيات الرئيسية متاحة، تقدّر أن الوصول إلى تركيزات تبلغ نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون يؤدي إلى حدوث خسائر عالمية في الاستهلاك تتراوح من 1 في المائة إلى 4 في المائة في عام 2030 (النسبة المتوسطة: 1.7 في المائة)، وتتراوح من 2 في المائة إلى 6 في المائة في عام 2050 (النسبة المتوسطة: 3.4 في المائة)، ومن 3 في المائة إلى 11 في المائة في عام 2100 (النسبة المتوسطة 4.8 في المائة) بالنسبة إلى الاستهلاك في سيناريوهات خط الأساس (أي تلك التي لا تبذل فيها جهود تخفيفية إضافية) الذي يزيد بأي نسبة تتراوح من 300 في المائة إلى أكثر من 900 في المائة خلال الفترة ما بين عامي 2010 و2100 (تمثل زيادة الاستهلاك الذي يعتبر خط الأساس النطاق الكامل لسيناريوهات خط الأساس المقابلة (الشكل TS.12، الأقسام الصفراء من الجدول TS.2). وخسائر الاستهلاك تقابل انخفاضا في المتوسط السنوي لنمو الاستهلاك يتراوح من 0.06 إلى 0.2 نقطة مئوية خلال الفترة من عام 2010 إلى عام 2030 (المعدل المتوسط: 0.09)، ومن 0.06 إلى 0.17 نقطة مئوية حتى عام 2050 (المعدل المتوسط: 0.09)، ومن 0.04 إلى 0.14 نقطة مئوية على مدى القرن (المعدل المتوسط: 0.06). وهذه الأرقام بالنسبة إلى معدلات المتوسط السنوي لنمو الاستهلاك في سيناريوهات خط الأساس التي تتراوح من 1.9 في المائة إلى 3.8 في المائة سنوياً حتى عام 2050، ومن 1.6 في المائة إلى 3 في المائة سنوياً على مدى القرن (الجدول TS.2، الأقسام الصفراء). ولا تأخذ تقديرات التكاليف هذه في الاعتبار فوائد الحد من تغير المناخ أو الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة للتخفيف (الإطار TS.9). ويقدر أن تكاليف الحفاظ على التركيزات في حدود النطاق الذي يتراوح من 530 إلى 650 جزءا في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون يقل بما يتراوح من الثلث إلى الثلثين تقريباً مقارنةً بالسيناريوهات المرتبطة بها والتي تتراوح فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون من 430 إلى 530 جزءاً في المليون. وقد تتباين تقديرات التكاليف المستمدة من السيناريوهات تبايناً كبيراً بين المناطق. وقد تم التوصل إلى تقديرات للتكاليف أعلى بكثير استناداً إلى افتراضات بشأن تنفيذ سياسات أقل مثالية، ووجود قيود على توافر التكنولوجيا على النحو الذي ترد مناقشته أدناه. وتم التوصل إلى تقدير أعلى وتقدير أقل على حد سواء استناداً إلى



الشكل TS.12 | أسعار الكربون العالمية (اللوحة اليسرى) وخسائر الاستهلاك (اللوحة اليمنى) بمرور الوقت في سيناريوهات التنفيذ المتسمة بفعالية التكاليف والمثالية. ويعبّر عن خسائر الاستهلاك بوصفها النسبة المئوية للانخفاض عن الاستهلاك في خط الأساس. ويبيّن عدد السيناريوهات المدرجة في المخططات الصندوقية أسفل اللوحتين. والأرقام الخاصة بعام 2030 تنطبق أيضاً على عامي 2020 و 2050. ويُشار في أعلى اللوحة إلى عدد السيناريوهات غير المندرجة ضمن نطاق الشكل. ملاحظة: لا يبيّن الشكل إلا السيناريوهات التي أبلغت عن خسائر في الاستهلاك (مجموعة فرعية من النماذج التي تتسم بتغطيتها الكاملة للاقتصاد) أو أسعار الكربون، على الترتيب، حتى عام 2050 أو عام 2100. والسيناريوهات المتعددة المستمدة من نفس النموذج وتتسم بخصائص متماثلة لا تمثَّل إلا بسيناريو واحد في العينة. [الشكل 6.21]

TS

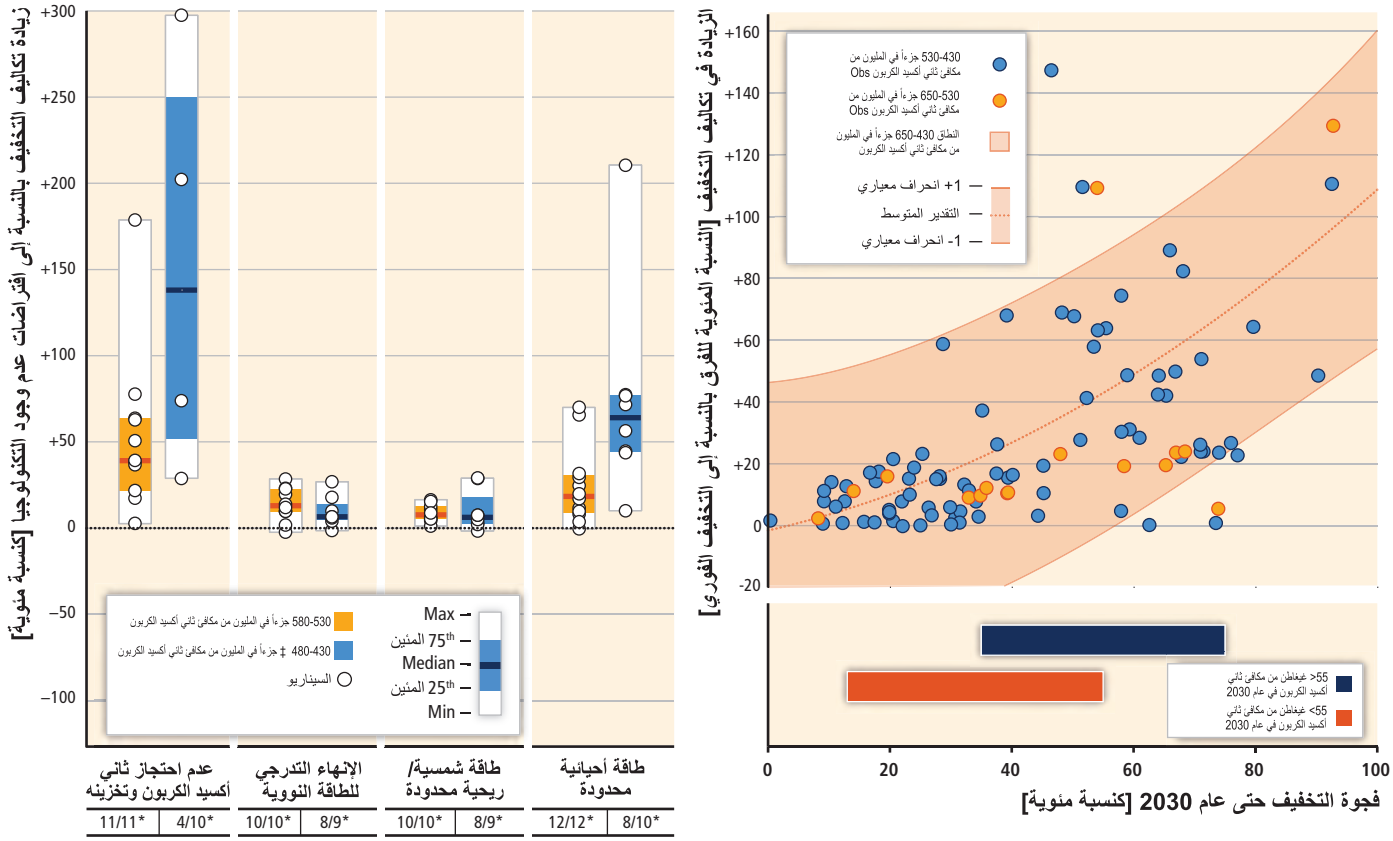
الإطار TS.9 | معنى 'تكاليف التخفيف' في سياق سيناريوهات التخفيف

تمثل تكاليف التخفيف مكوناً واحداً من مكونات التغير في الرفاه البشري الذي ينجم عن التخفيف من تغير المناخ. ويعبَّر عن تكاليف التخفيف بقيم نقدية وتقدّر تلك التكاليف عموماً مقابل سيناريوهات خط أساس، تنطوي عادةً على نمو اقتصادي متواصل، وكبير في بعض الأحيان، وعدم بذل جهود إضافية وصريحة للتخفيف [3.9.3، 6.3.6]. ولأن تقديرات تكاليف التخفيف لا تركز سوى على التأثيرات السوقية المباشرة، فإنها لا تأخذ في الاعتبار قيمة الفوائد المصاحبة (إن وُجدت) من حيث الرفاه أو الآثار الجانبية المناوئة لإجراءات التخفيف (الإطار 3.6.3] (TS.11]. وعلاوة على ذلك، لا تعبّر هذه التكاليف عن فوائد الحد من الآثار المناخية من خلال التخفيف (الإطار TS.2).

وتوجد طائفة واسعة التنوع من مقاييس التكاليف الإجمالية للتخفيف يستخدمها الاقتصاديون، وتقاس بطرائق مختلفة أو في أماكن مختلفة في الاقتصاد، من بينها التغيرات في الناتج المحلي الإجمالي، وخسائر الاستهلاك، والفرق المكافئ، والفرق التعويضي، والخسارة في الفائض الاستهلاكي والإنتاجي. وكثيراً ما تُستخدم خسائر الاستهلاك كمقياس لأنها نابعة من نماذج متكاملة كثيرة وتؤثر على الرفاه تأثيراً مباشراً. ومن الممكن التعبير عنها في صورة انخفاض في الاستهلاك العام بالنسبة إلى الاستهلاك في سيناريو خط الأساس المقابل في سنة معينة أو في صورة الانخفاض في متوسط معدل نمو الاستهلاك في سيناريو خط الأساس المقابل خلال فترة زمنية معينة.

ومن اللازم تمييز تكاليف التخفيف عن أسعار الانبعاثات. فأسعار الانبعاثات تقيس تكلفة خفض وحدة إضافية من الانبعاثات؛ أي التكلفة الحدية. وعلى العكس من ذلك، تمثل تكاليف التخفيف عادةً التكاليف الكلية للتخفيف كله. وإضافة إلى ذلك، من الممكن أن تتفاعل أسعار الانبعاثات مع السياسات والتدابير الأخرى، من قبيل السياسات التنظيمية الموجهة إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وإذا تحقق التخفيف جزئياً من خلال هذه التدابير الأخرى، قد لا تعكس الانبعاثات التكاليف الفعلية لخفض وحدة إضافية من الانبعاثات (تبعاً للكيفية التي تتحقق بها تخفيضات إضافية في الانبعاثات).

وبوجه عام، تستند تقديرات التكاليف الإجمالية العالمية للتخفيف خلال القرن المقبل المستقاة من النماذج المتكاملة استناداً كبيراً إلى افتراضات منمّطة بشأن كل من النُهج السياساتية والأسواق والسياسات القائمة، ولهذه الافتراضات تأثير كبير على تقديرات التكاليف. فعلى سبيل المثال، تفترض سيناريوهات التنفيذ الأمثل الفعال من حيث التكاليف وجود سعر موحد لثاني أكسيد الكربون ولغازات الاحتباس الحراري الأخرى في كل بلد وقطاع على نطاق العالم، وتشكل النهج الأقل تكلفة في الحالة المثالية التي تتسم فيها الأسواق بكفاءة إلى حد كبير ولا تحدث فيها حالات فشل في الأسواق عدا عن العوامل الخارجية لتغير المناخ. ومعظم السيناريوهات العالمية الطويلة الأجل لا تأخذ في الاعتبار التفاعلات بين سياسات التخفيف والسياسات القائمة سلفاً أو الجديدة، وحالات فشل الأسواق، والتشوهات في الأسواق. ومن الممكن أن تتفاعل السياسات المناخية مع السياسات الموجودة بحيث تؤدي إلى زيادة أو خفض التكلفة الفعلية للسياسات المناخية. [3.6.3.3، 6.3.6.5]



TS

† السيناريوهات المستقاة من نموذج واحد تصل فيه مستويات التركيز في عام 2100 إلى ما يقل قليلاً عن ما يتراوح من 530 إلى 580 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون

‡ السيناريوهات المستقاة من نموذجين التي تصل فيها مستويات التركيز في عم 2100 إلى ما يتجاوز بدرجة طفيفة فئة التركيزات التي تتراوح من 450 إلى 480 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون

* عدد النماذج التي تنجح في تمديد سيناريو فرق التكنولوجيا المعنية مقابل النماذج التي تحاول ذلك

الشكل TS.13 | تبين اللوحة اليسرى الزيادة النسبية في التكاليف الصافية للتخفيف بالقيمة الحالية (في الفترة 2100-2015، مخصومة بنسبة 5 في المائة سنوياً) الناتجة عن فروق حافظة التكنولوجيا بالنسبة إلى سيناريو ينطوي على افتراضات عدم وجود التكنولوجيا. وأسماء السيناريوهات المبيّنة على المحور الأفقي تشير إلى فرق التكنولوجيا بالنسبة إلى افتراضات عدم وجودها: عدم احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه = عدم توافر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS)؛ الإنهاء التدريجي للطاقة النووية = عدم إضافة محطات طاقة نووية عدا عن تلك الجاري إنشاؤها؛ وتشغيل المحطات القائمة حتى نهاية عمرها؛ طاقة شمسية/ ريحية محدودة = توليد حد أقصى قدره 20 في المائة من الكهرباء في العالم من الطاقة الشمسية والريحية في أي سنة من سنوات هذه السيناريوهات؛ وطاقة أحيائية محدودة = حد أقصى قدره 100 إكساجول سنوياً (EJ/yr) من الإمداد بالطاقة الأحيائية الحديثة على صعيد العالم. [الشكل 6.24] وتبين اللوحة اليمنى الزيادة في تكاليف التخفيف الطويلة الأجل للفترة 2050-2100 (والمبلغ الذي يتجاوز التكاليف المخصومة) كدالة على انخفاض جهود التخفيف في الأجل القريب، معبّرا عنها بأنها التغير النسبي بين السيناريوهات التي تنفذ التخفيف على الفور وتلك المقابلة للتأخر في التخفيف الإضافي حتى عام 2020 أو عام 2030 (ويشار إليها هنا بأنها 'فجوة التخفيف'). وتعرّف فجوة التخفيف بأنها الفارق في تخفيضات الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون حتى عام 2030 بين سيناريوهات التخفيف الأضافي الفوري وسيناريوهات التأخر في التخفيف الإضافي. وتشير الأعمدة في أسفل اللوحة اليمنى إلى نطاق فجوة التخفيف حيث نجد 75 في المائة من السيناريوهات تتجاوز فيها الانبعاثات في عام 2030 (الأزرق الداكن) وتقل فيها الانبعاثات في ذلك العام (الأحمر) عن 55 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون، على الترتيب. وليس بإمكان جميع عمليات محاكاة نماذج التأخر في التخفيف الإضافي حتى عام 2050 بلوغ أهداف خفض التركيزات بحيث تصل إلى نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون أو إلى 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (من 430 إلى 530) (فيما يتعلق بسيناريوهات عام 2030 التي تتجاوز فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون 55 غيغاطن من الممكن أن تبلغ 29 عملية محاكاة من عمليات المحاكاة التي جرت محاولتها والبالغ مجموعها 48 ذلك الهدف؛ وفيما يتعلق بالانبعاثات في عام 2030 التي تقل عن 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون من الممكن أن تصل إلى ذلك الهدف 34 عملية من عمليات المحاكاة التي جرت محاولتها والبالغ مجموعها 51 عملية). [الشكل 6.25]

التفاعلات مع التشوهات الموجودة سلفاً، أو أوجه فشل الأسواق غير المرتبطة بالمناخ، أو السياسات التكميلية. [6.3.6.2]

والتأخر حتى عام 2030 أو بعده في بذل جهود تخفيفية بخلاف الجهود المبذولة حالياً قد يؤدي إلى زيادة كبيرة في تكاليف التخفيف في العقود المقبلة وفي النصف الثاني من القرن (ثقة عالية). ومع أن التأخرات في التخفيف من جانب أي مصدر رئيسي للانبعاثات ستقلل من تكاليف التخفيف في الأجل القريب، فإنها ستسفر أيضا عن مزيد من الاستثمار في الهياكل الأساسية ذات الكثافة الكربونية ثم تعتمد على اضطلاع صناع القرارات بعملية تحول أسرع وأكبر وأعلى تكلفة في هذه الهياكل الأساسية في المستقبل. وقد تبيّن من خلال الدراسات أن التكاليف الإجمالية وأسعار الكربون المرتبطة بها ترتفع إلى مستويات أعلى في السيناريوهات التي يتأخر فيها التخفيف مقارنة بالسيناريوهات التي يجري فيها التخفيف فوراً. وتبين من خلال دراسات النمذجة الذي أجريت مؤخراً أن تأخر التخفيف حتى عام 2030 يمكن أن يؤدي إلى حدوث زيادة كبيرة في التكاليف الإجمالية لتحقيق تركيزات لمكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 تتراوح من نحو 450 جزءاً إلى نحو 500 جزء في المليون، لا سيما في السيناريوهات التي تزيد فيها الانبعاثات عن 55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2030. (الشكل TS.13، اللوحة اليمنى؛ والجدول TS.2، الأقسام البرتقالية) [6.3.6.4]

وتؤثر الخيارات التكنولوجية المتاحة للتخفيف تأثيراً كبيراً على تكاليف التخفيف وعلى تحديات بلوغ مستويات للتركيز في الغلاف الجوي تتراوح من نحو 450 إلى نحو 550 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 (ثقة عالية). وكثرة من النماذج التي شملتها مقارنات النماذج التي أجريت مؤخراً لم تتمكن من التوصل إلى سيناريوهات تبلغ فيها التركيزات في الغلاف الجوي نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 مع وجود افتراضات متشائمة بوجه عام بشأن تكنولوجيات التخفيف الرئيسية. وفي هذه الدراسات، تبيّن أن طابع وتوافر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه والطاقة الأحيائية لهما تأثير بالغ الأهمية على تكاليف التخفيف وعلى التحديات المتمثلة في بلوغ

الإطار TS.10 | ينبغي خصم السلع في المستقبل بمعدل مناسب

ستؤتي الاستثمارات الموجهة إلى التخفيف من تغير المناخ ثمارها في المستقبل، وقدر كبير من تلك الثمار سوف يتحقق بعد أكثر من 100 عام من الآن. ومن اللازم، لتحديد ما إذا كان استثمار معيّن هو استثمار في محله، يقيم وزن فوائده في المستقبل مقابل تكاليفه الحالية. وعند القيام بذلك لا يعتبر الاقتصاديون عادةً الكمية الواحدة من السلع في وقت ما مساوية في قيمتها لنفس الكمية من نفس السلع في وقت آخر. فهم يعطون عادةً قيمة أقل للسلع الأحدث عهداً مقارنةً بالسلع الأبكر. أي أنهم 'يخصمون' من قيمة السلع الأحدث عهداً. ومعدل تضاؤل الوزن المعطى للسلع المستقبلية بمرور الوقت يُعرف بأنه 'معدل الخصم' على السلع.

وهناك نوعان من معدلات الخصم يُستخدمان لأغراض مختلفة. فمعدل الخصم الخاص بالسوق يعكس تفضيلات الناس الموجودين حالياً بين السلع الحالية والسلع المستقبلية. ويستخدم المجتمع سعر الخصم الاجتماعي ليقارن الفوائد التي تعود على أفراد المجتمع الحاليين بالفوائد المتعلقة بمن لم يولدوا بعد. ولأن الناس الحاليين قد لا يكونون صبورين، ولأن الناس المستقبليين لا يتّجرون في السوق، فإن السوق قد لا تعكس بدقة قيمة السلع التي ستتأتى للناس المستقبليين بالنسبة إلى تلك التي تتأتى للناس الحاليين. ومن ثم قد يختلف معدل الخصم الاجتماعي عن معدل الخصم في السوق.

والسبب الرئيسي للخصم الاجتماعي (تحبيذ الناس الحاليين على الناس المستقبليين) هو أن للسلع 'فائدة حديّة متناقصة' وأن من المتوقع أن يزيد نصيب الفرد من الدخل بمرور الوقت. وتناقص الفائدة الحدية يعني أن قيمة السلع الزائدة للمجتمع تنخفض عندما يصبح الناس أفضل حالاً. وإذا استمر نمو الاقتصادات، فإن من يعيشون في وقت لاحق سيكونون أفضل حالاً في المتوسط - بحيث يملكون مزيداً من السلع - مقارنة بمن يعيشون قبلهم. وكلما زادت سرعة النمو وزادت درجة الفائدة الحدية المتناقصة كلما استدعى ذلك أن يكون معدل الخصم على السلع أكبر. وإذا كان من المتوقع أن يكون نصيب الفرد من النمو سلبياً (كما هو الحال في بعض البلدان)، قد يكون معدل الخصم الاجتماعي سلبياً.

وإضافة إلى ذلك، يرى بعض المؤلفين أنه يحسن بهذا الجيل أن يولي قدراً أقل من الأهمية لرفاه الجيل السابق لمجرد أنه أقدم عهداً. وهذا العامل من شأنه أن يزيد من معدل الخصم الاجتماعي للسلع.

ومعدل الخصم الاجتماعي مناسب لتقييم مشاريع التخفيف الممولة من خلال خفض الاستهلاك الحالي. فإذا كان هناك مشروع يموّل جزئياً من خلال 'استبعاد' استثمارات أخرى، فإن فوائد تلك الاستثمارات تُفقد، وقد تُحتسب خسارتها كتكلفة فرصة ضائعة لمشروع التخفيف. وإذا استبعد مشروع للتخفيف مبلغاً مساوياً تماماً لاستثمار آخر، تكون القضية الوحيدة هي ما إذا كان استثمار التخفيف يحقق مردوداً أكبر من الاستثمار المستبعد. وهذا ممكن اختباره من خلال تقييم استثمار التخفيف باستخدام معدل خصم مساوٍ للعائد الذي كان من المتوقع أن يتحقق من الاستثمار المستبعد. وإذا كانت السوق تعمل بشكل جيد، سيكون هذا هو معدل الخصم في السوق. [3.6.2]

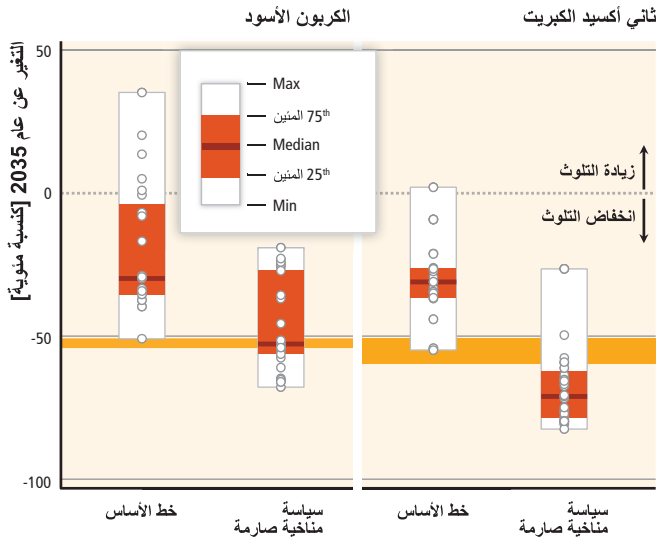
مستويات للتركيزات لا تتجاوز هذا النطاق. وفيما يتعلق بتلك النماذج التي كان بإمكانها أن تسفر عن سيناريوهات من هذا القبيل، أدت الافتراضات المتشائمة بشأن هذين الأمرين إلى زيادة كبيرة في تكاليف التخفيف العالمية المخصومة المتعلقة ببلوغ مستويات للتركيزات تتراوح من نحو 450 إلى نحو 550 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول نهاية القرن، مع وجود تأثير أكبر لذلك فيما يتعلق بسيناريوهات التخفيف الأكثر صرامة (الشكل TS.13، اللوحة اليسرى؛ والجدول TS.2، الأقسام الرمادية). وأظهرت الدراسات أيضاً أن انخفاض الطلب على الطاقة يمكن أيضاً أن يؤدي إلى انخفاض كبير في تكاليف التخفيف. [6.3.6.3]

وتوزيع تكاليف التخفيف بين البلدان المختلفة يعتمد جزئياً على طبيعة أطر تقاسم الجهود ومن ثم ليس من اللازم أن يكون مماثلاً لتوزيع جهود التخفيف. فالأطر المختلفة لتقاسم الجهود تستند إلى مبادئ أخلاقية مختلفة (ثقة متوسطة). وفي السيناريوهات المتسمة بفعالية التكلفة والتي تبلغ فيها التركيزات ما يتراوح من نحو 450 إلى نحو 550 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100، تحدث غالبية استثمارات التخفيف على مدى القرن في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وتقدّر بعض الدراسات التي تستطلع أطراً معينة لتقاسم الجهود، في ظل افتراض وجود سوق عالمية للكربون، أن التدفقات المالية المرتبطة بذلك يمكن أن تكون في حدود مئة بليون من الدولارات الأمريكية سنوياً قبل منتصف القرن من أجل جعل التركيزات تتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100. وتفترض معظم الدراسات وجود آليات كفؤة لأسواق الكربون الدولية، وفي هذه الحالة تشير النظرية الاقتصادية والبحوث العملية إلى أن اختيار مخصصات تقاسم الجهود لن يؤثر تأثيراً له شأن على المستويات الكفؤة عالمياً للتخفيض الإقليمي أو للتكاليف العالمية الإجمالية. ومن الممكن أن تكون النُهج الفعلية المتبعة فيما يتعلق بتقاسم الجهود مختلفة عن هذا الافتراض. [3.3، 6.3.6.6، 13.4.2.4]

وتشير الهندسة الأرضية إلى مجموعتين من التكنولوجيات متميزتين إلى حد كبير هما: إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) وإدارة الأشعة الشمسية (SRM). وسيناريوهات التخفيف الوارد تقييمها في تقرير التقييم الخامس لا تفترض وجود أي خيارات في مجال الهندسة الأرضية عدا عن إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) على نطاق كبير نتيجة لزراعة الغابات واستخدام الطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS). وتشمل تقنيات إزالة ثاني أكسيد الكربون زرع الغابات، واستخدام الطاقة الأحيائية إلى جانب احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS)، وتحسين امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون من خلال التخصيب بالحديد أو زيادة القلوية. وتتطلب معظم تقنيات إزالة ثاني أكسيد الكربون البرية إجراء تغييرات واسعة النطاق في استخدام الأراضي وقد تنطوي على مخاطر محلية وإقليمية، في

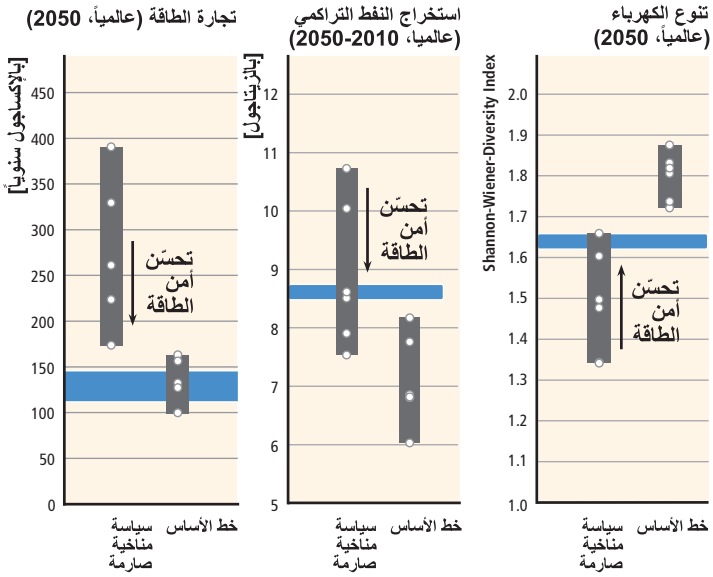
الفوائد المصاحبة للتخفيف من تغير المناخ بالنسبة لأمن الطاقة ونوعية الهواء

مجموعات سيناريوهات التقرير الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
أثر السياسة المناخية على انبعاثات ملوثات الهواء (عالميا، 2005-2050)



مستويات نوعية الهواء في سيناريوهات تقييم الطاقة في العالم في اللوحة السفلى

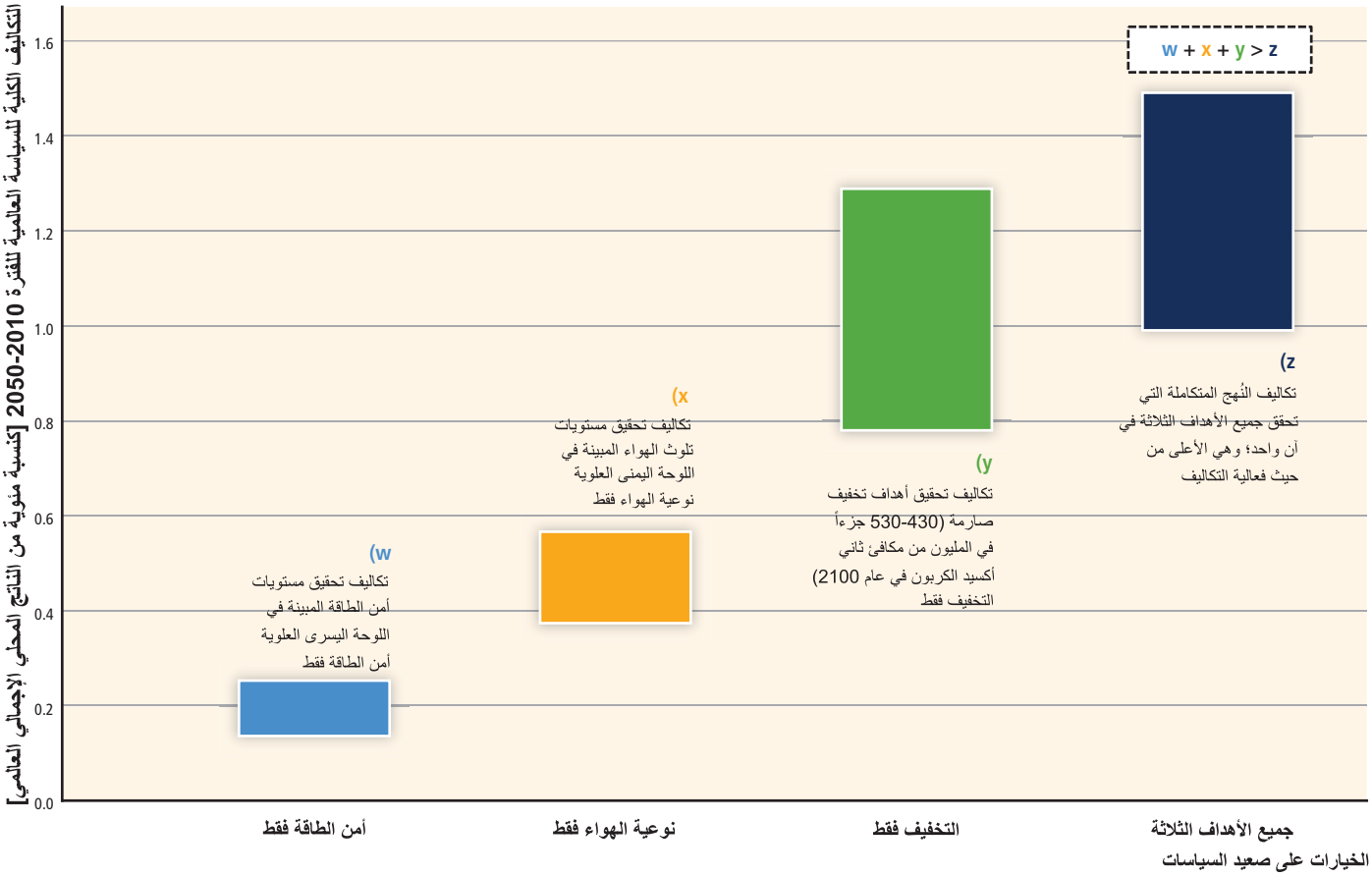
مقارنة النماذج LIMITS
أثر السياسة المناخية على أمن الطاقة



مستويات أمن الطاقة في سيناريوهات تقييم الطاقة في العالم في اللوحة السفلى

تكاليف تحقيق أهداف مختلفة على صعيد السياسات

مجموعة سيناريوهات تقييم الطاقة في العالم (n=624)



الشكل TS.14 | الفوائد المصاحبة للتخفيف بالنسبة لأمن الطاقة ونوعية الهواء في السيناريوهات التي توجد فيها سياسات مناخية صارمة تتراوح فيها التركيزات ما يتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (من 430 إلى 530 جزءاً في المليون) في عام 2100. وتبين اللوحات العلوية الفوائد المصاحبة للمؤشرات الأمنية المختلفة وانبعاثات ملوثات الهواء، بينما تبين اللوحة السفلى التكاليف السياساتية العالمية المتصلة بتحقيق الأهداف المتعلقة بأمن الطاقة ونوعية الهواء والتخفيف، إما بمفردها (W، X، Y) أو بشكل متزامن (z). وتبين النُهج المتكاملة التي تحقق هذه الأهداف بشكل متزامن أعلى فعالية التكلفة نتيجة لأوجه التآزر (w + x + z> y). وتبيِّن التكاليف السياساتية بوصفها الزيادة في التكاليف الكلية لنظم الطاقة بالنسبة إلى سيناريو خط أساس بدون بذل جهود إضافية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تتجاوز الجهود المبذولة حاليا. والتكاليف إشارية ولا تصور نطاقات عدم اليقين الكاملة. [الشكل 6.33]

حين أن إزالة ثاني أكسيد الكربون البحرية قد تنطوي على مخاطر كبيرة عابرة للحدود بالنسبة للنظم الإيكولوجية البحرية، ومن ثم فإن نشرها يمكن أن يثير مشاكل إضافية فيما يتعلق بالتعاون بين البلدان. ولا يمكن، باستخدام التكنولوجيات المعروفة حالياً، نشر إزالة ثاني أكسيد الكربون بسرعة على نطاق كبير. وتشمل إدارة الأشعة الشمسية (SRM) تكنولوجيات شتى للتعويض بشكل عام عن بعض التأثيرات المناخية لتراكم غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. وهي تعمل بتعديل التوازن الحراري لكوكب الأرض من خلال إحداث زيادة صغيرة في انعكاس ما يسقط من ضوء الشمس، مثلاً بحقن جزيئات أو سلائف أهباء جوية في الطبقة العليا من الغلاف الجوي. وقد حظيت إدارة الأشعة الشمسية (SRM) بقدر كبير من الاهتمام، أساساً بسبب إمكانية سرعة نشرها في ظل وجود حالة طوارئ مناخية. والزعم بإمكانية خفض تكاليف نشر فرادى التكنولوجيات هو زعم قد يسفر عن تحديات جديدة للتعاون الدولي لأن الدول قد تنزع إلى القيام قبل الأوان بنشر نُظم من جانبها تتصور أنها غير باهظة التكلفة. ونتيجة لذلك، تثير تكنولوجيات إدارة الأشعة الشمسية تساؤلات بشأن التكاليف والمخاطر والحوكمة والتداعيات الأخلاقية لتطوير إدارة الأشعة الشمسية ونشرها، مع نشوء تحديات بوجه خاص للمؤسسات والقواعد والآليات الأخرى الدولية التي يمكن أن تنسّق البحوث وتقيِّد عمليات التجريب والنشر. [1.4، 3.3.7، 6.9، 13.4.4]

والمعرفة الموجودة عن التأثيرات المفيدة أو الضارة المحتملة لإدارة الأشعة الشمسية (SRM) هي معرفة أولية إلى حد شديد. فتلك الإدارة ستكون لها آثار متباينة على متغيرات مناخية إقليمية من قبيل درجة الحرارة وكمية الأمطار، وقد تسفر عن تغيرات كبيرة في الدورة الهيدرولوجية العالمية مع وجود تأثيرات إقليمية لذلك غير مؤكدة، مثلاً على كمية الأمطار في موسم أمطار الموسميات. وقد تشمل التأثيرات غير المناخية احتمال استنفاد طبقة الأوزون في الاستراتوسفير من خلال حقن الأهباء الجوية في الاستراتوسفير. وقد بدأت بضع دراسات في تقصي الآثار المناخية وغير المناخية لإدارة الأشعة الشمسية، ولكن لا يوجد سوى قدر ضئيل من التوافق في الأوساط العلمية بشأن النتائج أو بشأن ما إذا كان الافتقار إلى المعرفة يتطلب إجراء بحوث إضافية أو يتطلب في نهاية المطاف إجراء تجارب ميدانية على التكنولوجيات المتعلقة بإدارة الأشعة الشمسية. [1.4، 3.3.7، 6.9، 13.4.4]

TS.3.1.4 تداعيات مسارات التخفيف بالنسبة لأهداف أخرى

تبيّن سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 إلى ما يتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون انخفاضاً في تكاليف تحقيق أمن الطاقة وتحقيق الأهداف المتعلقة بنوعية الهواء (ثقة متوسطة) (الشكل TS.14 ، اللوحة السفلى). وتكاليف التخفيف في معظم السيناريوهات التي يتضمنها هذا التقييم لا تأخذ في الاعتبار التداعيات الاقتصادية لتخفيضات التكاليف بالنسبة لهذه الأهداف الأخرى (الإطار TS.9). وثمة طائفة واسعة من الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة عدا عن نوعية الهواء وأمن الطاقة (الجداول TS.4 إلى TS.8). وأثر التخفيف على التكاليف العامة لتحقيق الكثير من هذه الأهداف الأخرى وكذلك ما يرتبط بها من تداعيات على الرفاه مفهوم بدرجة أقل جودة ولم يخضع للتقييم الدقيق في البحوث (الإطار TS.11) [3.6.3، 4.8، 6.6]

وتبيّن سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها التركيزات ما يتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 فوائد مصاحبة لأهداف أمن الطاقة، وتعزيز كفاية الموارد لتلبية الطلب الوطني على الطاقة فضلاً عن قدرة نظام الطاقة على التعافي (ثقة متوسطة). وتبيّن سيناريوهات التخفيف هذه تحسنات من حيث تنوع مصادر الطاقة والحد من واردات الطاقة مما ينتج عنه نظم للطاقة أقل تعرضاً لتقلبات الأسعار واختلالات الإمدادات (الشكل TS.14، اللوحة اليسرى العلوية). [6.3.6، 6.6، 8.7، 9.7، 10.8، 11.13.6، 12.8]

ومن الممكن أن تخفَض سياسة التخفيف قيمة أصول الوقود الأحفوري وتخفّض الإيرادات بالنسبة لمصدّري الوقود الأحفوري، ولكن توجد فروق بين المناطق وأنواع الوقود (ثقة عالية). وترتبط معظم سيناريوهات التخفيف بانخفاض إيرادات المصدرين الرئيسيين من تجارة الفحم والنفط في حالة (ثقة عالية). ومع ذلك، يبين عدد محدود من الدراسات أن سياسات التخفيف يمكن أن تؤدي إلى زيادة قدرة النفط التقليدي على المنافسة مع النفط غير التقليدي الأكثر كثافة كربونية و 'التحول عن استخدام الفحم إلى استخدام السوائل'. وتأثير التخفيف على إيرادات تصدير الغاز الطبيعي غير مؤكد بدرجة أكبر، بحيث تشير بعض الدراسات إلى احتمال أن تتحقق فوائد من إيرادات التصدير في الأجل المتوسط حتى نحو عام 2050 (ثقة متوسطة). ويقلل توافر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من شأنه أن يقلل الأثر المناوئ للتخفيف على قيمة أصول الوقود الأحفوري (ثقة متوسطة). [6.3.6، 6.6، 14.4.2]

ويمكن أن توفر سياسة التخفيف المجزأة حوافز لانتقال الأنشطة الاقتصادية الكثيفة الانبعاثات بعيداً عن منطقة تضطلع بجهود تخفيفية (ثقة متوسطة). وقد أظهرت دراسات السيناريوهات أن معدلات 'تسرّب الكربون' هذه المتعلقة بالانبعاثات المتصلة بالطاقة هي معدلات مقيدة نسبياً، بنسبة تقل عن 20 في المائة من تخفيضات الانبعاثات في كثير من الأحيان. أما التسرب في الانبعاثات من استخدام الأراضي فقد يكون كبيراً، وإن كان عدد الدراسات التي حددت كميته أقل. وفي حين أنه ينظر إلى تسويات ضرائب الحدود على أنها تحسّن القدرة على المنافسة للصناعات كثيفة غازات الاحتباس الحراري وكثيفة التجارة في إطار نظام سياسة مناخية، فإنها يمكن أن تترتب عليها أيضا خسائر من حيث الرفاه بالنسبة للبلدان غير المشاركة في ذلك النظام، وبخاصة البلدان النامية. [5.4، 6.3، 13.8، 14.4]

وسيناريوهات التخفيف التي تؤدي إلى مستويات للتركيزات في الغلاف الجوي تتراوح من نحو 450 جزءاً إلى نحو 500 جزء من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 تقترن بفوائد مصاحبة كبيرة فيما يتعلق بنوعية الهواء وما يتصل بذلك من آثار على صحة الإنسان وعلى النظم الإيكولوجية. والفوائد التي تتحقق من إحداث تخفيضات كبيرة في انبعاثات ملوثات الهواء تكون مرتفعة بشكل خاص حيثما تكون ضوابط تلوث الهواء المقنّنة حالياً والمخططة ضعيفة (ثقة عالية). وتسفر سياسات التخفيف الصارمة عن ضوابط مصاحبة تحقق تخفيضات كبيرة في انبعاثات ملوثات الهواء تقل كثيراً عن الانبعاثات في سيناريوهات خط الأساس (الشكل TS.14، اللوحة اليمنى العلوية). والفوائد المصاحبة للصحة مرتفعة بوجه خاص في العالم النامي المعاصر. ومدى قدرة السياسات المتعلقة بتلوث الهواء، التي تستهدف الكربون

الإطار TS.11 | توضيح أسس الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة للتخفيف

القصد من أي سياسة حكومية أو تدبير حكومي هو تحقيق هدف معين (من قبيل التخفيف) يؤثر أيضا على أهداف أخرى (من قبيل نوعية الهواء المحلي). وبقدر ما تكون هذه الآثار الجانبية إيجابية فإنها يمكن أن تُعتبر 'فوائد مصاحبة'؛ وإلا فإنها توصف بأنها 'آثار جانبية مناوئة'. وفي هذا التقرير، تقاس الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة بوحدات غير نقدية. وتحديد قيمة هذه الآثار للمجتمع مسألة منفصلة. فتأثيرات الفوائد المصاحبة على الرفاه الاجتماعي لا يرد تقييمها في معظم الدراسات، وأحد أسباب ذلك هو أن قيمة أي فائدة مصاحبة تعتمد على الظروف المحلية ويمكن أن تكون إيجابية أو صفرية أو حتى سلبية. فعلى سبيل المثال، تعتمد قيمة خفض طن إضافي من ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) الذي يحدث في ظل التخفيف اعتماداً كبيراً على صرامة السياسات القائمة للتحكّم في ثاني أكسيد الكبريت: ففي حالة وجود سياسة ضعيفة بشأن ثاني أكسيد الكبريت، قد تكون قيمة تخفيضاته كبيرة، ولكن في حالة وجود سياسة صارمة بشأن ثاني أكسيد الكربون قد تكون قيمة تخفيضاته أقرب إلى الصفر. وإذا كانت السياسة المتعلقة بثاني أكسيد الكبريت صارمة للغاية فإن قيمة الفائدة المصاحبة قد تكون سلبية (بافتراض عدم تعديل السياسة المتعلقة بثاني أكسيد الكبريت). ومع أن السياسة المناخية تؤثر على أهداف غير مناخية (الجداول TS.4 إلى TS.8) فإن سياسات أخرى تؤثر أيضا على النتائج المتعلقة بتغير المناخ. [3.6.3، 4.8، 6.6، ومسرد المصطلحات]

وقد تكون للتخفيف فوائد مصاحبة محتملة كثيرة وآثار جانبية مناوئة كثيرة، مما يجعل إجراء تحليل شامل أمراً صعباً. وتشمل الفوائد المباشرة للسياسة المناخية، مثلاً، التأثيرات المقصودة على متوسط درجة الحرارة السطحية في العالم، وارتفاع مستوى سطح البحر، والإنتاجية الزراعية، والتنوع البيولوجي، والتأثيرات الصحية للاحترار العالمي [مساهمة الفريق العامل الثاني في الملخص الفني]. أما الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة للسياسة المناخية فمن الممكن أن تشمل التأثيرات على مجموعة متداخلة جزئياً من الأهداف من قبيل تخفيضات انبعاثات ملوثات الهواء المحلي وما يتصل بذلك من آثار على الصحة وعلى النظم الإيكولوجية، وحفظ التنوع البيولوجي، وتوافر المياه، وأمن الطاقة والأمن الغذائي، والحصول على الطاقة، وتوزيع الدخل، وكفاءة النظام الضريبي، وتوافر اليد العاملة والعمالة، والامتداد الحضري، واستدامة نمو البلدان النامية. [3.6، 4.8، 6.6، 15.2]

وهذه الآثار الجانبية جميعها مهمة، لأن التقييم الشامل للسياسة المناخية يجب أن يراعي الفوائد والتكاليف ذات الصلة بأهداف أخرى. فإذا كان المراد تحديد الرفاه الاجتماعي العام تحديداً كمياً، من شأن ذلك أن يتطلب طرائق للتقييم ومراعاة الجهود القائمة سلفاً لبلوغ الأهداف الكثيرة. ويكون التقييم صعب بسبب عوامل من قبيل التفاعل بين السياسات المناخية والسياسات غير المناخية الموجودة سلفاً، والعوامل الخارجية، والسلوك غير التنافسي. [3.6.3]

TS

الأسود (BC)، على سبيل المثال، على التخفيف من تغير المناخ غير مؤكدة. [5.7، 6.3، 6.6، 7.9، 8.7، 9.7، 10.8، 11.7، 11.13.6، 12.8، والقسم 11.9 في مساهمة الفريق العامل الثاني]

وتوجد طائفة عريضة من الآثار الجانبية المناوئة المحتملة فضلاً عن الفوائد المصاحبة والآثار غير المباشرة الناجمة عن السياسة المناخية لم تُحدد كمياً تحديداً جيداً (ثقة عالية). ومسألة ما إذا كانت الآثار الجانبية ستتحقق أو لا تتحقق، وإلى أي مدى تتحقق، هي مسألة تتغير من حالة إلى حالة ومن موقع إلى موقع، وذلك لأنها تعتمد على الظروف المحلية وحجم التنفيذ ونطاقه ووتيرته. وتشمل الأمثلة المهمة حفظ التنوع الأحيائي، وتوافر المياه، والأمن الغذائي، وتوزيع الدخل، وكفاءة النظام الضريبي، وتوافر اليد العاملة والعمالة، والامتداد الحضري، واستدامة نمو البلدان النامية. (الإطار TS.11)

وتؤدي بعض سياسات التخفيف إلى رفع أسعار بعض خدمات الطاقة ومن الممكن أن تعوق قدرة المجتمعات على زيادة إمكانية الحصول على خدمات الطاقة الحديثة بالنسبة للسكان الذين لا يحصلون على خدمات كافية (ثقة منخفضة). ومن الممكن تجنب هذه الآثار الجانبية المناوئة المحتملة باتباع سياسات تكميلية (ثقة متوسطة). والأهم في هذا الصدد أن نحو 1.3 بليون شخص في العالم لا يحصلون على الكهرباء وأن نحو 3 بلايين شخص يعتمدون على الوقود الصلب التقليدي لأغراض الطهي والتدفئة بما يترتب على ذلك من آثار سلبية شديدة على الصحة والنظم الإيكولوجية والتنمية. ويمثل توفير إمكانية الحصول على خدمات الطاقة الحديثة هدفاً مهماً من أهداف التنمية المستدامة. ومن المتوقع أن تكاليف تحقيق حصول الجميع تقريباً على الكهرباء والوقود النظيف لأغراض الطهي والتدفئة تتراوح من 72 إلى 95 بليون دولار أمريكي سنوياً حتى عام 2030 وأن تكون تأثيرات ذلك على غازات الاحتباس الحراري ضئيلة (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). والتحول عن استخدام الكتلة الحيوية التقليدية [13] وحرق الوقود الصلب بطريقة أكثر كفاءة يقللان انبعاثات ملوثات الهواء، من قبيل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، وأكاسيد النيتروجين (NOx)، وأحادي أكسيد الكربون (CO)، والكربون الأسود (BC)، ومن ثم يحققان فوائد صحية كبيرة (ثقة عالية): [4.3، 6.6، 7.9، 9.3، 9.7، 11.13.6، 16.8]

ويعتمد تأثير التخفيف على استخدام المياه على الاختيارات التكنولوجية وحافظة تدابير التخفيف (ثقة عالية). ومع أن التحول عن الطاقة الأحفورية إلى الطاقة المتجددة من قبيل الطاقة الكهربائية الضوئية (PV) أو طاقة الرياح يمكن أن يساعد على الحد من استخدام المياه في نظام الطاقة، فإن نشر مصادر

[13] تشير الكتلة الحيوية التقليدية إلى الكتلة الحيوية - خشب الوقود، والفحم النباتي، والمخلفات الزراعية، وروث الحيوانات - التي تُستخدم مع ما يسمى التكنولوجيات التقليدية من قبيل النار المكشوفة للطهي، والأفران البدائية، وأفران الصناعات الصغيرة (انظر مسرد المصطلحات).

الطاقة المتجددة الأخرى، من قبيل بعض أشكال الطاقة الكهرمائية، والطاقة الشمسية المركزة (CSP)، والطاقة الأحيائية قد تكون له آثار مناوئة على استخدام المياه. [6.6، 7.9، 9.7، 10.8، 11.13.6، 11.7]

وتبيّن سيناريوهات التخفيف والدراسات القطاعية أن إمكانية تحقيق فوائد مصاحبة لتدابير الاستخدام النهائي للطاقة عموماً تفوق الآثار الجانبية المناوئة المحتملة، في حين تشير الأدلة إلى أن ذلك قد لا ينطبق على جميع التدابير في قطاعي الإمداد بالطاقة والزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (ثقة عالية). (الجداول TS.4 إلى TS.8) [4.8، 5.7، 6.6، 7.9، 8.7، 9.7، 10.8، 11.7، 11.13.6، 12.8]

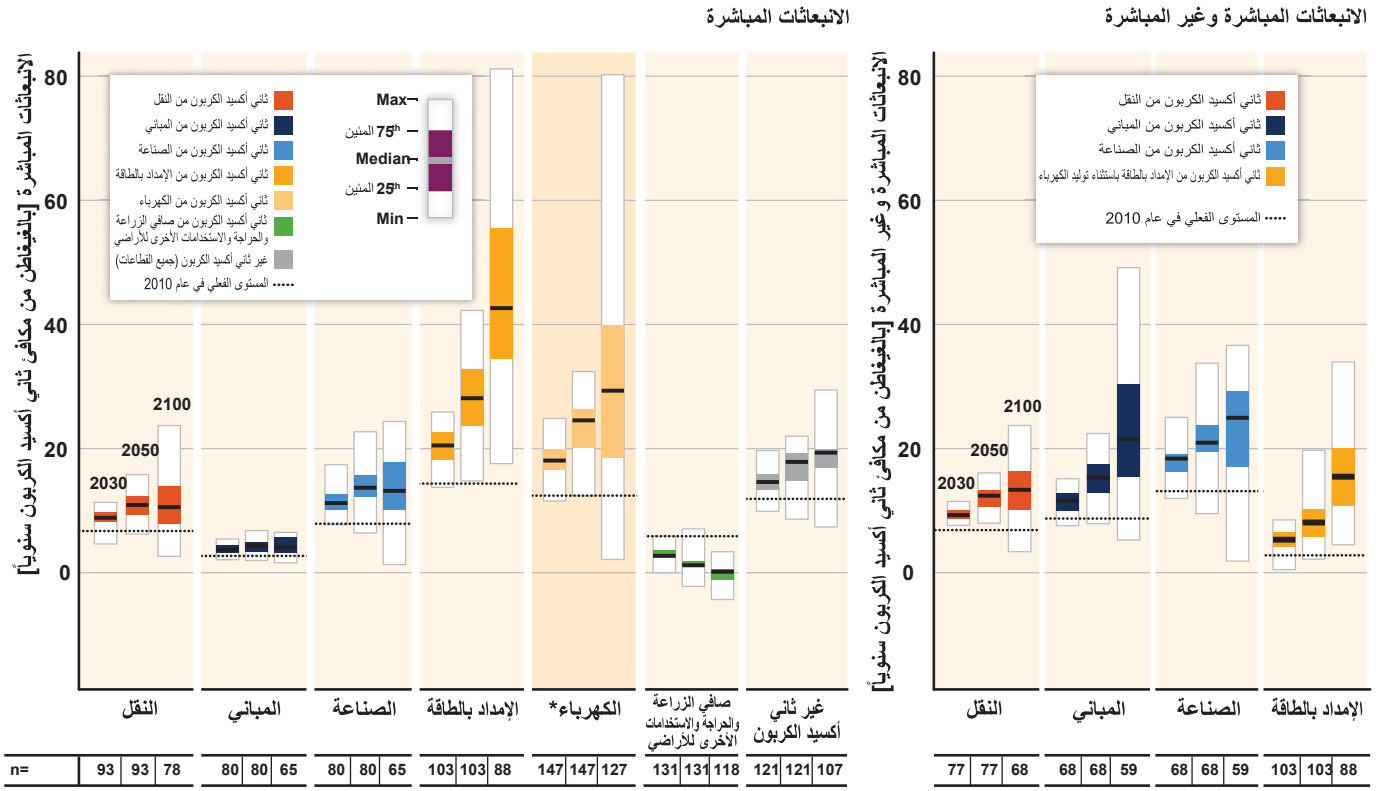
TS.3.2 تدابير التخفيف القطاعية والمشتركة بين القطاعات

تنتج انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ من مجموعة عريضة من الأنشطة البشرية، أبرزها تلك المرتبطة بالإمداد بالطاقة واستهلاكها وباستخدام الأراضي لإنتاج الأغذية ولأغراض أخرى. وتنشأ نسبة كبيرة من الانبعاثات في المناطق الحضرية. ومن الممكن تجميع خيارات التخفيف في ثلاثة قطاعات واسعة النطاق هي: (1) الإمداد بالطاقة، (2) قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة بما في ذلك النقل، والمباني، والصناعة، (3) الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي. والانبعاثات من المستوطنات البشرية والهياكل الأساسية تشملها هذه القطاعات المختلفة. وثمة ارتباط بين الكثير من خيارات التخفيف. وتعتمد المجموعة الدقيقة من إجراءات التخفيف المتخذة في أي قطاع على طائفة عريضة من العوامل، من بينها ما يتعلق بها من أبعاد اقتصادية، وهياكل سياساتية، وقيم معيارية، وصلات بأهداف سياسات أخرى. ويتناول القسم الأول المسائل المشتركة بين القطاعات بينما تتناول الأقسام الفرعية التالية القطاعات نفسها.

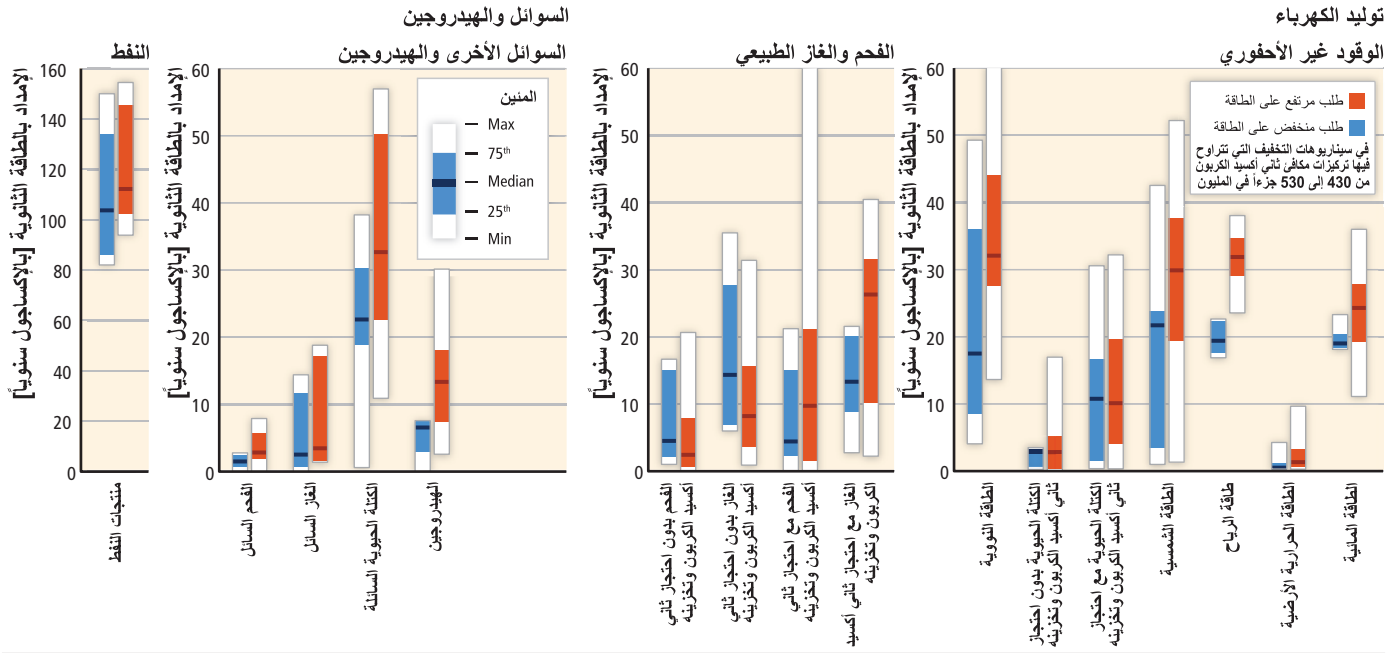
TS.3.2.1 مسارات وتدابير التخفيف المشتركة بين القطاعات

بدون وجود سياسات تخفيفية جديدة من المسقط أن تزيد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في جميع القطاعات، باستثناء انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصافية في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي [14] (أدلة قوية، اتفاق متوسط). ومن المتوقع أن تظل الانبعاثات من قطاع الإمداد بالطاقة هي المصدر الرئيسي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في سيناريوهات خط الأساس، بحيث تكون مسؤولة في نهاية المطاف عن الزيادات الكبيرة في الانبعاثات غير المباشرة من استخدام الكهرباء في قطاعي المباني والصناعة. وتقل إزالة الغابات في معظم سيناريوهات خط الأساس، مما يؤدي إلى حدوث انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصافية من قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي. وفي بعض السيناريوهات، يتحول قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي من مصدر للانبعاثات إلى مصرف (بالوعة) صاف للانبعاثات قرب نهاية القرن. (الشكل 6.8، 6.3.1.4) [TS.15]

[14] الانبعاثات الصافية لثاني أكسيد الكربون من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU) تشمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وعمليات إزالته من ذلك القطاع، بما يتضمن الأراضي الخاضعة للتحريج ، ويتضمن في بعض التقييمات مصارف (بالوعات) ثاني أكسيد الكربون الموجودة في التربة الزراعية.



الشكل TS.15 | الانبعاثات المباشرة (اللوحة اليسرى) والانبعاثات المباشرة وغير المباشرة (اللوحة اليمنى) لثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون في جميع القطاعات في سيناريوهات خط الأساس. وغازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون محوّلة إلى مكافئات لثاني أكسيد الكربون استناداً إلى القدرة على إحداث احترار عالمي على مدى فترة 100 عام المستقاة من تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (SAR) (انظر الإطار TS.5). ويلاحظ أن الانبعاثات من توليد الكهرباء فقط هي المنقولة في حالة الانبعاثات غير المباشرة من قطاع الإمداد بالطاقة إلى قطاع الاستخدام النهائي للطاقة. وفي اللوحة اليسرى تبيَّن الانبعاثات من قطاع الكهرباء (الكهرباء*) إضافة إلى الانبعاثات من قطاع الإمداد بالطاقة التي هي جزء منها، وذلك لتوضيح دورها الكبير على جانب الإمداد بالطاقة. وتشير الأرقام المبيّنة في أسفل اللوحتين إلى عدد السيناريوهات المدرجة في النطاقات المختلفة بين القطاعات والمختلفة زمنياً نتيجة لاختلاف درجات الاستبانة القطاعية والآفاق الزمنية للنماذج. [الشكل 6.34]



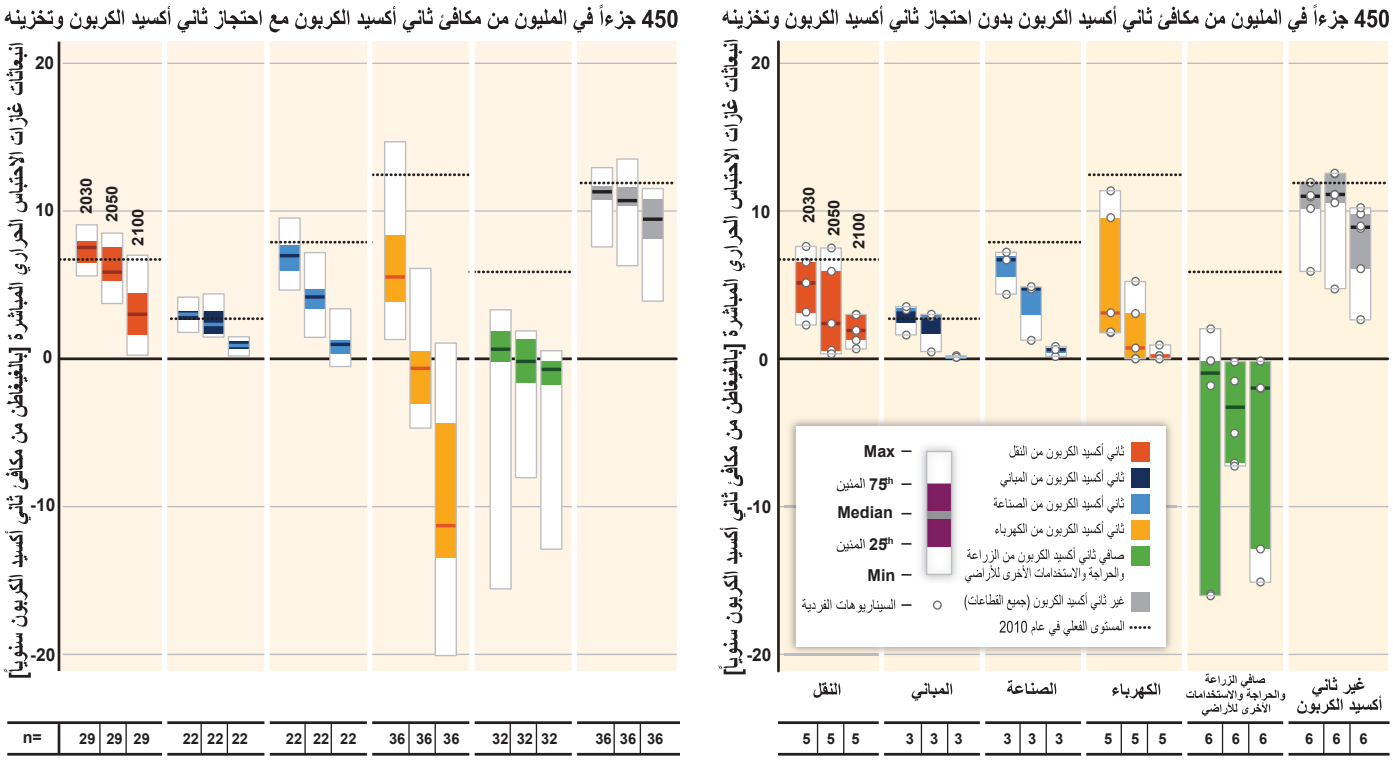
1	2	3	4
في سيناريوهات الطلب المرتفع على الطاقة يحدث توسع أسرع في تكنولوجيات السوائل والهيدروجين البديلة	تبين سيناريوهات الطلب المرتفع على الطاقة توسعاً أسرع في تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه لكنها تبيّن إنهاءً تدريجياً أسرع لتكنولوجيات تحويل الوقود الأحفوري بلا كابح	في سيناريوهات الطلب المرتفع على الطاقة يحدث توسع أسرع في تكنولوجيات السوائل والهيدروجين البديلة	تبيّن سيناريوهات الطلب المرتفع على الطاقة مستويات أعلى للإمدادات النفطية

الشكل TS.16 | تأثير الطلب على الطاقة على نشر تكنولوجيات الإمداد بالطاقة في عام 2050 في سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى ما يتراوح من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون (من 430 إلى 530) بحلول عام 2100. وتبيّن الأعمدة الزرقاء 'الطلب المنخفض على الطاقة' نطاق النشر في السيناريوهات التي يحدث فيها نمو محدود في الطاقة النهائية قدره 20> في المائة في عام 2050 مقارنة بعام 2010. وتبيّن الأعمدة الحمراء نطاق نشر التكنولوجيات في حالة 'الطلب المرتفع على الطاقة' (نمو قدره 20> في المائة في عام 2050 مقارنةً بعام 2010). وفيما يتعلق بكل تكنولوجيا، يُعرض التقدير المتوسط والربيْعي والنطاق الكامل للنشر. ملاحظات: استبعدت السيناريوهات التي تفترض وجود تقييدات للتكنولوجيا والسيناريوهات التي تكون فيها الطاقة النهائية في سنة الأساس خارجة عن مستوى ± 5 في المائة الخاص بالمخزونات في عام 2010. وتشمل النطاقات نتائج من نماذج متكاملة مختلفة كثيرة. وقد حُسب متوسط نتائج السيناريوهات المتعددة المستقاة من نفس النموذج تجنباً لحدوث تحيّزات في أخذ العينات؛ للاطلاع على مزيد من التفاصيل، انظر الفصل 6. [الشكل 7.11]

والتطورات في الهياكل الأساسية والمنتجات المعمّرة التي تحبس المجتمعات في مسارات انبعاثات كثيفة غازات الاحتباس الحراري قد يكون من الصعب تغييرها أو قد يكون تغييرها باهظ التكلفة، مما يعزز أهمية اتخاذ إجراءات مبكرة من أجل التخفيف الطموح (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). ويتضاعف خطر الانحباس هذا مع عمر الهياكل الأساسية، ومع الاختلاف في الانبعاثات المرتبطة بالبدائل، وضخامة تكلفة الاستثمار. ونتيجة لذلك، يكون الحد من الانحباس المرتبط بالهياكل الأساسية وبالتخطيط المكاني أمر بالغ الصعوبة. ومن ثم فإن تجنب الخيارات التي تؤدي إلى البقاء الدائم لأنماط الانبعاثات المرتفعة هو جانب مهم من جوانب استراتيجيات التخفيف في المناطق التي توجد فيها هياكل أساسية تتطور بسرعة. وفي المدن الناضجة أو الراسخة، تؤدي الأشكال الحضرية والهياكل الأساسية القائمة إلى تقييد الخيارات، وتحد من إمكانية إعادة تجهيزها أو تغييرها. ومع ذلك فإن المواد والمنتجات والهياكل الأساسية المعمّرة وذات الانبعاثات التي لا تدوم طويلاً يمكن أن تكفل حدوث انحباس إيجابي فضلاً عن تجنّب الانبعاثات من خلال الاستغناء عن الطابع المادي (أي، من خلال الحد من المدخلات المادية الكلية اللازمة لتقديم خدمة نهائية). [5.6.3، 6.3.6.4، 9.4، 10.4، 12.3، 12.4]

ومن المتوقع أن تكون نُهج التخفيف العامة والمشتركة بين القطاعات أكثر فعالية من حيث التكاليف وأكثر فعالية في خفض الانبعاثات مقارنةً بالسياسات القطاعية (ثقة متوسطة). ومن اللازم أن تستخدم سياسات التخفيف الفعالة من حيث التكاليف منظوراً عاماً من أجل مراعاة أوجه الترابط بين القطاعات الاقتصادية المختلفة ومن أجل تعظيم التآزرات. وسيتطلب تثبيت تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند أي مستوى في نهاية المطاف تخفيضات شديدة في الانبعاثات وتغيرات أساسية في كل من الاستخدام النهائي وجانب الإمداد من جوانب نظام الطاقة فضلاً عن تغيرات في ممارسات استخدام الأراضي وفي الممارسات الصناعية. وإضافة إلى ذلك، تواجه كثرة من تكنولوجيات الإمداد بالطاقة المنخفضة الكربون (بما في ذلك احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه) ومتطلباتها من حيث الهياكل الأساسية مشاكل من حيث القبول العام مما يحد من نشرها. وينطبق هذا أيضاً على تبنّي التكنولوجيات الجديدة، والتغيير الهيكلي والسلوكي، في قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع) [7.9.4، 8.7، 9.3.10، 9.8، 10.8، 11.3، 11.13]. وقد يكون لعدم القبول تداعيات ليس فحسب فيما يتعلق بالتخفيف في ذلك القطاع بعينه بل أيضاً فيما يتعلق بجهود التخفيف الأوسع نطاقاً.

وتحدد النماذج المتكاملة ثلاث فئات لتدابير التخفيف ذات الصلة بنظام الطاقة هي: إزالة الكربون من قطاع الإمداد بالطاقة، وتخفيضات الطلب على الطاقة النهائية، والتحول إلى نواقل للطاقة منخفضة الكربون، من بينها الكهرباء، في قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع) [6.3.4، 6.8، 7.11]. والنطاق العريض من خيارات التخفيف القطاعية المتاحة يتعلق أساساً بتحقيق تخفيضات في كثافة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وكثافة الطاقة، وإحداث تغيرات في النشاط (الجدول TS.3 [7.5، 8.3، 8.4، 9.3



الشكل TS.17 | الانبعاثات المباشرة لثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى في القطاعات المختلفة في سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون إلى نحو 450 (من 430 إلى 480) جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 باستخدام احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS) (اللوحة اليسرى) وبدون استخدام احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (اللوحة اليمنى). وتشير الأعداد المبيّنة أسفل الشكلين البيانيين إلى عدد السيناريوهات المدرجة في النطاقات التي تختلف بين القطاعات وزمنياً نتيجة لاختلاف درجات الاستبانة القطاعية والآفاق الزمنية للنماذج. وتشير النقاط البيضاء في اللوحة اليمنى إلى الانبعاثات في سيناريوهات فردية لإعطاء إحساس بالامتداد ضمن النطاقات المبيّنة نتيجة لصغر عدد السيناريوهات. [أشكال 6.35]

12.4، 10.4]. وتنطوي الخيارات المباشرة في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي على تخزين الكربون في النُظم الأرضية (مثلاً، من خلال زراعة الغابات) وتوفير المواد الأولية للطاقة الحيوية [11.3، 11.13]. وتوجد خيارات للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون في جميع القطاعات، ولكنها توجد على وجه الخصوص في قطاعات الزراعة، والإمداد بالطاقة، والصناعة.

وتمثل تخفيضات الطلب في قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة، التي تنتج، مثلاً، عن تحسين الكفاءة وتغيير السلوك، استراتيجية تخفيف رئيسية وتؤثر على نطاق مشاكل التخفيف المتعلقة بجانب الإمداد بالطاقة (ثقة عالية). فالحد من الطلب على الطاقة: (1) يزيد من الخيارات على صعيد السياسات بالحفاظ على المرونة في حافظة التكنولوجيا؛ (2) يخفّض الوتيرة اللازمة للتوسع في تكنولوجيات الإمداد بالطاقة المنخفضة الكربون ويحمي من التعرّض للمخاطر المتصلة بذلك على جانب الإمداد (الشكل TS.16)؛ (3) يتجنّب الانحباس في هياكل أساسية جديدة كثيفة الكربون، أو احتمال توقفها عن الأداء قبل الأوان؛ (4) يزيد إلى أقصى حد من الفوائد المصاحبة لأهداف سياسات أخرى، بالنظر إلى أن إمكانية وجود فوائد مصاحبة للتدابير المتخذة بشأن الاستخدام النهائي للطاقة تفوق إمكانية وجود آثار جانبية مناوئة وهو أمر قد لا ينطبق على جميع التدابير المتخذة على جانب الإمداد (انظر الجداول TS.4 إلى TS.8)؛ (5) يُزيد من فعالية التكلفة المتعلقة بالتحوّل (مقارنةً باستراتيجيات التخفيف التي توجد فيها مستويات أعلى للطلب على الطاقة) (ثقة متوسطة). ولكن حدوث انخفاضات في الطلب على الطاقة ليس مرجحا في البلدان النامية أو فيما يتعلق بالشرائح السكانية الأفقر التي تعتبر مستويات خدمات الطاقة التي تحصل عليها منخفضة أصلاً أو ملبّاة جزئياً فقط. [6.3.4، 6.6، 7.11، 10.4]

وللسلوك، وطريقة المعيشة، والثقافة تأثير كبير على استخدام الطاقة وما يرتبط به من انبعاثات، مع وجود إمكانية تخفيف مرتفعة في بعض القطاعات، لا سيما عندما تكون مكمّلة للتغيير التكنولوجي والهيكلي (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). فمن الممكن تحقيق خفض كبير في الانبعاثات من خلال: تغييرات في أنماط الاستهلاك (مثلاً، الحاجة إلى التنقل وطريقته، واستخدام الطاقة في إطار الأسر المعيشية، واختيار منتجات تدوم مدداً أطول)؛ وتغيير النظام الغذائي، والحد من هدر الأغذية؛ وتغيير طرائق المعيشة (مثلاً، تثبيت/ تخفيض الاستهلاك في بعض أكثر البلدان تقدماً، وتشاطر التغييرات في الاقتصاد والتغييرات السلوكية الأخرى التي تؤثر على النشاط) (الجدول 9.3، 9.2، 8.9، 8.1] (TS.3، والإطار 10.2، 10.4، 11.4، 12.4، 12.6، 12.7]

وتشير الأدلة المستقاة من سيناريوهات التخفيف إلى أن إزالة الكربون من إمدادات الطاقة شرط رئيسي لتثبيت تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند أقل من 580 جزءاً في المليون (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وفي معظم سيناريوهات التخفيف الطويلة الأجل التي لا تتجاوز فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون 580 جزءاً في المليون بحلول عام 2100، ستكون إمدادات الطاقة العالمية قد أزيل منها الكربون تماماً بحلول نهاية القرن الحادي

الجدول TS.3 | تدابير التخفيف القطاعية الرئيسية مصنّفة حسب استراتيجيات التخفيف الرئيسية (المبينة بخط داكن) والمؤشرات القطاعية المرتبطة بها (المشدد عليها باللون الأصفر) على النحو الذي تناقش به في الفصول 7 إلى 12

	خفض كثافة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	خفض كثافة الطاقة من خلال تحسين الكفاءة التقنية	تحسين كفاءة الإنتاج والموارد	تحسين كفاءة الهياكل والنُظم	التغير في مؤشرات النشاط
الطاقة [القسم 7.5]	**الانبعاثات/ مخرجات الطاقة الثانوية**	**مدخلات الطاقة/ مخرجات الطاقة**	**الطاقة المجسدة/ مخرجات الطاقة**	**–**	**استخدام الطاقة النهائية**
	زيادة نشر الطاقة المتجددة (RE)، والطاقة النووية، واحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (الطاقة الأحيائية)؛ وتغيير الوقود ضمن مجموعة أنواع الوقود الأحفوري؛ وخفض انبعاثات (الميثان) الهاربة في سلسلة الوقود الأحفوري	استخراج الوقود الأحفوري ونقله وتحويله؛ ونقل الكهرباء/ الحرارة/ الوقود والتوزيع، والتخزين؛ والحرارة والكهرباء المختلطتان (CHP) أو توليدهما المشترك (انظر المباني والمستوطنات البشرية)	الطاقة المجسّدة في الصناعة التحويلية المتعلقة باستخراج الطاقة، وتكنولوجيات التحويل والنقل والتوزيع	تلبية احتياجات التكامل	الطلب من قطاعات الاستخدام النهائي على نواقل الطاقة المختلفة (انظر النقل والمباني والصناعة)
النقل [8.3]	**الانبعاثات/ الطاقة النهائية**	**الطاقة النهائية/ خدمات النقل**	**–**	**حصص كل طريقة من طرائق النقل**	**مجموع المسافة المقطوعة سنوياً**
	كثافة كربون الوقود (بالميغاجول (MJ) من مكافئ ثاني أكسيد الكربون): تغيير الوقود بحيث يُستخدم وقود منخفض الكربون، ومن ذلك مثلاً توليد الكهرباء/ الهيدروجين من مصادر منخفضة الكربون (انظر الطاقة)؛ وأنواع وقود أحيائي محددة بطرائق مختلفة شتى (انظر الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي)	كثافة الطاقة (بالميغاجول للكيلومتر للركاب وبالطن في الكيلومتر): محركات وتصميمات للمركبات تتسم بالكفاءة؛ ونُظم للدفع وتصميمات أكثر تقدماً؛ واستخدام مواد أخف في صنع المركبات	الانبعاثات المجسدة أثناء صُنع المركبات؛ وكفاءة المواد؛ وإعادة تدوير المواد (انظر الصناعة)؛ والانبعاثات من الهياكل الأساسية على مدى عمرها (انظر المستوطنات البشرية)	تحولات في طرائق النقل عن المركبات ذات الأعباء الخفيفة (LDVs) إلى وسائل النقل العام، وركوب الدراجات/ المشي، وعن الطيران والمركبات ذات الأعباء الثقيلة (HDVs) إلى السكك الحديدية، والقيادة المراعية للنواحي الإيكولوجية؛ وتحسين لوجستيات نقل البضائع؛ وتخطيط النقل (الهياكل الأساسية)	تجنّب عمليات التنقل؛ وارتفاع معدلات الإشغال/ التحميل؛ وانخفاض الطلب على وسائل النقل؛ والتخطيط الحضري (انظر المستوطنات البشرية)
المباني [9.3]	**الانبعاثات/ الطاقة النهائية**	**الطاقة النهائية/ الطاقة المفيدة**	**الطاقة المجسدة/ طاقة التشغيل**	**لطاقة المفيدة/ خدمات الطاقة**	**الطلب على خدمات لطاقة**
	كثافة كربون الوقود (بالميغاجول من مكافئ ثاني أكسيد الكربون): تكنولوجيات طاقة أحيائية متكاملة للمباني؛ وتغيير الوقود بحيث يُستخدم وقود منخفض الكربون، الكهرباء مثلاً (انظر الطاقة)	كفاءة الأجهزة: التدفئة/ التبريد (غلايات وأجهزة تهوية وتكييف للهواء ومضخات حرارية عالية الأداء)؛ تسخين المياه؛ الطهي (مواقد متطورة تعمل بالطاقة الأحيائية)؛ والإضاءة؛ والأجهزة	عمر المباني؛ ودوام المكونات والمعدات والأجهزة؛ واختيار طاقة ومواد ذات انبعاثات منخفضة (أقل) في أعمال التشييد (انظر الصناعة)	الكفاءة النُظمية: عملية تصميم متكاملة؛ ومباني منخفضة الطاقة أو صفرية الطاقة؛ والتشغيل الآلي للمباني ووجود ضوابط لها؛ والتخطيط الحضري؛ وتدفئة/ تبريد المناطق والتوليد المشترك للحرارة والطاقة، والعدادات/ الشبكات الذكية؛ والإدخال في الخدمة	تغير السلوك (مثلاً ضبط نباتط تكييف درجة الحرارة، واستخدام الأجهزة) وتغيير أسلوب الحياة (مثلا نصيب الفرد من حجم المسكن، ووسائل الراحة التكيفية)
الصناعة [10.4]	**الانبعاثات/ الطاقة النهائية**	**الطاقة النهائية/ إنتاج المواد**	**مخرجات المواد/ مخرجات المنتجات**	**الطلب على المنتجات/ الطلب على الخدمات**	**الطلب على الخدمات**
	كثافة الانبعاثات: تخفيضات الانبعاثات من العمليات الصناعية؛ واستخدام النفايات (مثلاً النفايات الصلبة من المدن (MSW)/ مخلفات المجاري في أفران الإسمنت) واستخدام تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في الصناعة؛ والاستعاضة عن مركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs) وإصلاح التسربات؛ وتغيير الوقود من بين أنواع الوقود الأحفوري باستخدام كهرباء منخفضة الكربون (انظر الطاقة) أو الكتلة الحيوية (انظر الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي)	كفاءة الطاقة/ أفضل التكنولوجيات المتاحة: نُظم بخارية تتسم بالكفاءة؛ ونظم أفران وغلايات تتسم بالكفاءة؛ ومحركات كهربائية (مضخات ومراوح وضاغطات هواء وميردات ومعالجة للمواد) تتسم بالكفاءة ووجود نظم تحكّم إلكتروني؛ ومبادلات الحرارة (المخلفات)؛ وإعادة التدوير	كفاءة المواد: خفض فواقد الإنتاج؛ وابتكارات في عمليات التصنيع/ البناء، واتباع نُهج جديدة في عمليات التصميم، وإعادة استخدام المواد القديمة (مثلاً، الفولاذ الهيكلي)؛ وعمليات تصميم المنتجات (مثلا، تصميم سيارات خفيفة الوزن)؛ والاستعاضة بالرماد المتطاير عن خبث المواد	كفاءة المنتجات - الخدمات: زيادة كثافة استخدام المنتجات (مثلاً، تقاسم السيارة، واستخدام المنتجات من قبيل الملابس لمدة أطول، ومنتجات جديدة تعمّر مدة أطول	خفض الطلب، مثلاً، على منتجات من قبيل الملابس؛ ووجود أشكال بديلة للتنقل تؤدي إلى انخفاض الطلب على صُنع السيارات
المستوطنات البشرية [12.4]	**الانبعاثات/ الطاقة النهائية**	**الطاقة النهائية/ الطاقة المفيدة**	**المدخلات المادية في الهياكل الأساسية**	**الطاقة المفيدة/ خدمات الطاقة**	**نصيب الفرد من الطلب على الخدمات**
	إدماج مصادر الطاقة المتجددة الحضرية؛ وبرامج على النطاق الحضري لتغيير الوقود المستخدم	التوليد المشترك، التسلسل الحراري، استخدام النفايات في توليد الطاقة	إدارة إمدادات الهياكل الأساسية؛ وخفض مدخلات المواد الأولية في الهياكل الأساسية	شكل حضري مكثّف؛ وزيادة إمكانية الوصول؛ والاستخدام المختلط للأراضي	تزايد إمكانية الوصول؛ وانخفاض مدة الانتقال، وتزايد خيارات طرائق النقل

	لتحسينات على جانب الإمداد			التدابير المتخذة على جانب الطلب
الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي [AFOLU] [11.3]	**الانبعاثات/ المُنتج للمساحة أو للوحدة (المحفوظ، المعاد تخزينه)**			**نصيب الفرد من استهلاك المنتجات الحيوانية/ الزراعية**
	خفض انبعاثات: الميثان (مثلاً، إدارة الثروة الحيوانية) وأكسيد النيتروز (إدارة الأسمدة وروث الماشية) ومنع الانبعاثات في الغلاف الجوي بحفظ مجمّعات الكربون الموجودة في التربة أو في الغطاء النباتي (الحد من إزالة الغابات ومن تدهور الغابات، ومنع الحرائق/ التحكم فيها، والحراجة الزراعية)؛ وخفض كثافة الانبعاثات (غازات الاحتباس الحراري للوحدة من المنتج)	العزل: زيادة حجم مجمعات الكربون الموجودة، واستخراج ثاني أكسيد الكربون بذلك من الغلاف الجوي (مثلاً، زرع الغابات، وإعادة زرع الغابات، والنظم المتكاملة، وعزل الكربون في التربة)	الاستعاضة: بالمنتجات الحيوية عن الوقود الأحفوري أو المنتجات كثيفة الطاقة، والإقلال بذلك من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مثلاً، الإشعال المشترك باستخدام الكتلة الحيوية/ التوليد المشترك للحرارة والطاقة (انظر الطاقة)، والوقود الأحيائي (انظر النقل)، والمواقد التي تعمل باستخدام الكتلية الحيوية، ومنتجات العزل (انظر المباني)	التدابير على جانب الطلب: انخفاض فواقد ونفايات الأغذية؛ وحدوث تغيرات في النظم الغذائية البشرية بالاتجاه إلى تناول منتجات أقل كثافة من حيث الانبعاثات، واستخدام منتجات خشبية معمّرة

والعشرين مع اعتماد سيناريوهات كثيرة على إزالة صافية لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. ولكن، بالنظر إلى أن نُظم الإمداد القائمة حالياً تعتمد اعتماداً كبيراً على وقود أحفوري كثيف الكربون، فإن الانخفاضات في كثافة الطاقة قد تعادل أو تفوق إزالة الكربون من إمدادات الطاقة في الأجل القريب. ففي قطاعي المباني والصناعة، مثلاً، تشكل تحسينات الكفاءة استراتيجية مهمة لخفض الانبعاثات غير المباشرة من توليد الكهرباء (الشكل TS.15). وفي الأجل الطويل، يقترن الانخفاض في انبعاثات توليد الكهرباء بزيادة في حصة الكهرباء في الاستخدامات النهائية (مثلاً، تدفئة الأماكن والتسخين في العمليات الصناعية، وربما في بعض طرائق النقل). والتخفيضات الشديدة في الانبعاثات من قطاع النقل تكون عموماً هي آخر ما يحدث في دراسات النمذجة المتكاملة بسبب محدودية خيارات التحوّل إلى نواقل للطاقة منخفضة الكربون مقارنةً بقطاعي المباني والصناعة (الشكل 9.8، 8.9، 6.8، 6.3.4] (TS.17 7.11، 10.10، والشكل 6.17]

ويؤثر توافر تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على حجم مشاكل التخفيف في قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). [6.8، 7.11] وتوجد أوجه ترابط قوية في سيناريوهات التخفيف بين الوتيرة اللازمة لإزالة الكربون في قطاع الإمداد بالطاقة وقطاعات الاستخدام النهائي للطاقة. فإزالة الكربون بمعدل أسرع تتيح مزيداً من المرونة في قطاعات الاستخدام النهائي بوجه عام. ولكن العقبات التي تحول دون الإزالة على جانب الإمداد، التي تنجم مثلاً عن محدودية توافر تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه لتحقيق انبعاثات سلبية عندما تقترن بالطاقة الأحيائية، تتطلب إزالة أسرع وأوسع نطاقاً في قطاعات الاستخدام النهائي للطاقة في السيناريوهات التي تحقق مستويات تركيز منخفضة لمكافئ ثاني أكسيد الكربون (الشكل TS.17). وتوافر إمدادات كتلة أحيائية ناضجة ذات نطاق كبير من أجل الطاقة، أو توافر تكنولوجيات عزل الكربون في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، يوفر مرونة أيضاً فيما يتعلق باستحداث تكنولوجيات للتخفيف في قطاع الإمداد بالطاقة وقطاع الاستخدام النهائي لها [11.3] (أدلة محدودة، اتفاق متوسط)، وإن كان من المحتمل وجود آثار مناوئة لذلك على التنمية المستدامة.

ومن الممكن أن يساهم التخطيط المكاني في إدارة استحداث هياكل أساسية جديدة وزيادة الكفاءة على نطاق النظام القطاعي (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). فاستخدام الأراضي، واختيار وسيلة النقل، والإسكان، والسلوك هي أمور يوجد بينها ارتباط شديد وتشكلها الهياكل الأساسية والشكل الحضري. فالتخطيط المكاني والتخطيط المتعلق باستخدام الأراضي، من قبيل التقسيم المختلط للمناطق، والتنمية الموجهة نحو استخدام وسائل النقل، وزيادة الكثافة، وجعل فرص العمل والمنازل في مكان واحد هي أمور يمكن أن تساهم في التخفيف على نطاق القطاعات من خلال (1) الحد من الانبعاثات من الطلب على التنقل من أجل العمل ومن أجل تمضية وقت الفراغ على حد سواء، وتمكين وسائل النقل غير الآلية، (2) خفض المساحات التي تقام عليها أرضية المساكن، ومن ثم (3) خفض استخدام الطاقة المباشر وغير المباشر بوجه عام من خلال كفاءة إمدادات الهياكل الأساسية. ويمكن عن طريق تقليل مساحات المباني الحضرية واستكمال ملء الحيز المتاح داخل تلك المباني والتكثيف الذكي لها توفير أراضٍ للزراعة والطاقة الأحيائية والحفاظ على ما تحتويه الأراضي من مخزونات الكربون. [8.4، 9.10، 10.5، 11.10، 12.2، 12.3]

وتوجد أوجه ترابط بين التكيف والتخفيف على المستوى القطاعي وتتحقق فوائد من النظر في التكيف والتخفيف معاً (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). وثمة إجراءات تخفيفية معينة يمكن أن تؤثر على الهشاشة القطاعية في مواجهة المناخ، بالتأثير في التعرض للآثار المناخية وبتغيير القدرة على التكيف معها [8.5، 11.5]. ومن بين أوجه الترابط الأخرى الآثار المناخية على خيارات التخفيف، ومن قبيل هذه الخيارات حفظ الغابات أو إنتاج الطاقة الكهرمائية [7.7، 11.5.5].

وكذلك تأثيرات خيارات تكيف معيّنة، ومن قبيل هذه الخيارات تدفئة أو تبريد المباني أو إنشاء نُظم لزراعة محاصيل أكثر تنوعاً في قطاع الزراعة، على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والقسر الإشعاعي [11.5.4، 9.5]. وتتزايد الأدلة على وجود أوجه الترابط هذه في كل قطاع، وإن كان هناك ثغرات معرفية كبيرة تحول دون تحقيق نتائج متكاملة على المستوى المشترك بين القطاعات.

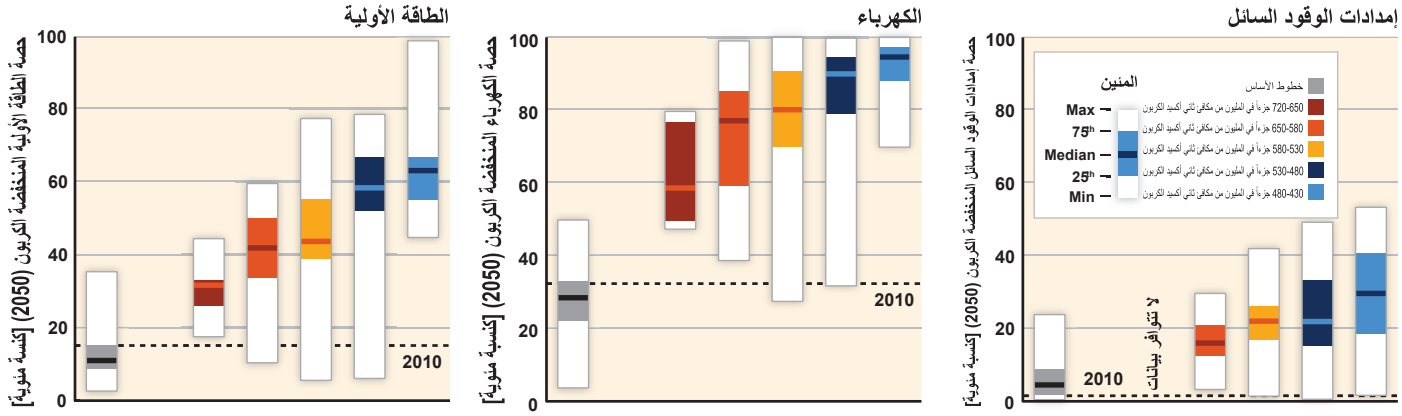
TS.3.2.2 الإمداد بالطاقة

قطاع الإمداد بالطاقة هو أكبر مساهم في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). فقد زادت تلك الانبعاثات السنوية من قطاع الإمداد بالطاقة على صعيد العالم في العقد الممتد من عام 2000 إلى عام 2010 بسرعة أكبر من زيادتها في العقد السابق؛ فقد تسارع معدل زيادتها من 1.7 في المائة خلال العقد 1990-2000 إلى 3.1 في المائة خلال العقد 2000-2010. والعوامل المساهمة في اتجاه التغير هذا هي تزايد الطلب على خدمات الطاقة وتزايد حصة الفحم في الخليط العالمي من الوقود. ويضم قطاع الطاقة، كما هو معرَّف في هذا التقرير، جميع عمليات استخراج الطاقة وتحويلها وتخزينها ونقلها وتوزيعها من أجل إيصالها إلى قطاعات الاستخدام النهائي (الصناعة، والنقل، والمباني، والزراعة والحراجة). [7.2، 7.3]

وفي سيناريوهات خط الأساس التي يرد تقييمها في تقرير التقييم الخامس تزيد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المباشرة من قطاع الإمداد بالطاقة من 14.4 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2010 إلى ما يتراوح من 24 إلى 33 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنويا في عام 2050 (من المئين الخامس والعشرين إلى المئين الخامس والسبعين؛ ويتراوح النطاق الكامل من 15 إلى 42 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً)، مع إظهار معظم سيناريوهات خط الأساس التي يرد تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس زيادة كبيرة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) (الشكل TS.15). وتهيمن على النهاية الدنيا للنطاق الكامل السيناريوهات التي تركز على تحسينات كثافة الطاقة التي تتجاوز بدرجة لا يُستهان بها ما لوحظ من تحسينات خلال الأعوام الأربعين الماضية. ولن يكون توافر الوقود الأحفوري وحده كافياً لقصْر درجة تركيز مكافئات ثاني أكسيد الكربون على مستويات من قبيل 450 جزءاً في المليون أو 550 جزءاً في المليون أو 650 جزءاً في المليون. [6.3.4، 6.8، 7.11، والشكل 6.15]

ويتيح قطاع الإمداد بالطاقة خيارات عديدة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتشمل هذه الخيارات تحسينات كفاءة الطاقة وتخفيضات الانبعاثات الهاربة في استخراج الوقود وفي نظم تحويل الطاقة وتوزيعها؛ وتغيير الوقود الأحفوري؛ وتكنولوجيات الإمداد بالطاقة ذات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة من قبيل الطاقة المتجددة (RE)، والطاقة النووية؛ واحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (الجدول TS.3)[7.5، 7.8.1، 7.11]

ويتطلب تثبيت تركيزات غازات الاحتباس الحراري عند مستويات منخفضة تحولاً أساسياً في نظام الإمداد بالطاقة، يشمل الإنهاء التدريجي الطويل الأجل لتكنولوجيات تحويل الوقود الأحفوري بلا كابح إلى كهرباء والاستعاضة عنها ببدائل ذات انبعاثات منخفضة من غازات الاحتباس الحراري (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). فتركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي لا يمكن تثبيتها إلا إذا بلغ (صافي) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية ذروة ثم انخفض نحو الصفر في الأجل الطويل. وتحسين كفاءة الطاقة في محطات القدرة التي تستخدم الوقود الأحفوري و/أو التحول عن الفحم إلى الغاز لن يكونا كافيين في حد ذاتهما لتحقيق ذلك. وسيكون وجود تكنولوجيات للإمداد بالطاقة ذات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة أمراً ضرورياً إذا كان المراد تحقيق هذا الهدف (الشكل TS.19) [7.5.1، 7.8.1، 7.11]



الشكل TS.18 | حصة الطاقة المنخفضة الكربون في مجموع قطاعات الإمداد بالطاقة الأولية، والكهرباء، والوقود السائل فيما يتعلق بعام 2050. وتبيّن الخطوط الأفقية المتقطعة الحصة المنخفضة الكربون فيما يتعلق بسنة 2010. وتشمل الطاقة المنخفضة الكربون الطاقة النووية، والطاقة المتجددة، والوقود الأحفوري مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS) والطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. [الشكل 7.14]

وإزالة الكربون (أي الحد من كثافة الكربون) في توليد الكهرباء هي عنصر رئيسي من عناصر استراتيجيات التخفيف الفعالة التكلفة في التثبيت عند مستويات منخفضة (من 430 إلى 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)؛ وفي معظم سيناريوهات النمذجة المتكاملة، تحدث إزالة الكربون بسرعة أكبر في قطاعات الكهرباء عنها في قطاعات المباني والنقل والصناعة (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع) (الشكل TS.17). وفي غالبية سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها التركيزات إلى نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100، تزيد حصة إمدادات الكهرباء المنخفضة الكربون (التي تشمل الطاقة المتجددة، والطاقة النووية، والوقود الأحفوري، مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، والطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه BECCS))) من الحصة الحالية البالغة 30 في المائة تقريباً إلى أكثر من 80 في المائة بحلول عام 2050، وينتهي توليد الكهرباء الذي يُستخدم فيه الوقود الأحفوري بدون احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه انتهاءً تاماً تقريبا بحلول عام 2100 (الشكلان TS.17 و TS.18) [7.14].

ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع، أظهرت تكنولوجيات كثيرة في مجال الطاقة المتجددة تحسينات كبيرة في الأداء وانخفاضات في التكلفة، وبلغ عدد متزايد من تكنولوجيات الطاقة المتجددة مستوى من النضج يتيح نشرها على نطاق كبير (أدلة قوية، اتفاق مرتفع)، وبعض التكنولوجيات قادرة بالفعل على المنافسة اقتصادياً في بيئات شتى. فالتكاليف المستوية لنُظم الطاقة الكهربائية الضوئية انخفضت بأكبر معدل فيما بين عامي 2009 و2012، ولوحظ وجود اتجاه تغير أقل تطرفا فيما يتعلق بتكنولوجيات أخرى كثيرة خاصة بالطاقة المتجددة. وفيما يتعلق بتوليد الكهرباء وحده، كانت الطاقة المتجددة تمثل أكثر قليلا من نصف القدرة الجديدة على توليد الكهرباء التي أضيفت على النطاق العالمي في سنة 2012، وكان يتصدرها النمو في طاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة الشمسية. وزادت أيضا الطاقة المتجددة اللامركزية لتلبية احتياجات الطاقة في الريف، وشمل ذلك خيارات شتى حديثة وتقليدية متقدمة تتعلق بالكتلة الحيوية وكذلك الطاقة المائية الصغيرة النطاق، والطاقة الكهربائية الضوئية، وطاقة الرياح. ومع ذلك، ما زالت تكنولوجيات كثيرة تتعلق بالطاقة المتجددة بحاجة إلى دعم مباشر (مثلاً، تعريفات إمدادات الطاقة (FITs)، والتزامات حصص الطاقة المتجددة، والمناقصات/العطاءات) و/أو دعم غير مباشر (مثلا، أسعار الكربون المرتفعة ارتفاعا كافيا والاستيعاب الداخلي للعوامل الخارجية الأخرى)، إذا كان المراد أن تزيد حصصها في السوق زيادة كبيرة. وقد نجحت السياسات المتعلقة بتكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع النمو الذي تحقق مؤخراً في الطاقة المتجددة. وتلزم سياسات تمكينية إضافية لمعالجة إدماجها في نظم الطاقة في المستقبل. (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) (الشكل TS.19) [7.5.1، 7.8.1، 7.11]

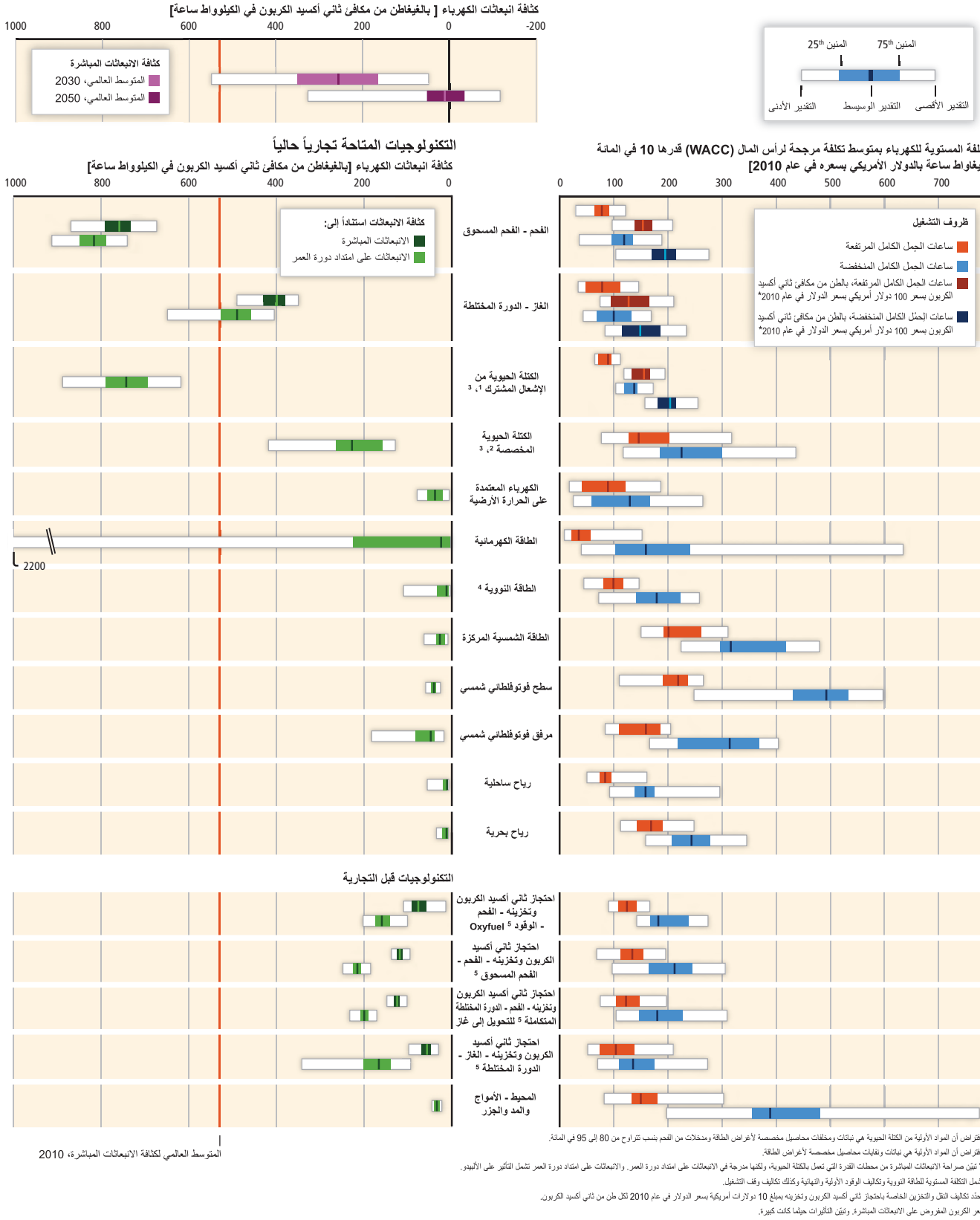
وكثيراً ما يقترن استخدام الطاقة المتجددة بفوائد مصاحبة، من بينها انخفاض تلوث الهواء، وتوافر فرص عمل محلية، وانخفاض عدد الحوادث الخطيرة مقارنة ببعض التكنولوجيات الأخرى للإمداد بالطاقة، وكذلك تحسّن الحصول على الطاقة وتحسُّن أمن الطاقة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) (الجدول TS.4). ولكن في الوقت نفسه قد تكون لبعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة آثار جانبية مناوئة تتعلق بالتكنولوجيا وبالموقع، وهي آثار يمكن الحد منها إلى درجة ما من خلال اختيار التكنولوجيا الملائمة، وإدخال تعديلات تشغيلية، وتحديد مواقع المرافق. [7.9]

وتختلف التحديات المتعلقة بالهياكل الأساسية والإدماج حسب تكنولوجيا الطاقة المتجددة وخصائص نظام الطاقة القائم (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). وتبيّن خبرة التشغيل ودراسات التغلغلات المتوسطة إلى العالية للطاقة المتجددة أن مسائل الإدماج يمكن إدارتها باستخدام أدوات تقنية ومؤسسية شتى. وتزداد صعوبة هذه المسائل مع تزايد تغلغلات الطاقة المتجددة، ويجب أن تُدرس بعناية عند التخطيط للإمداد بالطاقة وفي عمليات الإمداد نفسها لكفالة توافر إمدادات طاقة موثوقة، وقد تسفر عن تكاليف أعلى [7.6، 7.8.2]

والطاقة النووية هي مصدر ناضج ومنخفض انبعاثات الاحتباس الحراري لتوليد طاقة الحمل الأساسي، ولكن حصتها في توليد الكهرباء على نطاق العالم آخذه في التدني (منذ عام 1993). ومن الممكن أن تسهم الطاقة النووية إسهاماً متزايداً في إمدادات الطاقة المنخفضة الكربون، ولكن توجد طائفة متنوعة من العقبات والمخاطر (أدلة قوية، اتفاق مرتفع) (الشكل TS.19). وتمثل القدرة المولدة من الطاقة النووية 11 في المائة من توليد الكهرباء على نطاق العالم في عام 2012، بعد أن كانت تمثل 17 في المائة في عام 1993. ومن الممكن أن يحسّن تسعير العوامل الخارجية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري (تسعير الكربون) قدرة محطات الطاقة النووية على المنافسة [7.2، 7.8.1، 7.5.4، 7.12]

وتشمل العقبات والمخاطر المقترنة بتزايد استخدام الطاقة النووية المخاطر التشغيلية والشواغل المرتبطة بها بشأن السلامة، ومخاطر استخراج اليورانيوم، والمخاطر المالية والتنظيمية، والمسائل المتعلقة بإدارة النفايات التي لم يُوجد لها حل حتى الآن، والشواغل المتعلقة بانتشار الأسلحة النووية، والرأي العام المناوئ (أدلة قوية، اتفاق مرتفع) (الجدول TS.4). ويجري استحداث دورات وقود جديدة وتكنولوجيات جديدة للمفاعلات تعالج بعض هذه المسائل، كما تحقق تقدم بشأن السلامة والتخلص من النفايات. وقد أظهرت دراسة سيناريوهات التخفيف التي لا تتجاوز فيها الانبعاثات 580 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون أن استبعاد الطاقة النووية

السيناريوهات التي تصل فيها الانبعاثات إلى ما يتراوح من 430 إلى 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 في النماذج المتكاملة



1 بافتراض أن المواد الأولية من الكتلة الحيوية هي نباتات ومخلفات محاصيل مخصصة لأغراض الطاقة ومدخلات من الفحم بنسب تتراوح من 80 إلى 95 في المائة.
2 بافتراض أن المواد الأولية هي نباتات ونفايات محاصيل مخصصة لأغراض الطاقة.
3 لا تبيّن صراحة الانبعاثات المباشرة من محطات القدرة التي تعمل بالكتلة الحيوية، ولكنها مدرجة في الانبعاثات على امتداد دورة العمر. والانبعاثات على امتداد دورة العمر تشمل التأثير على الأليبيدو.
4 تشمل التكلفة المستوية للطاقة النووية وتكاليف الوقود الأولية والنهائية وكذلك تكاليف وقف التشغيل.
5 تحدّد تكاليف النقل والتخزين الخاصة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بمبلغ 10 دولارات أمريكية بسعر الدولار في عام 2010 لكل طن من ثاني أكسيد الكربون.
* سعر الكربون المفروض على الانبعاثات المباشرة. وتبيّن التأثيرات حيثما كانت كبيرة.

الشكل TS.19 | الانبعاثات المباشرة المحددة والانبعاثات على امتداد دورة العمر (بالغيغا من مكافئ ثاني أكسيد الكربون للكيلوواط ساعة (Kwh)) والتكلفة المستوية للكهرباء (LCOE) للميغاواط ساعة بالدولار الأمريكي بسعره في عام 2010 في تكنولوجيات شتى لتوليد الكهرباء (انظر المرفق الثالث - 2 للاطلاع على بيانات وافتراضات والمرفق الثاني - 3-1 و 9-3 للاطلاع على المسائل المتعلقة بالمنهجية). ويبين الرسم البياني العلوي المتوسطات العالمية للانبعاثات المباشرة المحددة لثاني أكسيد الكربون (بالغيغا من ثاني أكسيد الكربون/ كيلوواط ساعة) من توليد الكهرباء في عامي 2030 و 2050 لمجموعة السيناريوهات التي تتراوح فيها الانبعاثات من نحو 450 جزءاً في المليون إلى نحو 500 جزء في المليون (بتراوح النطاق من 430 إلى 530 جزءاً في المليون) من مكافئ ثاني أكسيد الكربون الواردة في قاعدة بيانات سيناريوهات مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس (انظر المرفق الثاني - 10). ويبيّن كخط رأسي المتوسط العالمي لانبعاثات ثاني أكسيد كربون مباشرة محددة (بالغيغا من ثاني أكسيد الكربون للكيلوواط ساعة) من توليد الكهرباء في عام 2010. ملاحظة: قابلية التكلفة المستوية للكهرباء للمقارنة محدودة. للاطلاع على تفاصيل عن المسائل العامة المتعلقة بالمنهجية والتغيير انظر المرفقات كما هو مذكور أعلاه. CCS: احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه؛ IGCC: الدورة المختلطة المتكاملة للتحويل إلى غاز؛ PC: الفحم المسحوق؛ PV: الكهربائية الضوئية؛ WACC: متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال. [الشكل 7.7]

الجدول TS.4 | لمحة عامة عن الفوائد المصاحبة المحتملة (الأسهم الخضراء) والآثار الجانبية المناوئة (الأسهم البرتقالية) لتدابير التخفيف الرئيسية في قطاع الإمداد بالطاقة؛ وتشير الأسهم المتجهة إلى أعلى أو إلى أسفل إلى تأثير إيجابي أو سلبي على الهدف أو الشاغل المعني؛ أما علامة الاستفهام (؟) فهي تشير إلى تأثير صافٍ غير مؤكد. وتتوقف الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة على الظروف المحلية وكذلك على الممارسة المتعلقة بالتنفيذ ووتيرته ونطاقه. للاطلاع على التأثيرات المحتملة للإمداد بالكتلة الحيوية قبل الإنتاج لأغراض الطاقة الأحيائية، انظر الجدول TS.8. وللاطلاع على تقييم للتأثيرات المشتركة بين القطاعات فيما يتعلق بالاقتصاد الكلي المرتبطة بسياسات التخفيف (مثلاً، على أسعار الطاقة، والاستهلاك والنمو، والتجارة)، انظر، مثلاً، الأقسام 3.9، و 6.3.6، و 13.2.2.3، و 14.4.2. وتشير محددات عدم اليقين الواردة بين أقواس معقوفة إلى مستوى الأدلة والاتفاق بشأن التأثيرات المعنية (انظر TS.1). ومختصرات الأدلة هي م = محدودة، ت = متوسطة، و ق = قوية، أما مختصرات الاتفاق فهي م = منخفض، و ت = متوسط، و ر = مرتفع. [الجدول 7.3]

إمدادات الطاقة	التأثير على أهداف/شواغل إضافية			
	الاقتصادي	الاجتماعي	البيئي	غير ذلك
الاستعاضة بالطاقة النووية عن توليد الطاقة باستخدام الفحم	↑ أمن الطاقة (انخفاض التعرض لتقلب أسعار الوقود) (ت / ت) ↑ التأثير على العمالة المحلية (ولكن التأثير الصافي غير مؤكد) (م / ت) ↑ تكلفة تركة المناجم والمفاعلات المهجورة	التأثير الصحي من خلال ↓ تلوث الهواء وحوادث استخراج الفحم (ت / ر) ↑ الحوادث النووية ومعالجة النفايات، واستخراج اليورانيوم وطحنه (ت / م) ↑ الشواغل المتعلقة بالسلامة والنفايات (ق / ر)	التأثير على النظم الإيكولوجية من خلال ↓ تلوث الهواء (ت / ر) استخراج الفحم (م / ر) ↑ الحوادث النووية (ت / ت)	مخاطر الانتشار (ت / ت)
الاستعاضة بالطاقة المتجددة (الرياح، الكهربائية الضوئية، الطاقة الشمسية المركزة (csp)، المائية، الحرارية الأرضية، الطاقة الأحيائية) عن الفحم	↑ أمن الطاقة (كفاية الموارد، التنوع في الأجل القريب/ المتوسط) (ق/ ت) ↑ التأثير على العمالة المحلية (ولكن التأثير الصافي غير مؤكد) (ت/ ت) ↑ الري، التحكم في الفيضانات، الملاحة البحرية، توافر المياه (من أجل استخدام الخزانات والأنهار المنظمة في أغراض متعددة) (ت / ر) ↑ تدابير إضافية لتلبية الطلب (على الطاقة الكهربائية الضوئية، والريحية، وقدر من الطاقة الشمسية المركزة	التأثير الصحي من خلال ↓ تلوث الهواء (باستثناء الطاقة الأحيائية) (ت / ر) ↓ حوادث استخراج الفحم (ت/ ر) ↑ المساهمة في الحصول على الطاقة (من خارج الشبكة) (ت / ن) ? الشواغل بشأن قبول الجمهور لمشاريع محددة (مثلاً، بروز طاقة الرياح) (م / ت) ↑ خطر التشريد (في حالة استخدام الطاقة المائية على نطاق كبير) (ت /ر)	التأثير على النظم الإيكولوجية من خلال ↓ تلوث الهواء (باستثناء الطاقة الإحيائية (ت / ر) ↓ استخراج الفحم (م / ر) ↑ التأثير على المونل (فيما يتعلق ببعض محطات الطاقة المائية) ↑ (ت / ت) ↓ استعمال المياه (فيما يتعلق بطاقة الرياح والطاقة الكهربائية الضوئية) (ت / ت) ↑ استعمال المياه (فيما يتعلق بالطاقة الأحيائية، والطاقة الشمسية المركزة، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة المائية للخزانات) (ت / ر)	زيادة استخدام الفلزات البالغة الأهمية في توربينات الطاقة الكهربائية الضوئية والتوربينات التي تعمل بدفع الرياح المباشر (ق / ت)
الاستعاضة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون الأحفوري وتخزينه عن الفحم	↑↑ الحفظ مقابل انحباس رأس المال البشري والمادي في صناعة الوقود الأحفوري (ت/ ت)	التأثير الصحي من خلال ↑ مخاطر تسرب ثاني أكسيد الكربون (ت / ت) في أنشطة ما قبل الإنتاج في سلسلة الإمداد (ت/ ر) ↑ الشواغل المتعلقة بالسلامة (تخزين ثاني أكسيد الكربون ونقله (ت/ ر)	↑ التأثير على النظم الإيكولوجية من خلال الأنشطة المتعلقة بسلسلة الإمداد قبل الإنتاج (ت / ت) ↑ استعمال المياه (ت / ر)	الرصد الطويل الأجل لتخزين ثاني أكسيد الكربون (ت / ر)
الاستعاضة بالطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه عن الفحم	انظر احتجاز ثاني أكسيد الكربون الأحفوري وتخزينه عند الانطباق. وللاطلاع على التأثير المحتمل للإمداد بالطاقة الأحيائية قبل الإنتاج، انظر الجدول TS.8.			
منع تسرب الميثان أو احتجازه أو معالجته	↑ أمن الطاقة (إمكانية استخدام الغاز في بعض الحالات) (م/ ر)	التأثير الصحي من خلال ↓ انخفاض تلوث الهواء (ت / ت) ↑ السلامة المهنية في مناجم الفحم (ت/ ت)	↓ التأثير على النظم الإيكولوجية من خلال خفض تلوث الهواء (م/ ت)	

من حافظة التكنولوجيات المتاحة سوف يسفر عن زيادة طفيفة فقط في تكاليف التخفيف مقارنة بحافظة التكنولوجيات الكاملة (الشكل TS.13). وفي حالة تقييد التكنولوجيات الأخرى، من قبيل احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، سيحدث توسّع في دور الطاقة النووية.] [6.3.6، 7.5.4، 7.8.2، 7.9، 7.11]

ويمكن الحد كثيراً من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من إمدادات الطاقة بالاستعاضة عن محطات الكهرباء في العالم التي تعمل عادة بالفحم بمحطات حديثة عالية الكفاءة مختلطة الدورات تعمل بالغاز الطبيعي أو بمحطات تجمع بين الحرارة والكهرباء (CHP)، بشرط أن يكون الغاز الطبيعي متوافراً وأن تكون الانبعاثات الهاربة المرتبطة بالاستخراج والإمداد منخفضة أو مخففة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وفي سيناريوهات التخفيف التي تصل فيها التركيزات إلى نحو 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 يكون توليد الكهرباء بالغاز الطبيعي بدون احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بمثابة تكنولوجيا وسيطة، يتزايد انتشارها قبل أن يبلغ ذروة ثم ينخفض إلى ما دون المستويات الحالية بحلول عام 2050 ويزداد انخفاضاً بعد ذلك في النصف الثاني من القرن (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). [7.5.1، 7.8، 7.9، 7.11، 7.12]

وبإمكان تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS) أن تقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من محطات الوقود الأحفوري على امتداد دورة عمرها (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). وعلى الرغم من وجود جميع مكونات النظم المتكاملة لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه واستخدامها حالياً من جانب صناعة استخراج الوقود الأحفوري وتكريره، لم تطبق حتى الآن تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على نطاق كبير في محطات كهرباء تجارية تستخدم الوقود الأحفوري. ومن الممكن أن تشاهد في السوق محطات كهرباء تستخدم تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه إذا كانت هناك لائحة تنظيمية تقتضي من منشآت الوقود الأحفوري أن تستخدمها أو إذا أصبحت تلك التكنولوجيا قادرة على منافسة التكنولوجيات المناظرة لها التي لا كابح لها، مثلاً إذا جرى التعويض عن التكاليف الإضافية الخاصة بالاستثمار والتشغيل التي تواجهها المحطات التي تستخدم تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، الناجمة جزئياً عن انخفاضات الكفاءة، بأسعار للكربون عالية بدرجة كافية (أو دعم مالي مباشر). وعدا عن الحوافز الاقتصادية، يُعتبر وجود لوائح تنظيمية جيدة التحديد بشأن المسؤوليات عن التخزين في الأجلين القصير والطويل أمراً أساسياً لنشر تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على نطاق كبير في المستقبل. [7.5.5]

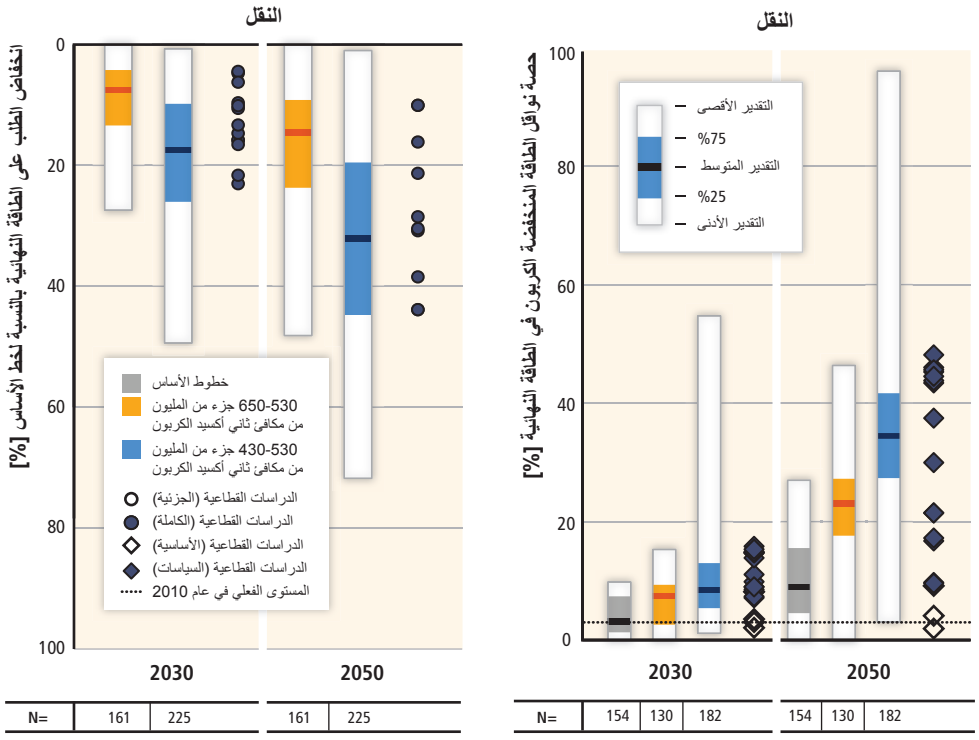
وتشمل العقبات التي تحول دون نشر تكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه الشواغل المتعلقة بالسلامة التشغيلية لتخزين ثاني أكسيد الكربون وسلامته هو نفسه في الأجل الطويل، وكذلك مخاطر نقله، وما يلزم له من توسّع في الهياكل الأساسية (أدلة محدودة، اتفاق متوسط) (الجدول TS.4). ولكن ثمة مجموعة متزايدة من البحوث التي تتناول كيفية ضمان سلامة آبار ثاني أكسيد الكربون، والعواقب المحتملة لحدوث تصاعد في مستوى الضغط داخل تكوين جيولوجي (من قبيل حفزه على النشاط الاهتزازي)، والآثار المحتملة على صحة الإنسان وعلى البيئة التي تنجم عن خروج ثاني أكسيد الكربون من منطقة الحقن الأولي (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). [7.5.5، 7.9، 7.11]

ويتيح الجمع بين الطاقة الأحيائية واحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (BECCS) إمكانية توافر إمدادات طاقة ذات انبعاثات سلبية صافية كبيرة النطاق تؤدي دوراً مهماً في كثير من سيناريوهات التثبيت عند مستوى منخفض، بينما تنطوي على تحديات ومخاطر (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). وحتى عام 2050، تقدر الدراسات المتدرجة من أسفل إلى أعلى أن الإمكانية الاقتصادية تتراوح من 2 إلى 10 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً [11.13]. وتبيّن بعض سيناريوهات التخفيف زيادة في انتشار الجمع بين الطاقة الأحيائية واحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه قرب نهاية القرن. وتشمل التحديات والمخاطر التكنولوجية تلك المرتبطة بتوفير الكتلة الحيوية التي تستخدم في مرفق احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في مرحلة ما قبل الإنتاج، وكذلك تلك المرتبطة بتكنولوجيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه نفسها. وفي الوقت الحالي، لم تموَّل مشاريع كبيرة النطاق في هذا الصدد [6.9، 7.5.5، 7.9، 11.13]

TS.3.2.3 النقل

منذ صدور تقرير التقييم الرابع زادت الانبعاثات في قطاع النقل العالمي على الرغم من استخدام مركبات (برية وحديدية وسفن وطائرات) وسياسات أكثر كفاءة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). ويهيمن النقل البري على الانبعاثات بوجه عام ولكن الطيران يمكن أن يؤدي دوراً متزايد الأهمية في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الكلية في المستقبل. [8.1، 8.3، 8.4]

وقد كان قطاع النقل العالمي مسؤولاً عن 27 في المائة من استخدام الطاقة النهائي وعن 6.7 غيغاطن من الانبعاثات المباشرة لثاني أكسيد الكربون في عام 2010، ومن المتوقع أن تزيد انبعاثات خط الأساس من ثاني أكسيد الكربون إلى ما يتراوح من 9.3 إلى 12 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنويا في عام 2050 (المئين الخامس والعشرين إلى المئين الخامس والسبعين، والنطاق الكامل الذي يتراوح من 6.2 إلى 16 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً)؛ وتتوقع معظم سيناريوهات خط الأساس الوارد تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس حدوث زيادة كبيرة (أدلة متوسطة / اتفاق متوسط) (الشكل TS.15). ومالم يتم تنفيذ سياسات صارمة، قد تزيد انبعاثات قطاع النقل بسرعة أكبر مما يحدث في قطاعات الاستخدام النهائي الأخرى للطاقة وقد تفضي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بأكثر من الضعف بحلول عام 2050 [6.8، 8.9، 8.10]



الشكل TS.20 | انخفاض الطلب على الطاقة النهائية بالنسبة إلى خط الأساس (اللوحة اليسرى) وحصة استحداث نواقل للطاقة النهائية منخفضة الكربون في الطاقة النهائية (بما في ذلك الكهرباء، والهيدروجين، والوقود الأحيائي السائل؛ اللوحة اليمنى) في قطاع النقل بحلول عامي 2030 و 2050 في سيناريوهات التخفيف من ثلاثة نطاقات تركيز مختلفة لمكافئ ثاني أكسيد الكربون مبينة في المخططات الصندوقية (انظر القسم 6.3.2) مقارنة بالدراسات القطاعية المبينة في الأشكال الوارد تقييمها في الفصل 8. وتناظر الدوائر المصمتة الدراسات القطاعية ذات التغطية القطاعية الكاملة [الشكلان 6.37، 6.38]

ومع أن النمو المستمر في نشاط نقل الركاب والبضائع يشكل تحدياً لتخفيضات الانبعاثات في المستقبل، تشير تحليلات كل من الدراسات القطاعية والدراسات المتكاملة إلى وجود إمكانية أكبر للتخفيف في قطاع النقل مقارنة بما هو مذكور في تقرير التقييم الرابع (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). فنصيب الفرد من الطلب على طاقة النقل في الاقتصادات النامية والصاعدة أقل بكثير منه في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ولكن من المتوقع أن يزيد بمعدل أسرع كثيراً في العقود المقبلة نتيجة لارتفاع الدخل وتطوير الهياكل الأساسية. ومن ثم تبين سيناريوهات خط الأساس زيادات في الطلب على الطاقة في قطاع النقل من عام 2010 حتى عام 2050 وما بعده. ولكن سيناريوهات التخفيف القطاعية والمتكاملة تبيّن إمكانية حدوث انخفاضات في الطلب على الطاقة بنسب تتراوح من 10 إلى 45 في المائة بحلول عام 2050 بالنسبة إلى خط الأساس (الشكل TS.20، اللوحة اليسرى) (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) [6.8.4، 8.9.1، 8.9.4، 8.12، والشكل 8.9.4]

ووجود توليفة من أنواع شتى من وقود منخفض الكربون، واستيعاب تكنولوجيات تحسين أداء المركبات والمحركات، وتغيير السلوكيات الذي يفضي إلى تجنب القيام برحلات وحدوث تحولات في طرق الانتقال، وتوظيف استثمارات في الهياكل الأساسية ذات الصلة، وحدوث تغيرات في بيئة المباني، كلها أمور تتيح إمكانية تخفيف مرتفعة (ثقة عالية) [8.3، 8.8]. ومن الممكن خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة (من الصهريج إلى العجلة) الناتجة عن نقل الركاب والبضائع من خلال ما يلي:

- استخدام وقود ذي كثافة كربونية أقل (مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل ميغاجول)؛
- خفض كثافة طاقة المركبات (ميغاجول للركاب في الكيلومتر أو ميغاجول /طن في الكيلومتر)؛
- تشجيع التحول في وسائل النقل إلى نظم لنقل الركاب والبضائع منخفضة الكربون مقرونة بالاستثمار في الهياكل الأساسية والشكل الحضري الأكثر تركيزاً؛
- تجنّب رحلات التنقل حيثما أمكن (الجدول TS.3).

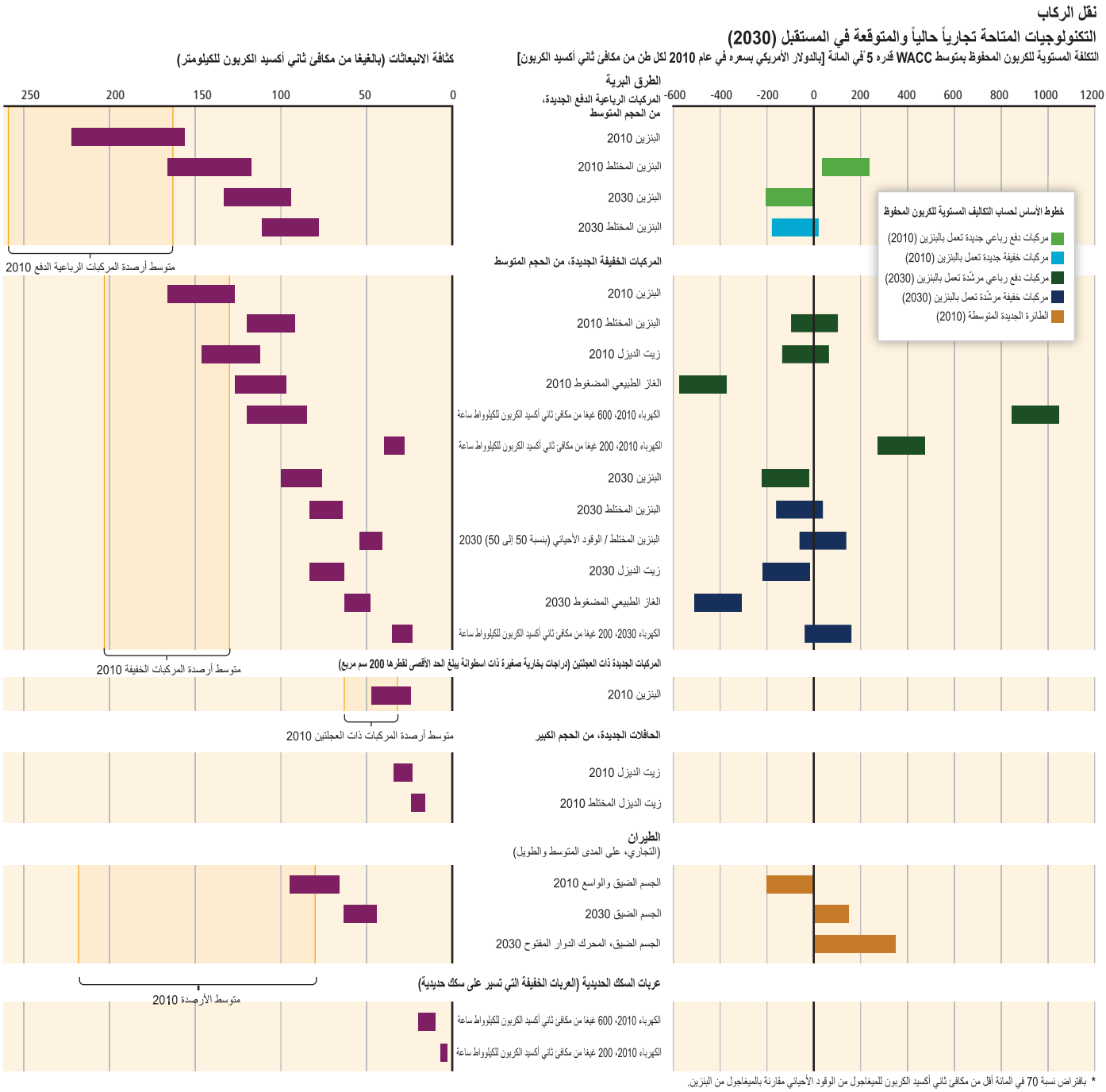
وتشمل استراتيجيات التخفيف القصيرة الأجل الأخرى الحد من الكربون الأسود (BC)، وتأثيرات تكاثف الانبعاثات الناجمة عن الطيران، وانبعاثات أكاسيد النتروجين (NOx). [8.4].

والاستراتيجيات الرامية إلى الحد من كثافة الكربون في الوقود ومعدل خفض كثافة الكربون تقيدهما التحديات المرتبطة بتخزين الطاقة وكثافة الطاقة المنخفضة نسبياً في وقود النقل المنخفض الكربون؛ وتتفق الدراسات المتكاملة والدراسات القطاعية بوجه عام على وجود فرص لتغيير الوقود في الأجل القصير وعلى أن تلك الفرص ستزيد بمرور الوقت (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) (الشكل TS.20، اللوحة اليمنى). ويمكن أن تساعد التكنولوجيات الكهربائية والهيدروجينية وبعض تكنولوجيات الوقود الأحيائي على الحد من كثافة الوقود الكربونية، ولكن مجموع إمكاناتها التخفيفية غير مؤكد إلى حد كبير (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). وتزيد حصة الوقود المكون أساساً من الميثان بالفعل في المركبات البرية والمائية. وينطوي استخدام الكهرباء المنتجة من مصادر منخفضة الكربون على إمكانية في الأجل القريب في السكك الحديدية الكهربائية وعلى إمكانية الاستخدام في الأجل القصير إلى الأجل المتوسط مع انتشار الحافلات الكهربائية والمركبات البرية الخفيفة وذات العجلتين. ويشكل الوقود الهيدروجيني المستمد من مصادر منخفضة الكربون خيارات أطول أجلا. ويوفر بالفعل الوقود الأحيائي السائل والغازي المتاح تجاريا فوائد مصاحبة إلى جانب خيارات التخفيف التي يمكن أن تزيد مع تزايد أوجه التقدم التكنولوجي، لا سيما استخدام الوقود الأحيائي مع المنتجات النفطية في الطائرات. والحد من انبعاثات الجسيمات (ومن بينها الكربون الأسود) والأوزون التروبوسفيري، وسلائف الهباء الجوي (ومن بينها أكاسيد النتروجين) يمكن أن تكون له فوائد مصاحبة من حيث صحة الإنسان ومن حيث التخفيف في الأجل القصير (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). وحتى عام 2030، تتوقع غالبية الدراسات المتكاملة استمرار الاعتماد على الوقود السائل والغازي، المدعوم بزيادة في استخدام الوقود الأحيائي. وأثناء النصف الثاني من القرن، تبيّن أيضا دراسات متكاملة كثيرة استخدام حصص كبيرة من الكهرباء و/أو الهيدروجين في تزويد المركبات الكهربائية والمركبات الخفيفة (LDVs) التي تعمل بخلايا وقودية بما يلزمها من الوقود [8.2، 8.3، 11.13]

وتنطوي تدابير تحسين كفاءة الطاقة من خلال تحسين تصميمات المركبات والمحركات على أكبر إمكانية للحد من الانبعاثات في الأجل القصير (ثقة عالية). ويتراوح نطاق التحسينات الممكنة لأداء الطاقة والمركبات من 30 إلى 50 في المائة بالنسبة إلى عام 2010 تبعا لطريقة النقل ونوع المركبة (الشكلان TS.21 و TS.22) وسيتوقف تحقيق هذه الكفاءة على إدخال صانعي المركبات تحسينات كبيرة، قد تتطلب وجود سياسات قوية وتنظيمية من أجل تحقيق الأهداف المتعلقة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). [8.3، 8.6، 8.9، 8.10]

ومن الممكن أن تسهم تحولات في وسيلة النقل والسلوك المتعلق به، تدفع إليها هياكل أساسية جديدة و (إعادة) التنمية الحضرية، في الحد من انبعاثات النقل (أدلة متوسطة، اتفاق منخفض). وعلى المدى المتوسط (حتى عام 2030) حتى المدى الطويل (عام 2050 وما بعده)، يمكن أن تفضي إعادة التنمية الحضرية والاستثمارات في الهياكل الأساسية، المرتبطة بتخطيط حضري متكامل، والتنمية الموجهة إلى استخدام وسائل النقل العام، والأشكال الحضرية الأكثر تركيزا التي تدعم ركوب الدراجات والمشي، إلى تحولات في وسائل النقل. وهذا الشكل من أشكال التخفيف صعب، وله نتائج غير مؤكدة وقد يحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من قطاع النقل بنسبة تتراوح من 20 إلى 50 في المائة مقارنةً بخط الأساس (أدلة محدودة، اتفاق منخفض). وبإمكان استراتيجيات التسعير، المدعومة بمبادرات لنيل قبول الجمهور ووجود هياكل أساسية عامة وغير آلية، أن تقلل من الطلب على الانتقال وتُزيد من الطلب على المركبات الأكثر كفاءة (مثلا، حيثما كانت توجد معايير للاقتصاد في استخدام الوقود وتحث على التحول إلى وسائل للنقل منخفضة الكربون (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). وفي حين أن الاستثمارات في الهياكل الأساسية قد تبدو باهظة التكلفة من الناحية الحدية، تتعزز مبررات عمليات التخطيط والسياسات الحضرية، المستدامة عندما تؤخذ في الاعتبار الفوائد المصاحبة، من قبيل تحسّن الصحة وإمكانية الوصول والقدرة على التعافي (الجدول TS.5). وقد بدأت مبادرات لإزالة الكربون من نقل البضائع ولكنها ستحتاج إلى مزيد من الدعم من سياسات مالية وتنظيمية واستشارية لتشجيع التحول عن وسائل النقل البرية إلى طرائق منخفضة الكربون من قبيل خيارات السكك الحديدية والنقل المائي حيثما أمكن، فضلاً عن تحسين اللوجستيات (الشكل TS.22)[8.4، 8.5، 8.7، 8.8، 8.9، 8.10]

وتتفق الدراسات القطاعية والدراسات المتكاملة على أن تدخلات كبيرة ومستدامة وموجهة على صعيد السياسات يمكن أن تحد من انبعاثات قطاع النقل بحيث تكون تلك الانبعاثات متسقة مع أهداف التركيزات المنخفضة، ولكن تكاليف التخفيف المجتمعية (بالدولار الأمريكي لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون الذي يجري تجنبه) ما زالت غير مؤكدة (الأشكال TS.21، TS.23، TS.22). وثمة جهد يُبذل للحد من الانبعاثات من المركبات الخفيفة ومركبات الحمولات الثقيلة الطويلة المدى من خلال استخدام مركبات أقل كثافة من حيث استعمالها للطاقة وأيضا من خلال تغيير الوقود المستخدم، وقد تكون التكاليف المستوية للكربون المحفوظ (LCCC) التي تنجم عن تحسين الكفاءة قليلة جداً أو سلبية (أدلة محدودة، اتفاق منخفض). والسكك الحديدية والحافلات والدراجات البخارية ذات العجلتين والمركبات المائية التي تُستخدم في الشحن

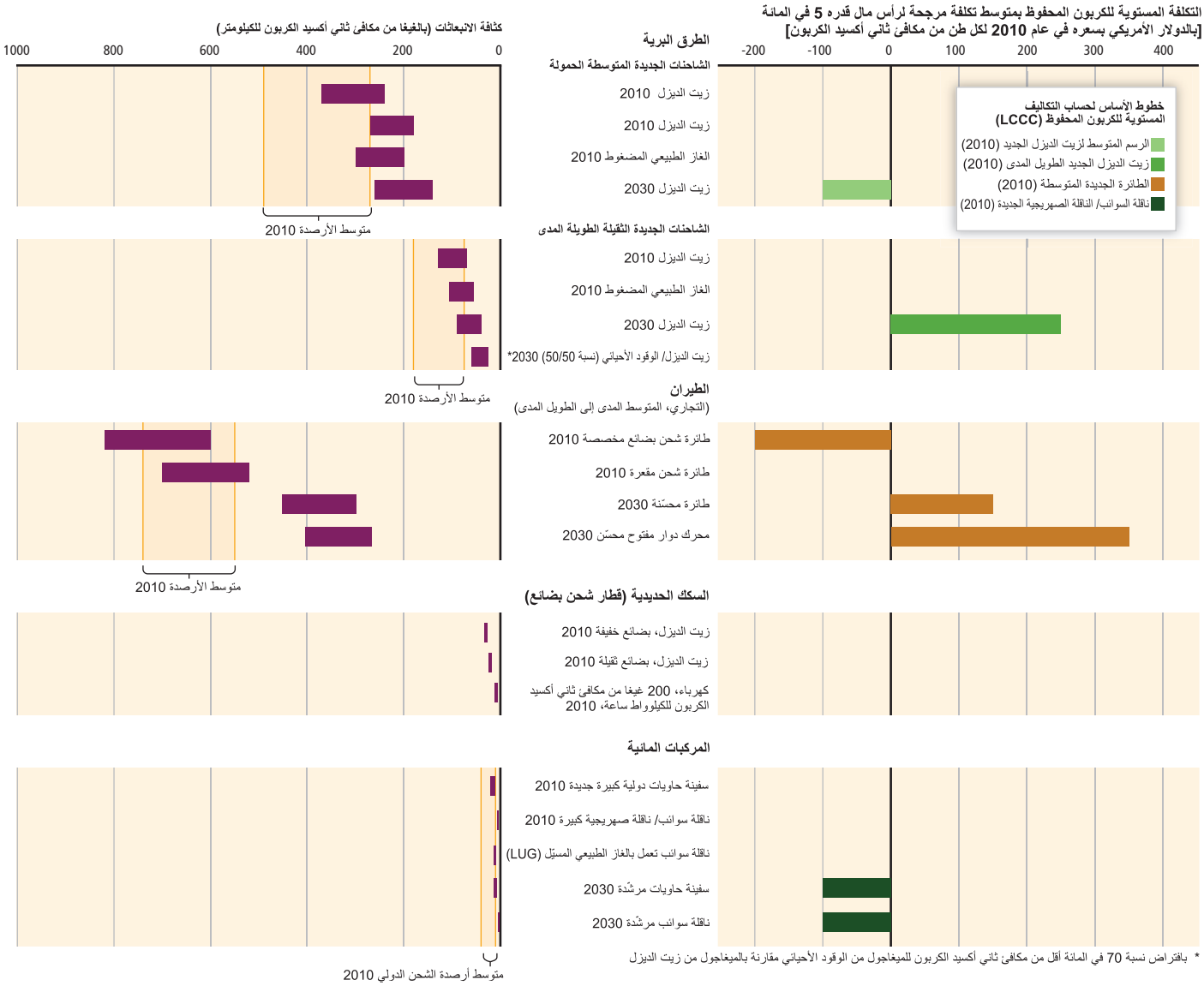


* بافتراض نسبة 70 في المائة أقل من مكافئ ثاني أكسيد الكربون للميغاجول من الوقود الأحيائي مقارنة بالميغاجول من البنزين.

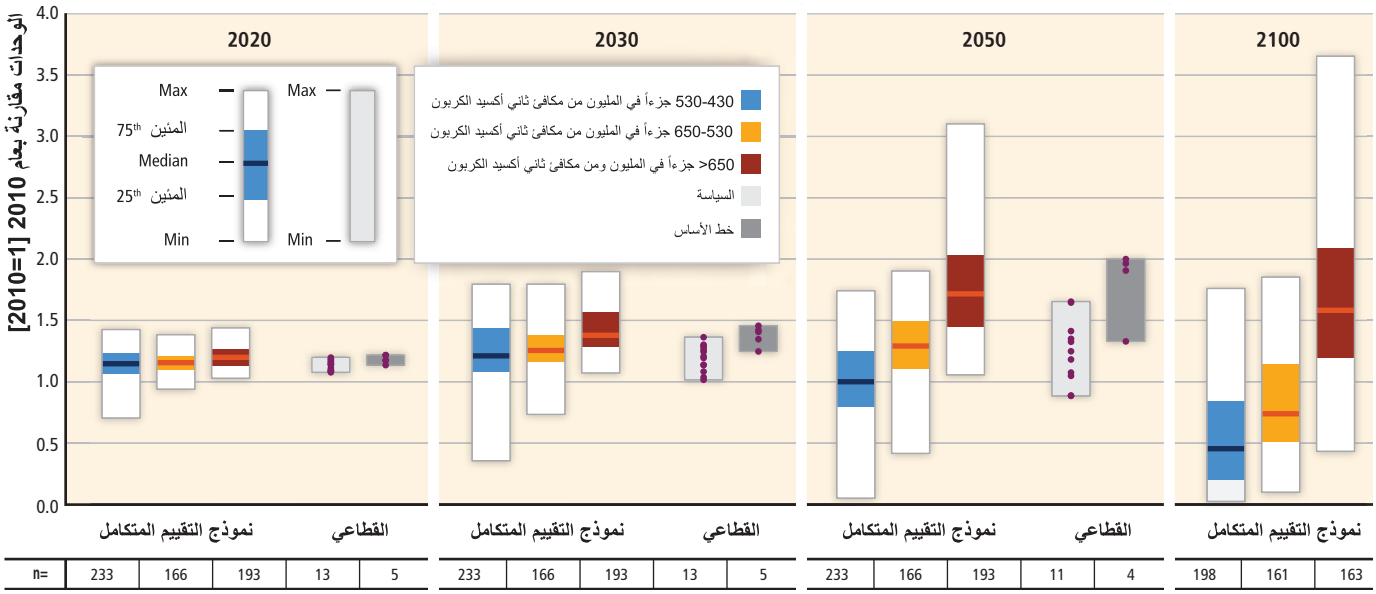
الشكل TS.21 | الكثافة الاسترشادية للانبعاثات (بالطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل كيلومتر - ركاب) والتكاليف المستوية للكربون المحفوظ (LCCC بالدولار الأمريكي بسعره في عام 2010 لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون الموفر) في تكنولوجيات مختارة لنقل الركاب. وتنبع التباينات في كثافات الانبعاثات من التباين في كفاءة المركبات ومعدلات الإشغال. والتكاليف المستوية المقدرة للكربون المحفوظ المتعلقة بخيارات النقل البري للركاب هي تقديرات بالنقط تزيد أو تنقص عن 100 دولار أمريكي بسعره في عام 2010 لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون استناداً إلى تقديرات مركزية لبارامترات المدخلات التي تتأثر تأثراً شديداً بالافتراضات (مثلاً، إدخال تحسينات محددة في اقتصاد وقود المركبات حتى عام 2030، والكثافة المحددة لمكافئ ثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحيائي، وتكاليف المركبات، وأسعار الوقود). وتشتق هذه التكاليف بالنسبة إلى خطوط أساس مختلفة (انظر مفتاح الشكل البياني للاطلاع على رموز الألوان) ومن اللازم تفسيرها بناءً على ذلك. أما تقديرات عام 2030 فهي تستند إلى إسقاطات من دراسات أجريت مؤخراً ولكنها تظل غير مؤكدة على نحو متأصل. والتكاليف المستوية للكربون المحفوظ المتعلقة بالطيران مأخوذة مباشرة من المؤلفات. ويبين الجدول 8.3 سياقا إضافيا (انظر المرفق الثالث - 3 للاطلاع على بيانات وافتراضات بشأن كثافة الانبعاثات والعمليات الحسابية للتكلفة، وانظر المرفق الثاني 3-1- للاطلاع على المسائل المتعلقة بمنهجية القياس الكمي للتكاليف المستوية). WACC: متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال. [الجدول 8.3]

نقل البضائع

التكنولوجيات المتاحة تجارياً حالياً والمتوقعة في المستقبل (2030)



الشكل TS.22 | الكثافة الاسترشادية للانبعاثات (بالطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل كيلومتر - طن) والتكاليف المستوية للكربون المحفوظ (LCCC بالدولار الأمريكي بسعره في عام 2010 لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون الموفر) في تكنولوجيات مختارة لنقل البضائع. وتتبع التباينات في كثافة الانبعاثات من التباين في كفاءة المركبات ومعدلات الحمولة. والتكاليف المستوية للكربون المحفوظ مستقاة مباشرة من المؤلفات وتتأثر تأثراً شديداً بالافتراضات (مثلاً، إدخال تحسينات محددة في اقتصاد وقود المركبات حتى عام 2030، والكثافة المحددة لمكافئ ثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحيائي، وتكاليف المركبات، وأسعار الوقود). ويعبّر عن هذه التكاليف بالنسبة إلى تكنولوجيات خط الأساس الحالية (انظر مفتاح الشكل البياني للاطلاع على رموز الألوان) ومن اللازم تفسيرها بناءً على ذلك. أما تقديرات عام 2030 فهي تستند إلى إسقاطات من دراسات أجريت مؤخراً ولكنها تظل غير مؤكدة على نحو متأصل. ويبين الجدول 8.3 سياقا إضافيا (انظر المرفق الثالث - 3 للاطلاع على بيانات وافتراضات بشأن كثافة الانبعاثات والعمليات الحسابية للتكلفة، وانظر المرفق الثاني 3-1- للاطلاع على المسائل المتعلقة بمنهجية القياس الكمي للتكاليف المستوية). LNG: الغاز الطبيعي المسيّل؛ WACC: متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال. [الجدول 8.3]



الشكل TS.23 | انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المباشرة العالمية من جميع وسائل نقل الركاب والبضائع حُدد رقمها القياسي بالنسبة إلى قيم عام 2010 لكل سيناريو مع تجميع دراسات النماذج المتكاملة حسب مستويات تركيز مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وتجميع الدراسات القطاعية حسب فئتي خط الأساس والسياسة.

الجدول TS.5 | لمحة عامة عن الفوائد المصاحبة المحتملة (الأسهم الخضراء) والآثار الجانبية المناوئة (الأسهم البرتقالية) لتدابير التخفيف الرئيسية في قطاع النقل؛ وتشير الأسهم المتجهة إلى أعلى أو إلى أسفل إلى تأثير إيجابي أو سلبي على الهدف أو الشاغل المعني؛ أما علامة الاستفهام (؟) فهي تشير إلى تأثير صافٍ غير مؤكد. وتتوقف الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة على الظروف المحلية وكذلك على الممارسة المتعلقة بالتنفيذ ووتيرته ونطاقه. وللاطلاع على التأثيرات المحتملة قبل الإنتاج للكهرباء المنخفضة الكربون، انظر الجدول TS.4. وللاطلاع على التأثيرات المحتملة قبل الإنتاج لإمدادات الكتلة الحيوية، انظر الجدول TS.8. وللاطلاع على تقييم للتأثيرات المشتركة بين القطاعات فيما يتعلق بالاقتصاد الكلي المرتبطة بسياسات التخفيف (مثلاً، على أسعار الطاقة، والاستهلاك والنمو، والتجارة)، انظر، مثلاً، الأقسام 3.9، و 6.3.6، و 13.2.2.3، و 14.4.2. وتشير محددات عدم اليقين الموضوعة بين أقواس معقوفة إلى مستوى الأدلة والاتفاق بشأن التأثيرات المعنية (انظر TS.1). ومختصرات الأدلة هي م = منخفضة، و ت = متوسطة، و ر = مرتفعة؛ أما مختصرات الاتفاق فهي م = محدود و ت = متوسط و ر = مرتفع. [الجدول 7.4]

النقل	التأثير على أهداف/ شواغل إضافية		
	الاقتصادي	الاجتماعي	البيئي
خفض كثافة الوقود الكربونية: الكهرباء، الهيدروجين، الغاز الطبيعي المضغوط، الوقود الأحيائي، وأنواع أخرى من الوقود	↑ أمن الطاقة (التنويع، انخفاض الاعتماد على النفط والتعرض لتقلب أسعار النفط) (ت / ت) ↑ الآثار التكنولوجية (مثلا، تكنولوجيات بطاريات من أجل الإلكترونيات الاستهلاكية) (م / م)	الأثر الصحي من خلال ? تلوث الهواء الحضري نتيجة للحرارة والطاقة المضغوطتين، والوقود الأحيائي: التأثير الصافي غير واضح (ت / م) ↓ الكهرباء، الهيدروجين: خفض معظم الملوثات (ق / ر) ↑ التحول إلى زيت الديزل: احتمال زيادة التلوث (م / ت) ↓ التأثير الصحي من خلال انخفاض الضوضاء (المركبات الخفيفة التي تعمل بالكهرباء والخلايا الوقودية) (م / ت) ↓ السلامة على الطرق (مركبات خفيفة تسير بسرعة منخفضة) (م / م)	تأثير الكهرباء والهيدروجين على النظم الإيكولوجية من خلال ↓ تلوث الهواء الحضري (ت / ت) استخدام المواد ↑ (استخراج الموارد غير المستدامة) (م / م) ? تأثير الوقود الأحيائي على النظم الإيكولوجية: انظر الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي
خفض كثافة الطاقة	↑ أمن الطاقة (انخفاض الاعتماد على النفط والتعرض لتقلب أسعار النفط) (ت/ ت)	↓ التأثير الصحي من خلال انخفاض تلوث الهواء الحضري (ق/ ر) ↑ سلامة على الطرق (من خلال زيادة القدرة على الحماية من حوادث الاصطدام (ت / ت)	↓ التأثير على النظم الإيكولوجية والتنوع الأحيائي من خلال خفض تلوث الهواء الحضري (ت / ر)
الشكل الحضري الأكثر تركيزاً وتحسّن الهياكل الأساسية للنقل **تغيير وسائل النقل**	↑ أمن الطاقة (خفض الاعتماد على النفط والتعرض لتقلب أسعار النفط) (ت/ ت) ↑ الإنتاجية (خفض الاكتظاظ الحضري ومدد السفر، وتوافر وسائل نقل ميسورة التكلفة ويسهل الوصول إليها (ت / ر) ? فرص العمالة في قطاع النقل العام مقابل صُنع السيارات (م / ت)	↓ التأثير الصحي لوسائل النقل غير الآلية من خلال تزايد النشاط البدني (ق / ر) ↑ احتمال زيادة التعرض لتلوث الهواء (ق / ر) ↓ الضوضاء (تغيير وسائل النقل وانخفاض عمليات التنقل) (ق/ ر) ↑ الإنصاف في القدرة على التنقل للوصول إلى فرص العمالة، لا سيما في البلدان النامية (ق/ر) ↑ السلامة على الطرق (من خلال تغيير وسائل النقل و/أو الهياكل الأساسية من أجل المشاة وراكبي الدراجات) (ق / ر)	↓ التأثير على النظم الإيكولوجية من خلال تلوث الهواء الحضري (ق / ر) ↓ المنافسة على استخدام الأراضي (ت /ت)
خفض مسافات التنقل وتجنب التنقل	↑ أمن الطاقة (خفض الاعتماد على النفط والتعرض لتقلب أسعار النفط) (ق/ ر) ↑ الإنتاجية (خفض الاكتظاظ الحضري، ومدد السفر، والمشي) (ق / ر)	↓ التأثير الصحي (فيما يتعلق بوسائل النقل غير الآلية) (ق / ر)	↓ التأثير على النظم الإيكولوجية من خلال تلوث الهواء الحضري (ق / ر) ↑ طرق نقل بحري جديدة/ أقصر (ق / ر) ↓ المنافسة على استخدام الأراضي من الهياكل الأساسية للنقل (ق / ر)

تتسم بانخفاض انبعاثاتها نسبيا ومن ثم فإن إمكانية خفض انبعاثاتها محدودة. وتكلفة التخفيف الخاصة بالمركبات الكهربائية مرتفعة حالياً، وبخاصة إذا كانت تستخدم كهرباء شبكية ذات معامل انبعاثات مرتفع، ولكن من المتوقع أن تنخفض التكاليف المستوية للكربون المحفوظ الخاصة بها بحلول عام 2030. وقد تنخفض كثافة الانبعاثات من الطيران بنحو 50 في المائة في عام 2030 ولكن التكاليف المستوية للكربون المحفوظ، مع أنها غير مؤكدة، ربما تتجاوز 100 دولار أمريكي لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. ومع أنه من المتوقع أن تنخفض تكاليف التخفيف في المستقبل، فإن حجم الانخفاضات غير مؤكد. (أدلة محدودة، اتفاق منخفض). [8.6، 8.9]

وتختلف بين المناطق العقبات التي تحول دون إزالة الكربون من جميع طرق النقل، ولكن من الممكن التغلب عليها جزئياً من خلال حوافز اقتصادية (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). فالعقبات المالية والمؤسسية والثقافية والقانونية تعوق استيعاب التكنولوجيا المنخفضة الكربون وتغيير السلوكيات. وتشمل هذه العقبات تكاليف التطوير المرتفعة اللازمة لبناء نظم للنقل منخفضة الانبعاثات، وبطء دورة الأرصدة والهياكل الأساسية، ومحدودية أثر وجود سعر للكربون فيما يتعلق بالوقود النفطي المفروض عليه ضرائب عالية بالفعل. ومن المرجح أن الاختلافات الإقليمية ترجع إلى المعوقات المتعلقة بالتكلفة والسياسات. واتجاهات أسعار النفط ووجود أدوات تسعير لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وغير ذلك من التدابير، من قبيل تسعير الطرق وفرض رسوم على المطارات، يمكن أن توفر حوافز اقتصادية تدفع المستهلكين إلى تبني تدابير للتخفيف [8.8]

وثمة اختلافات إقليمية في مسارات التخفيف في قطاع النقل التي تنطوي على فرص كبيرة لتشكيل نظم النقل والهياكل الأساسية حول خيارات منخفضة الكربون، لا سيما في البلدان النامية والصاعدة، حيث سيحدث معظم النمو الحضري في المستقبل (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتتباين مسارات التخفيف الممكنة حسب المنطقة والبلد نتيجة للاختلافات في ديناميات استخدام المركبات الآلية، وعمر أساطيل المركبات ونوعها، والهياكل الأساسية القائمة، وعمليات التنمية الحضرية. ويتيح إعطاء الأولوية للهياكل الأساسية الخاصة بالمشاة، وإدماج خدمات النقل غير الآلي والآلي، وإدارة السرعة المفرطة على الطرق بالنسبة للمسافرين الحضريين والريفيين على السواء فوائد مصاحبة اقتصادية واجتماعية في جميع المناطق. وفيما يتعلق بجميع الاقتصادات، لا سيما تلك التي تتسم بارتفاع معدلات النمو الحضري، من الممكن أن يؤدي الاستثمار في نظم النقل العام وفي هياكل أساسية منخفضة الكربون إلى تجنب الانحباس في طرق النقل الكثيفة الكربون. وقد تحد الهياكل الأساسية المنشأة من الخيارات المتعلقة بتغيير وسائل النقل وتفضي إلى زيادة الاعتماد على تكنولوجيات المركبات المتقدمة، ويتضح بالفعل في بعض بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي تباطؤ الطلب على المركبات الخفيفة. (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). [8.4، 8.9]

وستلزم طائفة متنوعة من السياسات القوية المتداعمة لإزالة الكربون من قطاع النقل ولاستغلال الفوائد المصاحبة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). واستراتيجيات التخفيف في قطاع النقل المرتبطة بسياسات غير مناخية أوسع نطاقاً على جميع مستويات الحكومة يمكن أن تستهدف عادة أهدافاً متعددة في آن واحد من أجل تحقيق انخفاض في تكاليف السفر، وتحسّن الوصول والتنقل، وتحسّن الصحة، وزيادة أمن الطاقة، وتحسّن السلامة، وزيادة وفورات الوقت. وتنطوي تدابير الحد من النشاط على أكبر إمكانية لتحقيق فوائد مصاحبة. ولكن تحقيق الفوائد المصاحبة يتوقف على السياق الإقليمي من حيث الإمكانية الاقتصادية والاجتماعية والسياسية فضلاً عن إمكانية الحصول على التكنولوجيات المتقدمة الملائمة والفعالة التكلفة (الجدول TS.5). (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). وبالنظر إلى أن الارتداد يمكن أن يقلل من فوائد تحسينات الكفاءة من حيث ثاني أكسيد الكربون ويقوض سياسة معينة، يمكن أن تساعد مجموعة متوازنة من السياسات، من بينها مبادرات تسعير، على وجود إشارات أسعار مستقرة، وتجنب النتائج غير المقصودة، وتحسين إمكانية الوصول، والتنقل، والإنتاجية، والسلامة، والصحة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). [8.4، 8.7، 8.10]

TS.3.2.4 المباني

لقد زادت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من المباني [15] بأكثر من الضعف منذ عام 1970، بحيث كانت تمثل 19 في المائة من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على صعيد العالم في عام 2010، بما يشمل الانبعاثات غير المباشرة من توليد الكهرباء. وترتفع هذه الحصة إلى 25 في المائة إذا استُبعدت الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي من المجموع. وقطاع المباني مسؤول أيضاً عن 32 في المائة من مجموع استخدام الطاقة النهائية على صعيد العالم، والثلث تقريبا من انبعاثات الكربون الأسود، وتُمن إلى ثُلث الغازات المشبعة بالفلور، بدرجة عدم يقين كبيرة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). (الشكل 9.2) (TS.3]

ومن المتوقع أن تزيد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة وغير المباشرة من المباني من 8.8 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2010 إلى ما يتراوح من 13 إلى 17 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2050 (المنين الخامس والعشرين إلى المنين الخامس والسبعين، ويتراوح النطاق الكامل من 7.9 إلى 22 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويا) في سيناريوهات خط الأساس، وتبين معظم سيناريوهات خط الأساس الوارد تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس حدوث زيادة كبيرة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) (الشكل TS.15 (6.8]]. والحد الأدنى من النطاق الكامل تهيمن عليه السيناريوهات التي تركز على تحسينات كثافة الطاقة التي تتجاوز إلى حد كبير ما لوحظ من تحسينات خلال السنوات الأربعين الماضية. وبدون تنفيذ مزيد من السياسات، قد يزيد استخدام المباني للطاقة النهائية من نحو 120 إكساجول في السنة (EJ/yr) في عام 2010 إلى 270 إكساجول في السنة في عام 2050 [9.9].

وتنشأ مخاطر انحباس كبيرة من طول مدة عمر المباني وما يرتبط بها من هياكل أساسية (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وفي حالة تنفيذ السياسات المخططة حاليا فقط، يكون استخدام الطاقة النهائية في المباني التي قد تصبح حبيسة ذلك الاستخدام بحلول عام 2050، مقارنة بسيناريو تصبح فيه المباني التي تمثل أفضل الممارسات الآن هي المعيار في الهياكل المبنية حديثاً وفي عمليات إعادة التجهيز، معادلاً لنسبة تبلغ نحو 80 في المائة من استخدام قطاع المباني للطاقة النهائية في عام 2005 [9.4].

والتحسينات في الثروة، وتغيّر أسلوب المعيشة، وتوفير إمكانية الحصول على خدمات الطاقة الحديثة وعلى إسكان ملائم، والزحف الحضري هي عوامل ستدفع إلى حدوث زيادات في الطلب على الطاقة في المباني (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). والطريقة التي يلبي بها من لا يحصلون على إسكان ملائم (نحو 0.8 بليون شخص)، والنواقل الحديثة للطاقة، ومستويات كافية من خدمات الطاقة بما في ذلك الطهي والتدفئة النظيفان (نحو 3 بلايين شخص) هذه الاحتياجات سوف تؤثر على تطور الانبعاثات المتعلقة بالمباني. وإضافة إلى ذلك، فإن الهجرة إلى المدن، وتناقص حجم الأسرة المعيشية، وتزايد مستويات الثروة، والتغيرات في أسلوب المعيشة، بما يشمل تزايد حجم المسكن وعدد الأجهزة واستخدامها، هي عوامل تساهم جميعها في حدوث زيادات كبيرة في الطلب على خدمات الطاقة في المباني. والمقدار الكبير من أعمال التشييد الجديدة التي تحدث في البلدان النامية تمثل مخاطرة وفرصة على السواء من منظور التخفيف. [9.2، 9.4، 9.9]

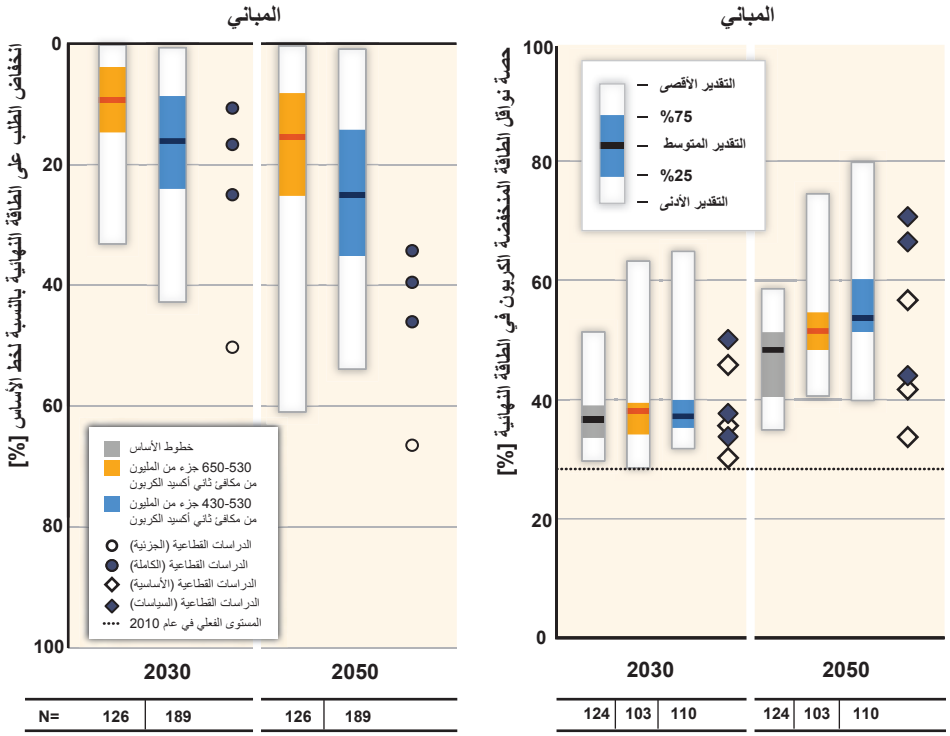
[15] يشمل قطاع المباني القطاعات السكنية والتجارية والعامة والخدمية؛ وتُحتسب الانبعاثات من أعمال التشييد في قطاع الصناعة.

الإطار TS.12 | توضيح أسس الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة للتخفيف

ثمة مسألة ثابتة في تحليل خيارات التخفيف وتكاليفه هي ما إذا كانت هناك فرص للتخفيف مفيدة من الناحية الخاصة - أي التي تحقق فوائد خاصة تعوّض وأكثر عن تكاليف التنفيذ - ولكن التي لا يُقدم عليها طوعاً المستهلكون والشركات. وهناك بعض الأدلة على وجود فرص تخفيف لم تتحقق وتكاليفها الخاصة سلبية. وتشمل الأمثلة المحتملة الاستثمارات في المركبات [8.1]، وتكنولوجيا الإضاءة والتدفئة في المنازل والمباني التجارية [9.3]، وفي العمليات الصناعية [10.1].

وتعني أمثلة التكاليف الخاصة السلبية أن الشركات والأفراد لا يستغلون فرصاً لتوفير النقود. وهذا يمكن تفسيره بعدد من التفسيرات. وأحد هذه التفسيرات هو أن استمرار الوضع القائم قد يحول دون التحوّل إلى التكنولوجيات والمنتجات الجديدة 3.10.1] و [2.4. وثمة تفسير آخر هو أن الأفراد والشركات قد يركزون على أهداف قصيرة الأجل ويتجاهلون إلى حد شديد التكاليف والفوائد المستقبلية؛ وقد تبيّن أن المستهلكين يفعلون ذلك عند الاختيار ما بين تدابير حفظ الطاقة أو الاستثمار في تكنولوجيات تتسم بالكفاءة في استخدام الطاقة [2.4.3، 2.6.5.3، 3.10.1]. وقد يكون النزوع إلى تجنّب المخاطرة وتجنّب الغموض مسؤولاً عن هذا السلوك عندما تكون النتائج غير مؤكدة [2.4.3، 3.10.1]. وتشمل التفسيرات المحتملة الأخرى ما يلي: عدم كفاية المعلومات عن فرص حفظ الطاقة؛ وعدم تماثل المعلومات - فمثلاً قد يكون الملاّك غير قادرين على أن يعبّروا للمستأجرين عن قيمة التحسينات في كفاءة الطاقة؛ ووجود انقسام في الحوافز، بحيث يدفع أحد الأطراف تكلفة الاستثمار بينما يجني طرف آخر الفوائد؛ وقصور أسواق الأرصدة المتعلقة بتثبيت الانبعاثات، مما يجعل من الصعب أو من الباهظ التكلفة الحصول على تمويل من أجل وفورات الطاقة [3.10.1، 16.4].

وتبيّن بعض الدراسات الهندسية وجود إمكانية كبيرة لتحقيق تخفيف ذي تكلفة سلبية. وما زال مدى إمكانية تحقيق الفرص ذات التكلفة السلبية هذه فعلياً مسألة يوجد خلاف بشأنها في الأعمال السابقة. وتتباين أيضا الأدلة المستمدة من التجربة العملية بشأنها. [الإطار 3.10]



الشكل TS.24 | الانخفاض في الطلب على الطاقة النهائية بالنسبة إلى خط الأساس (اللوحة اليسرى) وتطور حصة نواقل الطاقة النهائية المنخفضة الكربون في الطاقة النهائية (من الكهرباء؛ اللوحة اليمنى) في المباني بحلول عامي 2030 و 2050 في سيناريوهات التخفيف من ثلاثة نطاقات تركيز مختلفة لمكافئ ثاني أكسيد الكربون مبيّنة في المخططات الصندوقية (انظر القسم 6.3.2) مقارنةً بالدراسات القطاعية المبينة بالأشكال التي يرد تقييمها في الفصل 9. وتناظر الدوائر المصمتة تقابل الدراسات القطاعية ذات التغطية القطاعية الكاملة بينما تقابل الدوائر المفرّغة الدراسات ذات التغطية القطاعية الجزئية فقط (مثلاً، التدفئة والتبريد). [الشكلان 6.37 و 6.38]

ولكن أوجه التقدم التي تحققت مؤخراً في التكنولوجيات والدراية الفنية والسياسات في قطاع المباني تجعل من الممكن أن يستقر أو حتى ينخفض مجموع استخدام القطاع على صعيد العالم للطاقة النهائية بحلول منتصف القرن (أدلة قوية، اتفاق متوسط). فأوجه التقدم التي تحققت مؤخراً في ممارسات التصميم وفي الدراية الفنية، المقرونة بتغيرات سلوكية، يمكن أن تحقق انخفاضاً بمقدار عشر مرات في متطلبات المباني الجديدة الفردية من الطاقة وأن تحقق انخفاضا يتراوح من مرتين إلى أربع مرات في حالة المباني القائمة الفردية وذلك على نحو فعال التكلفة إلى حد كبير أو حتى بتكاليف سلبية صافية في بعض الأحيان (انظر الإطار TS.12) (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). [9.6]

وتشمل أوجه التقدم التي تحققت منذ صدور تقرير التقييم الرابع البيان العملي الواسع على نطاق العالم لمبانٍ ذات استهلاك منخفض إلى حد كبير للطاقة أو مبانٍ ذات استهلاك صفري للطاقة في كل من المباني الجديدة والمباني المعاد تجهيزها (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وفي بعض الولايات الإدارية، اكتسبت هذه المباني بالفعل حصصا مهمة من السوق، بحيث نجد، مثلاً، في أوروبا أن أكثر من 25 مليون متر مربع من مساحة أرضيات المباني كانت ممتثلة لمعيار 'المنزل السلبي' في عام 2012. غير أن المباني الصفرية الطاقة/ الكربون قد لا تكون دائماً هي الحل الأمثل من حيث التكلفة، وقد لا تكون حتى ممكنة في بعض أنواع المباني والموقع. [9.3]

وتمثل عمليات إعادة التجهيز العالية الأداء استراتيجيات تخفيف رئيسية في بلدان لديها أرصدة من المباني القائمة، لأن المباني تعمر طويلاً وتوجد حالياً بالفعل نسبة كبيرة من مباني البلدان المتقدمة النمو التي ستكون موجودة في عام 2050 (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وقد تحققت باستخدام أفضل الممارسات تخفيضات في استخدام طاقة التدفئة/ التبريد بنسبة تتراوح من 50 إلى 90 في المائة. وتبيّن أدلة قوية أن عمليات التشييد وإعادة التجهيز المنخفضة الطاقة جداً قد تكون جذابة من الناحية الاقتصادية [9.3]

ومن الممكن، باتباع سياسات طموحة، إبقاء استخدام قطاع المباني على صعيد العالم للطاقة ثابتا أو خفضه إلى حد كبير بحلول منتصف القرن مقارنة بسيناريوهات خط الأساس التي تتوقع حدوث زيادة بأكثر من الضعف (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). (الشكل TS.24). وتبين دراسات مفصلة عن قطاع المباني إمكانية تحقيق وفورات في الطاقة بحلول عام 2050 أكبر من تلك التي تبيّنها الدراسات المتكاملة. فالدراسات المفصلة تبيّن إمكانية تحقيق وفورات تصل إلى 70 في المائة من خط الأساس فيما يتعلق بالتدفئة والتبريد فقط، ونسبة تتراوح من 35 إلى 45 في المائة تقريباً للقطاع بأكمله. وبوجه عام، من الممكن تحقيق تخفيضات في استخدام الطاقة الحرارية أكبر من التخفيضات التي يمكن تحقيقها في خدمات الطاقة الأخرى التي تعتمد أساساً على الكهرباء.

TS

الجدول TS.6 | لمحة عامة عن الفوائد المصاحبة المحتملة (الأسهم الخضراء) والآثار الجانبية المناوئة (الأسهم البرتقالية) لتدابير التخفيف الرئيسية في قطاع المباني. وتشير الأسهم المتجهة إلى أعلى أو أسفل إلى تأثير إيجابي/ سلبي على الهدف أو الشاغل المعني. وتتوقف الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية على الظروف المحلية وكذلك على ممارسات التنفيذ ووتيرته ونطاقه. للاطلاع على تأثيرات تغيير الوقود قبل الإنتاج المرتبطة بسياسات التخفيف (مثلاً على أسعار الطاقة، والاستهلاك، والنمو، والتجارة)، انظر، مثلا، الأقسام 3.9، و 6.3.6، و 13.2.2.3، و 14.4.2. وتشير محددات عدم اليقين الواردة داخل أقواس معقوفة إلى مستوى الأدلة والاتفاق بشأن التأثيرات المعنية (انظر TS.1). ومختصرات الأدلة هي: م = محدودة، ت = متوسطة، ق = قوية؛ وأما مختصرات الاتفاق فهي م = منخفض، ت = متوسط، ر = مرتفع. [الجدول 9.7]

المباني	التأثير على أهداف/شواغل إضافية			
	الاقتصادي	الاجتماعي	البيئي	التأثيرات الأخرى
تغيير الوقود، إدراج مصادر الطاقة المتجددة، الأسطح الخضراء، تدابير أخرى تحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	↑ أمن الطاقة (ت / ر) ↑ الأثر على العمالة (ت / ت) ↑ خفض الحاجة إلى إعانات الطاقة (م / م) ↑ قيّم المباني كأصول (م / ت)	↓ فقر الوقود (في المساكن) من خلال الطلب على الطاقة (ت / ر) ↑ تكلفة الطاقة (م / ت) ↓ إمكانية الحصول على الطاقة بتكلفة أعلى للطاقة (م / ت) ↑ وقت منتج للنساء والأطفال (فيما يتعلق بالاستعاضة عن مواقد الطهي التقليدية) (ت / ر)	↓ الأثر الصحي في المباني السكنية من خلال تلوث الهواء خارج المباني (ق /ر) ↓ تلوث الهواء داخل المباني (في البلدان النامية) (ق / ر) ↓ الأثر على النُظم الإيكولوجية (انخفاض تلوث الهواء خارج المباني) (ق / ر) ↑ التنوع الأحيائي الحضري (فيما يتعلق بالأسطح الخضراء) (ت/ت)	خفض تأثير جزر الاحترار الحضرية (UHI) (م / ت)
عمليات إعادة تجهيز المباني القائمة (مثلاً، الأسطح الباردة، الطاقة الشمسية السالبة، إلخ) المباني الجديدة النموذجية المعدّات الكفؤة	↑ أمن الطاقة (ت/ ر) ↑ الأثر على العمالة (ت/ ت) ↑ أثر الإنتاجية (فيما يتعلق بالمباني التجارية) (ت / ر) ↑ خفض الحاجة إلى إعانات الطاقة (م / م) ↑ قيّم المباني كأصول (م / ت) ↑ القدرة على التعافي في مواجهة الكوارث (م / ت)	↓ فقر الوقود (فيما يتعلق بعمليات إعادة التجهيز والمعدات الكفؤة) (ت / ر) ↓ إمكانية الحصول على الطاقة (ارتفاع تكلفة الإسكان نتيجة للاستثمارات اللازمة) (م / ت) ↑ الراحة الحرارية (فيما يتعلق بعمليات إعادة التجهيز والمباني الجديدة النموذجية) (ت/ ر) ↑ وقت مُنتج للنساء والأطفال (فيما يتعلق بالاستعاضة عن مواقد الطهي التقليدية) (ت / ر)	↓ الأثر الصحي من خلال تلوث الهواء خارج المباني (ق / ر) ↓ تلوث الهواء داخل المباني (فيما يتعلق بمواقد الطهي المحسّنة) (ق / ر) ↓ تحسّن الأحوال البيئية داخل المباني (ت / ر) ↓ فقر الوقود (ق / ر) ↓ عدم كفاية التهوية (ت / ت) ↓ الأثر على النظم الإيكولوجية (انخفاض تلوث الهواء خارج المباني) (ق / ر) ↓ استهلاك المياه وإنتاج المجاري (م/ م)	انخفاض تأثير جزر الاحترار الحضرية (فيما يتعلق بعمليات إعادة التجهيز والمباني النموذجية الجديدة) (م / ت)
التغييرات السلوكية التي تحد من الطلب على الطاقة	↑ أمن الطاقة (ت/ ر) ↑ انخفاض الحاجة إلى إعانات الطاقة (م / م)		↓ الأثر الصحي من خلال انخفاض تلوث الهواء خارج المباني (ق/ ر) وتحسّن الأحوال البيئية داخل المباني (ت / ر) ↓ الأثر على النظم الإيكولوجية (انخفاض تلوث الهواء خارج المباني) (ق / ر)	

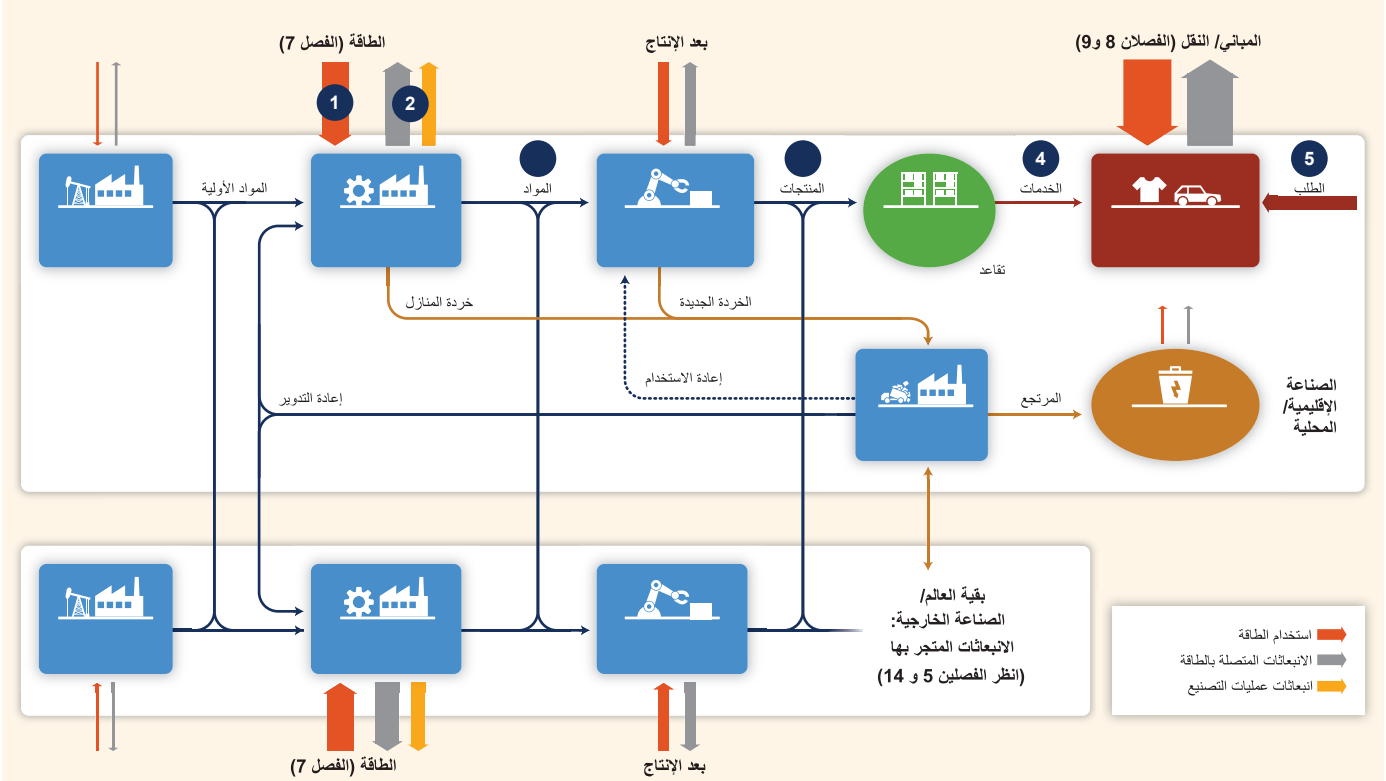
وفيما يتعلق بإحداث تحول إضافي في استخدام الوقود مقارنةً بخط الأساس، بينت الدراسات القطاعية والدراسات المتكاملة على السواء أن الفرص متواضعة. وبوجه عام، تبيّن الدراسات القطاعية والدراسات المتكاملة على السواء أن الكهرباء ستلبي حصة متزايدة من طلب المباني على الطاقة في الأجل الطويل، لاسيما إذا انخفض الطلب على التدفئة نتيجة لتوليفة من مكاسب الكفاءة، ووجود هياكل أساسية أفضل، وتغير المناخ. [6.8.4، 9.8.2، الشكل 9.19]

ويتضح من تاريخ البرامج المتعلقة بكفاءة الطاقة في المباني أن تحسينات في الكفاءة تراوحت نسبتها من 25 إلى 30 في المائة كانت متاحة بتكلفة أقل كثيرا من تكلفة إمدادات الطاقة الحدية (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). فالتقدم التكنولوجي يتيح إمكانية الحفاظ على تحسينات في كفاءة الطاقة تتسم بالفعالية من حيث التكاليف، رغم التحسُّن المستمر في المعايير. وقد حدث تقدم كبير في اعتماد معايير طوعية وإلزامية، منذ صدور تقرير التقييم الرابع، شمل وضع قوانين وأهداف طموحة بشأن المباني، ومعايير بناء طوعية، ومعايير للأجهزة التي تُستخدم في المباني. وفي الوقت نفسه حدثت تحسينات ملموسة في الأداء والتكاليف، في كل من المباني الجديدة والمباني المعاد تجهيزها، وكذلك في الأجهزة، ومعدات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والمعلومات. ومن الممكن تحقيق تخفيضات كبيرة في استخدام الطاقة الحرارية في المباني بتكاليف أقل من التكاليف الحدّية لإمدادات الطاقة، مع اشتمال أكثر الخيارات فعالية من حيث التكاليف على المباني التجارية الجديدة العالية الأداء جداً؛ ويصدق الشيء نفسه على تحسينات الكفاءة في بعض الأجهزة ومعدات الطهي. [9.5، 9.6، 9.9]

وقد تؤدي التغيرات في أسلوب المعيشة والثقافة والتغيرات السلوكية الأخرى إلى مزيد من الانخفاضات الكبيرة في متطلبات المباني والأجهزة من الطاقة عدا عن تلك التي يمكن تحقيقها من خلال التكنولوجيات والبنية. وقد تبيّن حدوث فارق يتراوح من ثلاث مرات إلى خمس مرات في استخدام الطاقة في حالة توفير مستويات مماثلة من خدمات الطاقة المتصلة بالمباني. (أدلة محدودة، اتفاق مرتفع). وبالنسبة للبلدان المتقدمة النمو، تبيّن السيناريوهات أن تغييرات أسلوب المعيشة والسلوكيات يمكن أن تقلل الطلب على الطاقة بما يصل إلى 20 في المائة في الأجل القصير وما يصل إلى 50 في المائة بحلول منتصف القرن (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). ويُخشى إلى حد كبير أن تتبّع البلدان الصاعدة نفس المسار الذي اتبعته البلدان ذات الاقتصادات المتقدمة من حيث البنية المتصلة بالمباني، وأسلوب المعيشة، والسلوك. ولكن المؤلفات تشير إلى وجود مسارات بديلة للتنمية تتيح مستويات مرتفعة من خدمات المباني باستخدام مدخلات من الطاقة أقل كثيراً، واستراتيجيات من قبيل التعلّم من أساليب المعيشة والبنية وأشكال البناء التقليدية. [9.3]

ومعظم خيارات التخفيف في قطاع المباني تنطوي على فوائد مصاحبة كبيرة ومتنوعة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). ومن بين هذه، على سبيل المثال لا الحصر، أمن الطاقة؛ وانخفاض الحاجة إلى إعانات الطاقة؛ والفوائد الصحية والبيئية (الناتجة عن انخفاض تلوث الهواء داخل المباني وخارجها)؛ ومكاسب الإنتاجية وصافي العمالة؛ والتخفيف من فقر الوقود؛ وانخفاض نفقات الطاقة؛ وزيادة قيمة الهياكل الأساسية للمباني؛ وتحسّن الراحة والخدمات. (الجدول TS.6) [9.6، 9.7]

وتعوق عقبات شديدة بوجه خاص في هذا القطاع استيعاب السوق للتكنولوجيات والممارسات الفعالة من حيث التكلفة؛ ونتيجة لذلك، فإن البرامج واللوائح التنظيمية تكون أكثر فعالية من أدوات التسعير وحدها (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتشمل العقبات عدم دقة المعلومات ونقص الوعي، والمشاكل بين المسؤولين والمتعهدين وغير ذلك من أشكال انقسام الحوافز بينهما، وتكاليف المعاملات، وعدم إمكانية الحصول على التمويل، وعدم كفاية



الشكل TS.25 | تصوير تخطيطي للنشاط الصناعي على امتداد سلسلة الإمدادات. وتبيّن خيارات التخفيف في قطاع الصناعة بأرقام داخل دوائر: (1) كفاءة الطاقة؛ (2) الكفاءة من حيث الانبعاثات؛ (3أ) كفاءة المواد في الصناعة التحويلية؛ (3ب) كفاءة المواد في تصميم المنتجات؛ (4) كفاءة الخدمات التي تستخدم منتجات؛ (5) خفض الطلب على الخدمات. [الشكل 10.2]

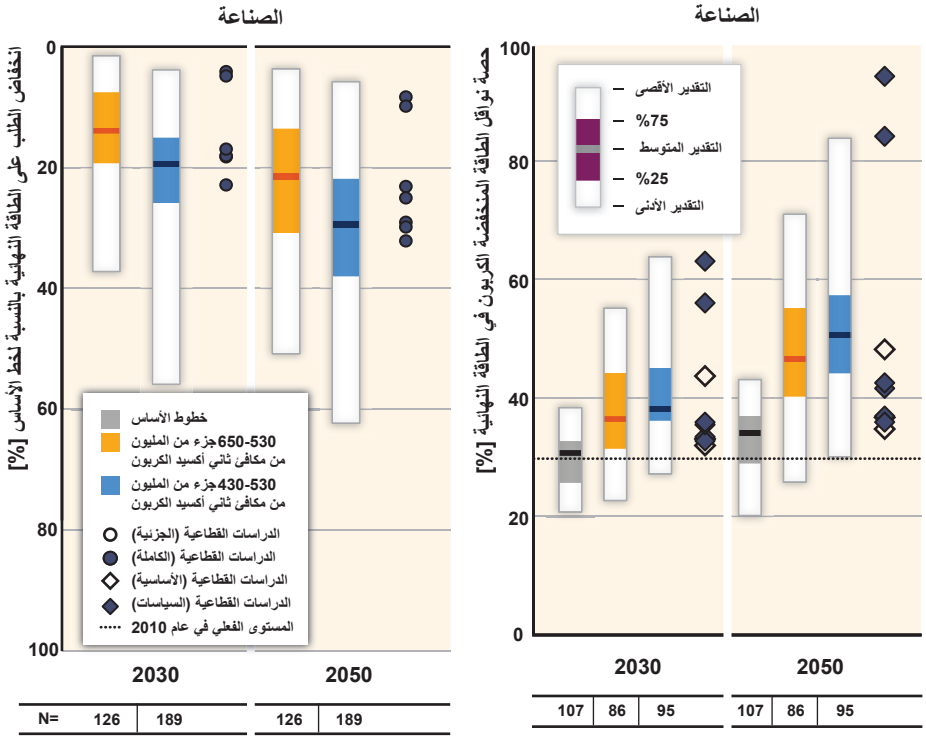
التدريب على جميع الحِرف المتعلقة بالتشييد، والعقبات الإدراكية/ السلوكية. وفي البلدان النامية، توجد عقبات إضافية تتمثل في ضخامة القطاع غير الرسمي، وإعانات الطاقة، والفساد، وأسعار الخصم الضمنية المرتفعة، وقصور مستويات الخدمات. ولذا، ليس من المتوقع أن تحقق عوامل السوق وحدها التحول اللازم في عدم وجود حافز خارجي. ومن الضروري وجود تدخل على صعيد السياسات يتناول جميع مراحل دورة عمر المباني والأجهزة واستخدامها، إلى جانب نماذج جديدة مالية وخاصة بقطاع الأعمال. [9.8، 9.10]

وقد سبق أن سلّط تقرير التقييم الرابع الضوء على حافظة كبيرة من السياسات المتعلقة بكفاءة الطاقة في مبان معينة، ولكن حدثت منذ ذلك الحين أوجه تقدم إضافية كبيرة في الأدوات المتاحة وفي تنفيذها (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتبيّن الأدلة أن الكثير من السياسات المتعلقة بكفاءة الطاقة في المباني على صعيد العالم تقلل بالفعل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بتكاليف سلبية كبيرة. ومن بين السياسات الأكثر فعالية من حيث البيئة والفعالية من حيث التكاليف الأدوات التنظيمية من قبيل معايير وأوصاف أداء الطاقة، وكذلك برامج القيادة الجماهيرية وسياسات الشراء. وقد ساهم التقدم المحرز في قوانين البناء ومعايير الأجهزة في بعض البلدان المتقدمة النمو خلال العقد الأخير في تثبيت أو حتى تخفيض مجموع استخدام الطاقة في المباني، رغم حدوث نمو في عدد السكان وفي الثروة وفي المتطلبات المقابلة لذلك من حيث مستويات خدمات الطاقة. وأخذت البلدان النامية أيضا تعتمد سياسات فعالة مختلفة، من أبرزها وضع معايير للأجهزة. ومع ذلك، يلزم تعزيز هذه المعايير والأخذ بها في دول إضافية وتطبيقها على أنواع أخرى من المباني والأجهزة من أجل بلوغ أهداف مناخية طموحة. ونتيجة لوجود احتياجات رأسمالية أكبر، فإن أدوات التمويل ضرورية في البلدان المتقدمة النمو والبلدان النامية على حد سواء لتحقيق تخفيضات شديدة في استخدام الطاقة. [9.10]

TS.3.2.5 الصناعة

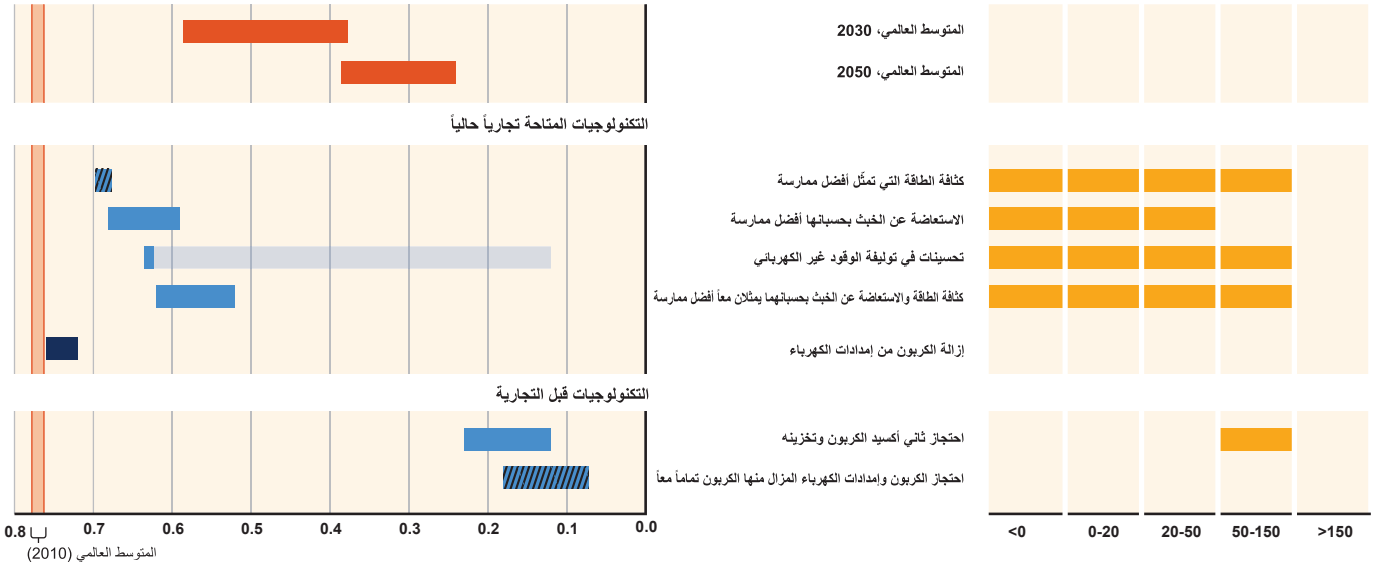
في عام 2010 كان قطاع الصناعة مسؤولاً عن 28 في المائة تقريباً من استخدام الطاقة النهائية، وكانت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة وغير المباشرة منه (وهي انبعاثات ترتبط باستهلاك الكهرباء) أكبر من انبعاثات تلك الغازات من قطاع المباني أو من قطاع الاستخدام النهائي لوسائل النقل وتمثل ما يزيد قليلاً عن 30 في المائة من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية في عام 2010 (وترتفع الحصة إلى 40 في المائة إذا لم يشمل المجموع الانبعاثات من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي) (ثقة عالية). ورغم تدني حصة الصناعة في الناتج المحلي الإجمالي العالمي، فقد زادت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الصناعة والنفايات/ المياه العادمة على صعيد العالم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون من 10 غيغاطن في عام 1990 إلى 13 غيغاطن في عام 2005 وإلى 15 غيغاطن في عام 2010 [كانت النفايات/ المياه العادمة مسؤولة عن 1.4 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون منها].

وتشير الإسقاطات إلى أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الصناعة، بما في ذلك الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة وكذلك انبعاثات عمليات التصنيع، سترتفع من 13 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2010 إلى ما يتراوح من 20 إلى 24 غيغاطن سنويا في عام 2050 (المئين الخامس والعشرين إلى المئين الخامس والسبعين؛ ويتراوح النطاق الكامل لمكافئ ثاني أكسيد الكربون من 9.5 إلى 34 غيغاطن سنوياً) في سيناريوهات خط الأساس؛ ومعظم سيناريوهات خط الأساس التي يرد تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس تبيّن حدوث زيادة كبيرة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) (الشكل TS.15) [6.8]. والحد الأدنى للنطاق الكامل

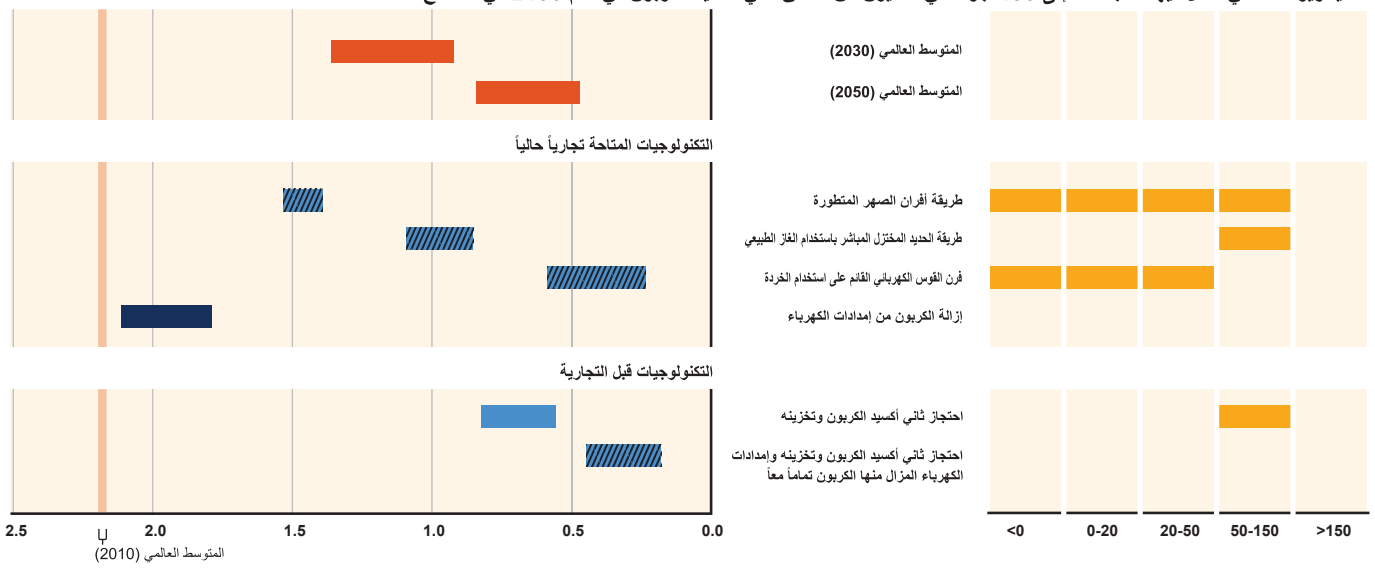


الشكل TS.26 | الانخفاض في الطلب على الطاقة النهائية بالنسبة إلى خط الأساس (اللوحة اليسرى) وتطوّر حصة نواقل الطاقة النهائية المنخفضة الكربون في الطاقة النهائية (بما يشمل الكهرباء، والحرارة، والهيدروجين، والطاقة الأحيائية (اللوحة اليمنى) في الصناعة بحلول عامي 2030 و 2050 في سيناريوهات التخفيف من ثلاثة نطاقات مختلفة لتركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون مبينة في المخططات الصندوقية (انظر القسم 6.3.2) مقارنة بالدراسات القطاعية المبينة بالأشكال المقومة في الفصل 10. وتناظر الدوائر المصمتة الدراسات القطاعية ذات التغطية القطاعية الكاملة [الشكلان 6.37، 6.38]

السيناريوهات التي تصل فيها الانبعاثات إلى 450 جزءا في المليون من مكافئ ثاني اكسيد الكربون في عام 2100 في النماذج المتكامله

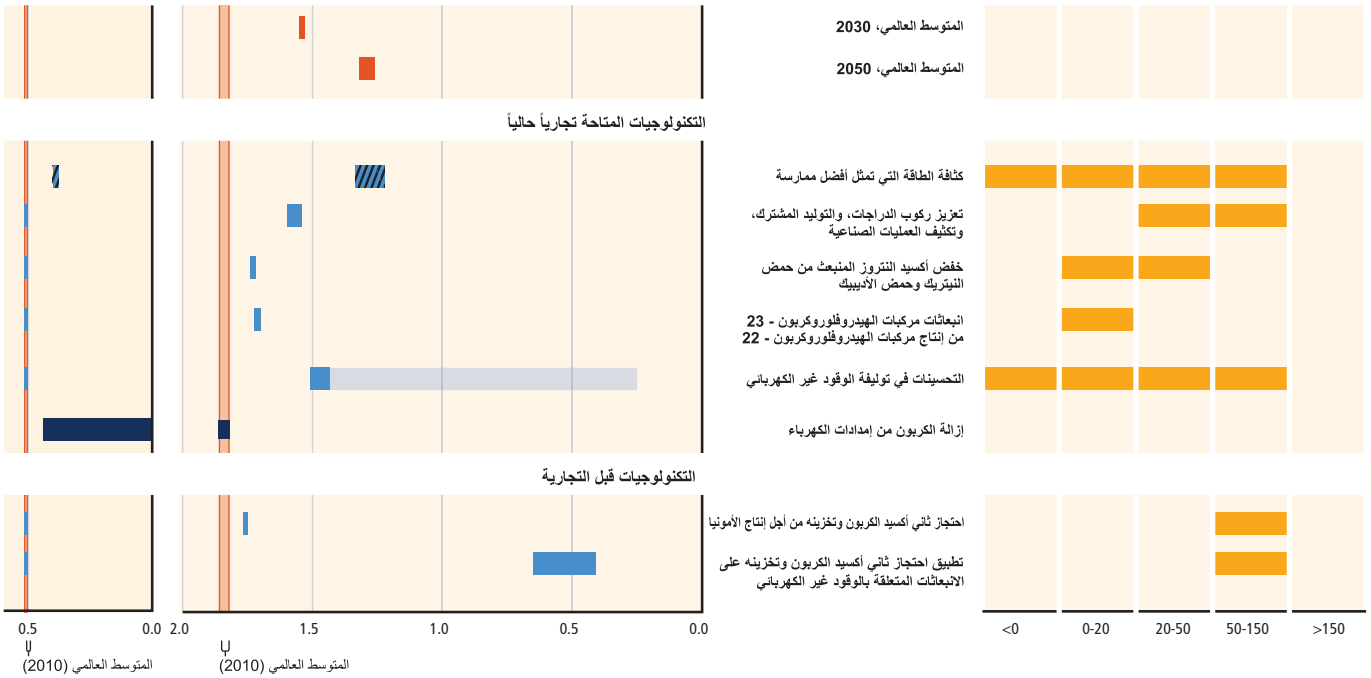


السيناريوهات التي تصل فيها الانبعاثات إلى 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2100 في النماذج المتكاملة

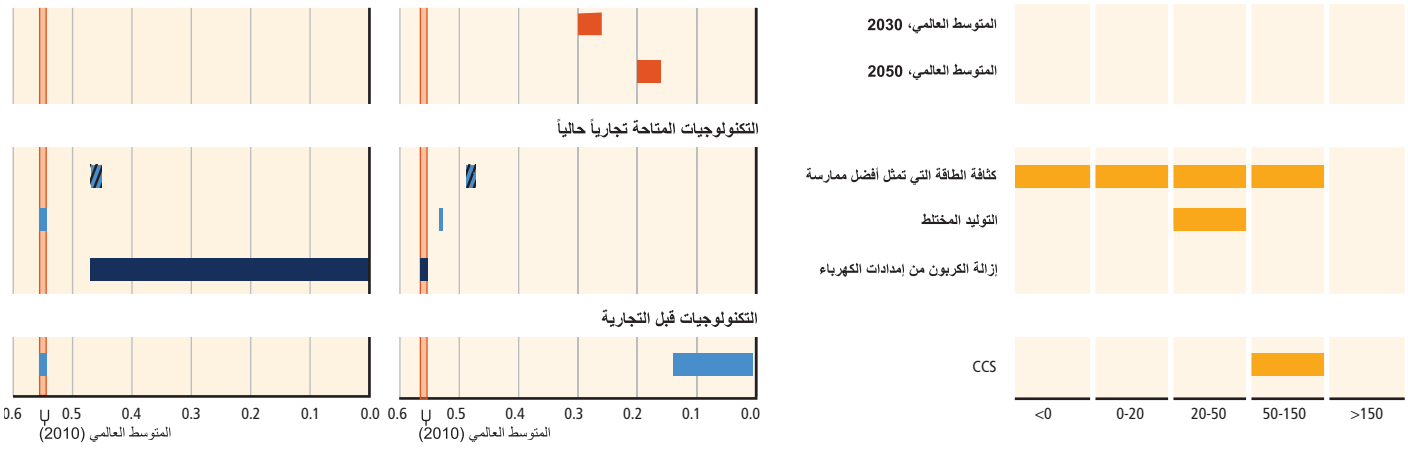


الشكل TS.27 | الكثافات الاسترشادية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الإسمنت (اللوحة العلوية) والفولاذ (اللوحة السفلية)، وكذلك التكلفة المستوية الاسترشادية للكربون المحفوظ (LCCC) مبينة فيما يتعلق بممارسات/تكنولوجيات الإنتاج المختلفة وفيما يتعلق بسيناريوهات مجموعة مختارة محدودة من النماذج المتكاملة تبلغ فيها انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون 450 جزءاً في المليون (للاطلاع على البيانات والمنهجية، انظر المرفق الثالث). DRI: الحديد المختزل اختزالاً مباشراً؛ EAF: فرن قوسي كهربائي. [الشكلان 10.7، 10.8]

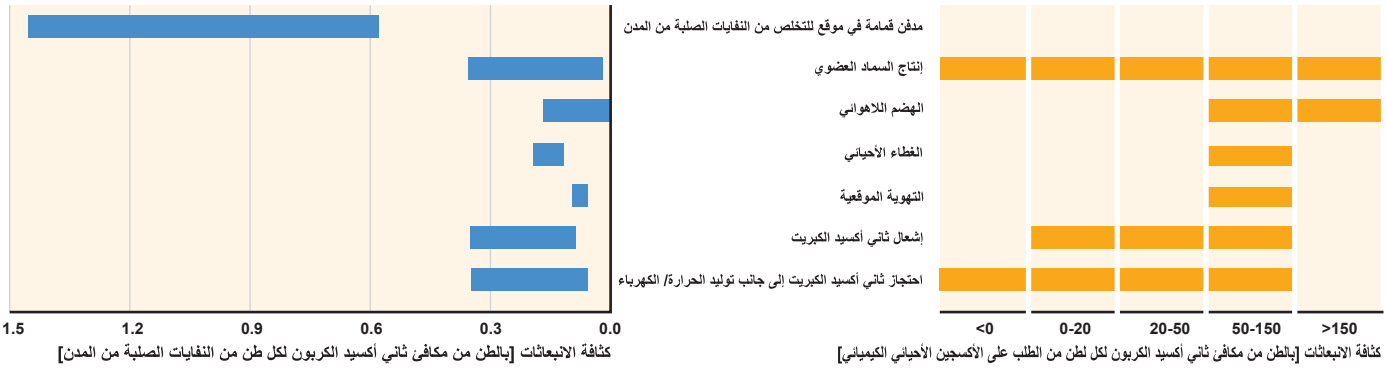
سيناريو منظورات الوكالة الدولية للطاقة بشأن تكنولوجيا الطاقة

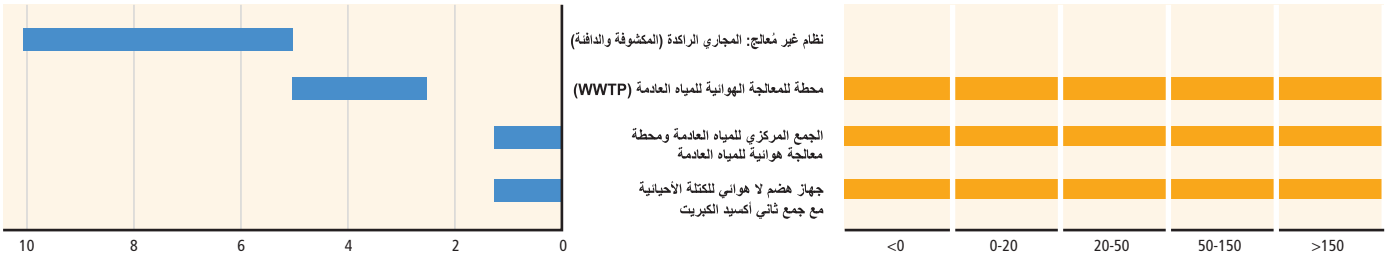


سيناريو الوكالة الدولية للطاقة بشأن منظورات تكنولوجيا الطاقة



الشكل TS.28 | انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون العالمية الاسترشادية فيما يتعلق بإنتاج المواد الكيميائية (اللوحة العلوية) وكثافات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية الاسترشادية فيما يتعلق بإنتاج الورق (اللوحة السفلية) وتبيّن كذلك التكلفة المستوية الاسترشادية للكربون المحفوظ (LCCC) فيما يتعلق بممارسات/ تكنولوجيات إنتاج مختلفة وفيما يتعلق بالسيناريوهات التي تبلغ فيها الانبعاثات 450 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون الخاصة بمجموعة مختارة من النماذج المتكاملة (للاطلاع على البيانات والمنهجية، انظر المرفق الثالث). [الشكلان 10.9، 10.10]





الشكل TS.29 | الكثافات الاسترشادية لانبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون فيما يتعلق بالنفايات (اللوحة العلوية) والمياه العادمة (اللوحة السفلية) في ممارسات شتى وكذلك التكلفة المستوية الاسترشادية للكربون المحفوظ (للاطلاع على البيانات والمنهجية، انظر المرفق الثالث).MSW: النفايات الصلبة من المدن. [الشكلان 10.19، 10.20]

تهيمن عليه السيناريوهات التي تركز على تحسينات في كثافة الطاقة تتجاوز إلى حد كبير ما لوحظ من تحسينات خلال السنوات الأربعين الماضية.

وبإمكان عمليات تحسين المستوى على نطاق واسع، والإحلال، ونشر أفضل التكنولوجيات المتاحة، لا سيما في البلدان التي لا يحدث فيها ذلك، وفي الصناعات غير كثيفة استخدام الطاقة، أن تقلل من كثافة استخدام قطاع الصناعة للطاقة بما يقرب من 25 في المائة مقارنة بالمستوى الحالي (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). ورغم الاهتمام منذ أمد طويل بكفاءة الطاقة في الصناعة، ما زالت هناك خيارات كثيرة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة. وربما كان من الممكن تحقيق تخفيضات إضافية تبلغ نحو 20 في المائة في كثافة الطاقة من خلال الابتكار (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). والعقبات التي تحول دون تحقيق كفاءة استخدام الطاقة تتعلق إلى حد كبير بتكاليف الاستثمارات الأولية ونقص المعلومات. والبرامج الإعلامية هي نهج سائد للترويج لكفاءة الطاقة، تليها الأدوات الاقتصادية، والنُهج التنظيمية، والإجراءات التطوعية. [10.4، 10.7، 10.9، 10.11]

وسيتطلب إحداث خفض مطلق في الانبعاثات من قطاع الصناعة نشر مجموعة عريضة من خيارات التخفيف التي تتجاوز تدابير كفاءة الطاقة (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع) [10.4، 10.7]. وفي سياق النمو العام المتواصل في الطلب الصناعي سيتطلب إحداث تخفيضات كبيرة في القطاع بذل جهود موازية لزيادة الكفاءة من حيث الانبعاثات (مثلاً من خلال تغيير الوقود والمواد الأولية أو احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه)؛ وكفاءة استخدام المواد (مثلاً، تخلّف كمية أقل من الخردة، وتصميم جديد للمنتجات)؛ وإعادة تدوير المواد والمنتجات وإعادة استعمالها؛ وكفاءة الخدمات التي تستخدم منتجات (مثلاً، زيادة كثافة استخدام المنتجات من خلال تقاسم استخدام السيارة، وزيادة عُمر المنتجات)؛ والتوصل إلى ابتكارات جذرية في المنتجات (مثلاً، بدائل للإسمنت)؛ وكذلك إحداث تخفيضات في الطلب على الخدمات. وعدم وجود سياسة والافتقار إلى خبرات فيما يتعلق بكفاءة المواد والخدمات التي تستخدم منتجات يمثلان عقبتين رئيسيتين. [الجدول TS.3، والشكل TS.25) [10.4، 10.7، 10.11]

وبينما تكون الدراسات المفصّلة بشأن قطاع الصناعة محافظة عادةً أكثر من الدراسات المتكاملة، فإن كلتيهما تحددان وفورات ممكنة في الطلب الصناعي على الطاقة النهائية تبلغ نحو 30 في المائة بحلول عام 2050 في سيناريوهات التخفيف التي لا تتجاوز فيها الانبعاثات 650 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 بالنسبة إلى سيناريوهات خط الأساس (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) (الشكل TS.26). والنماذج المتكاملة تعامل بوجه خاص قطاع الصناعة على نحو أكثر تجميعاً ولا تبيّن صراحة على الأغلب تدفقات مفصلة للمواد على المستوى دون القطاعي، ولا خيارات الحد من الطلب على المواد، ولا إمكانيات الإحلال فيما بين المدخلات بسبب السعر. ونتيجة لعدم تجانس قطاع الصناعة، تظل المقارنة المتسقة بين الدراسات القطاعية والدراسات المتكاملة صعبة. [6.8.4، 10.4، 10.7، 10.10.1، والشكل 10.14]

ومن الممكن أيضاً تحقيق تخفيف في قطاع الصناعة بخفض الطلب على المواد والوقود الأحفوري مثلاً من خلال تحسين استخدام النفايات، وهو ما يقلل في الوقت ذاته من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة الناتجة عن التخلص من النفايات (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). والتسلسل الهرمي لإدارة النفايات يضع الحد من النفايات في أعلى مرتبة، تليه إعادة استخدامها وإعادة تدويرها واسترجاع الطاقة. وبالنظر إلى أن حصة المواد المعاد تدويرها أو المعاد استعمالها ما زالت منخفضة، فإن استخدام تكنولوجيات معالجة النفايات واسترجاع الطاقة للحد من الطلب على الوقود الأحفوري يمكن أن يُسفر عن تخفيضات في الانبعاثات المباشرة الناتجة عن التخلص من النفايات. وعلى

الجدول TS.7 | لمحة عامة عن الفوائد المصاحبة المحتملة (الأسهم الخضراء) والآثار السلبية المناوئة (الأسهم البرتقالية) لتدابير التخفيف الرئيسية في قطاع الصناعة؛ وتشير الأسهم المتجهة إلى أعلى أو أسفل إلى تأثير إيجابي/ سلبي على الهدف أو الشاغل المعني. وتتوقف الفوائد المصاحبة والآثار الجانبية المناوئة على الظروف المحلية وكذلك على ممارسات التنفيذ ووتيرته ونطاقه. للاطلاع على الآثار المحتملة قبل الإنتاج لإمدادات الطاقة المنخفضة الكربون (بما يشمل احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه)، انظر الجدول TS.4. للاطلاع على التأثيرات المحتملة قبل الإنتاج للإمدادات من الكتلة الحيوية، انظر الجدول TS.8. وللاطلاع على تقييم للتأثيرات المشتركة بين القطاعات فيما يتعلق بالاقتصاد الكلي المرتبطة بسياسات التخفيف (مثلا، على أسعار الطاقة، والاستهلاك، والنمو، والتجارة)، انظر، مثلاً، الأقسام 3.9، و 6.3.6، و 13.2.2.3، و 14.4.2. وتشير محددات عدم اليقين الواردة بين أقواس معقوفة إلى مستوى الأدلة والاتفاق بشأن التأثيرات المعنية (انظر TS.1). ومختصرات الأدلة هي: م = محدودة، ت = متوسطة، ق = قوية؛ أما المختصرات المتعلقة بالاتفاق فهي م = محدودة، ت = متوسطة، ر = مرتفعة. [الجدول 10.5]

الصناعة	التأثير على أهداف/ شواغل إضافية		
	الاقتصادي	الاجتماعي	البيني
تاناعبنا قفاشك ضفخ نوبركلا دي سكأ ي ناث س ابتحاا تازاغو ىرخألا يراحلا	↑ القدرة على المنافسة والإنتاجية (ت / ر)	الأثر الصحي من خلال ↓ انخفاض تلوث الهواء المحلي وتحسُّن ظروف العمل (فيما يتعلق بمركبات الكربون المشبّعة بالفلور من الألمونيوم) (ت / ت) ↑	↓ الأثر على النظم الإيكولوجية من خلال انخفاض تلوث الهواء المحلي وانخفاض تلوث المياه (ت / ت)
ةيناقتلا تانايسحتلا مادختسا ةءافك يف تاياملعلا نم ققاطلا قديدج تايجولونكتو	↑ أمن الطاقة (من خلال خفض كثافة الطاقة) (ت/ ت) ↑ الأثر على العمالة (م / م) ↑ القدرة على المنافسة والإنتاجية (ت / ر) ↑ التأثيرات التكنولوجية في البلدان النامية (الناتجة عن روابط سلسلة الإمدادات)	↓ الأثر الصحي من خلال خفض التلوث المحلي (م/ ت) ↑ فرص أعمال جديدة (ت / ت) ↑ توافر المياه ونوعيتها (م / م) ↑ السلامة، وظروف العمل، والرضا الوظيفي (ت / ت)	الأثر على النظم الإيكولوجية من خلال: ↓ استخراج الوقود الأحفوري (م / م) ↓ التلوث المحلي والنفايات (ت / ت)
قيلعتملا داوملا ةءافك ريودتلا قداعو ،علسلاب	↓ إيرادات الضرائب على المبيعات الوطنية في الأجل المتوسط (م/ م) ↑ الأثر على العمالة في سوق إعادة تدوير النفايات (م / م) ↑ القدرة على المنافسة في الصناعة التحويلية (م / م) ↑ هياكل أساسية جديدة للمجموعات الصناعية (م / م)	↓ الآثار الصحية والشواغل المتعلقة بالسلامة (م / ت) ↑ فرص أعمال جديدة (ت / ت). ↓ النزاعات المحلية (انخفاض استخراج الموارد) (م/ ت)	↓ الأثر على النظم الإيكولوجية من خلال انخفاض تلوث الهواء المحلي والمياه والتخلص من المواد العادمة (ت / ت) ↓ استخدام المواد البكر/ الخام والموارد الطبيعية مما يعني الحد من التعدين غير المستدام (م /م)
بلطلا تاضيفخت تاجتنملا ىلع	↓ إيرادات الضرائب على المبيعات الوطنية في الأجل المتوسط (م / م)	↑ الرفاه من خلال توافر خيارات متنوعة لأساليب المعيشة (م / م)	↓ نفايات ما بعد الاستهلاك (م / م)

TS

الصعيد العالمي، لا يُعاد تدوير سوى 20 في المائة تقريباً من النفايات الصلبة الخاصة بالمدن (MSW) ولا يُعالج سوى 14 في المائة تقريباً من أجل استرجاع الطاقة بينما يودع الباقي في مواقع مكشوفة لطمر النفايات أو في مدافن للقمامة. ويظل بلا معالجة نحو 47 في المائة من المياه العادمة التي تُنتج في قطاعي الاستخدام المنزلي والصناعة التحويلية. ويتعلق أكبر نطاق للتكلفة بخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الإلقاء في مدافن القمامة من خلال معالجة النفايات بالهضم اللاهوائي. وتتراوح التكاليف من سالبة (انظر الإطار TS.12) إلى مرتفعة جدا. والتكنولوجيات المتقدمة لمعالجة المياه العادمة قد تعزز خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في معالجة المياه العادمة ولكنها تتجمّع في الخيارات الأعلى تكلفة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). (الشكل TS.29) [10.14 10.4].

وقد أثّرت السياسات واللوائح التنظيمية المتعلقة بالنفايات تأثيراً كبيراً على استهلاك المواد، ولكن قلة من السياسات هي التي اتبعت بصورة محددة أسلوب كفاءة المواد أو كفاءة الخدمات التي تستخدم منتجات (أدلة قوية، اتفاق مرتفع) [10.11]. وتشمل العقبات التي تحول دون كفاءة المواد الافتقار إلى قدرات بشرية ومؤسسية لتشجيع الإدارة على اتخاذ قرارات ولتشجيع الجمهور على المشاركة. وثمة افتقار أيضا إلى الخبرة وكثيرا ما لا توجد حوافز واضحة سواء للمورّدين أو للمستهلكين تدفع إلى إجراء تحسينات في كفاءة استخدام المواد أو الخدمات التي تستخدم منتجات، أو إلى الحد من الطلب على المنتجات. [10.9]

وتهيمن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الصناعة، ولكن توجد أيضا فرص كبيرة للتخفيف من غازات أخرى غير ثاني أكسيد الكربون (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وانبعاثات الميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) والغازات المشبّعة بالفلور (F-gases) من الصناعة كانت مسؤولة عن انبعاثات قدرها 0.9 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2010. وتشمل فرص التخفيف الرئيسية، مثلاً، خفض انبعاثات مركبات الهيدروفلوروكربون (HFC) بإصلاح مصادر التسرّب، واسترجاع مواد التبريد وإعادة تدويرها والتخلص السليم منها والاستعاضة عنها بمواد تبريد بديلة (الأمونيا، الميثان، ثاني أكسيد الكربون). ومن الممكن خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك من خلال التدمير الحراري والمحفزات الثانوية. كما يواجه خفض غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون عقبات متعددة. ومن الأمثلة الشائعة لهذه العقبات عدم توافر الوعي، وعدم وجود حوافز اقتصادية، والافتقار إلى التكنولوجيات المتاحة تجارياً، مثلاً من أجل إعادة تدوير مركبّات الهيدروفلوروكربون وحرقها). [الجدول 10.2، 10.7]

والنُهُج الشاملة والأنشطة التعاونية بين الشركات (الصناعات الكبيرة الكثيفة الاستخدام للطاقة والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة (SMEs)) والقطاعات يمكن أن تساعد على الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتساعد التكنولوجيات الشاملة لعدة قطاعات من قبيل المحركات ذات الكفاءة، أو التدابير الشاملة لعدة قطاعات من قبيل الحد من تسربات الهواء أو البخار على تعظيم أداء العمليات الصناعية وتحسين كفاءة الوحدات الإنتاجية على الأغلب على نحو فعال من حيث التكلفة مع تحقيق وفورات في الطاقة وفوائد من حيث الانبعاثات على السواء. كما تساعد المجموعات الصناعية على تحقيق التخفيف، لا سيما من المؤسسات

الصغيرة والمتوسطة. [10.4] وقد يتيح التعاون والتعاضد بين القطاعات على مستويات مختلفة - مثلاً، تقاسم الهياكل الأساسية والمعلومات، والحرارة المهدرة، والتبريد، إلخ - إمكانية تخفيف إضافية في مناطق/ أنواع صناعات معينة [10.5].

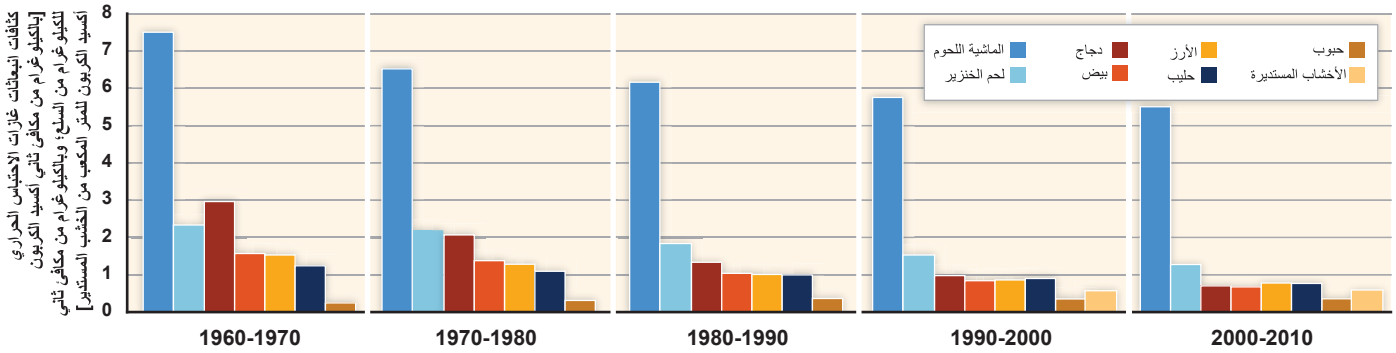
وعدة من خيارات تخفيض الانبعاثات في القطاع الصناعي فعالة من حيث التكلفة ومربحة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). وعلى الرغم من وجود خيارات بشأن نطاقات التكلفة التي تتراوح من صفر إلى 20 ومن 20 إلى 50 دولاراً أمريكياً لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون وحتى أقل من صفر من الدولارات الأمريكية لمكافئ ثاني أكسيد الكربون، فإن تحقيق كثافة انبعاثات أقرب إلى الصفر في قطاع الصناعة سيتطلب الإعمال الإضافي لخيارات تغيير الخطوات على الأجل الطويل (مثلاً، احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه)، المرتبطة بارتفاع التكاليف المستوية للكربون المحفوظ (LCCC) في حدود تتراوح من 50 إلى 150 دولاراً أمريكياً لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. ولا تتوافر تقديرات مماثلة لتكلفة تنفيذ استراتيجيات تحسين كفاءة المواد، وكفاءة الخدمات التي تُستخدم فيها منتجات، واستراتيجيات الحد من الطلب على الخدمات. وفيما يتعلق بالخيارات الطويلة الأجل، تتيح بعض التدابير التي تطبق في قطاعات معينة تحقيق تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ولكن قد يتعذر تطبيقها على نطاق كبير، مثلاً في إنتاج الحديد والفولاذ من الخردة. ومن الممكن أن تؤدي الكهرباء المزال منها الكربون دوراً مهماً في بعض القطاعات الفرعية (مثلاً، المواد الكيميائية، ولب الورق، والورق، والألمونيوم)، ولكنها ستكون محدودة الأثر في قطاعات فرعية أخرى (مثلاً، الإسمنت، والحديد والفولاذ، والنفايات). وبوجه عام تتباين تكاليف التخفيف من منطقة إلى أخرى وتتوقف على الظروف الخاصة بكل موقع (الأشكال TS.27 و TS.28 و TS.29) [10.7].

وكثيراً ما تقترن تدابير التخفيف فوائد مصاحبه (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتشمل الفوائد المصاحبة تحسُّن القدرة على المنافسة من خلال تخفيضات التكلفة، وإتاحة فرص أعمال جديدة، وتحسُّن الامتثال البيئي، والفوائد الصحية من خلال تحسين نوعية الهواء والماء على المستوى المحلي وتحسين ظروف العمل، وانخفاض كمية النفايات، وكل ذلك يحقق فوائد خاصة واجتماعية متعددة غير مباشرة (الجدول TS.7) [10.8].

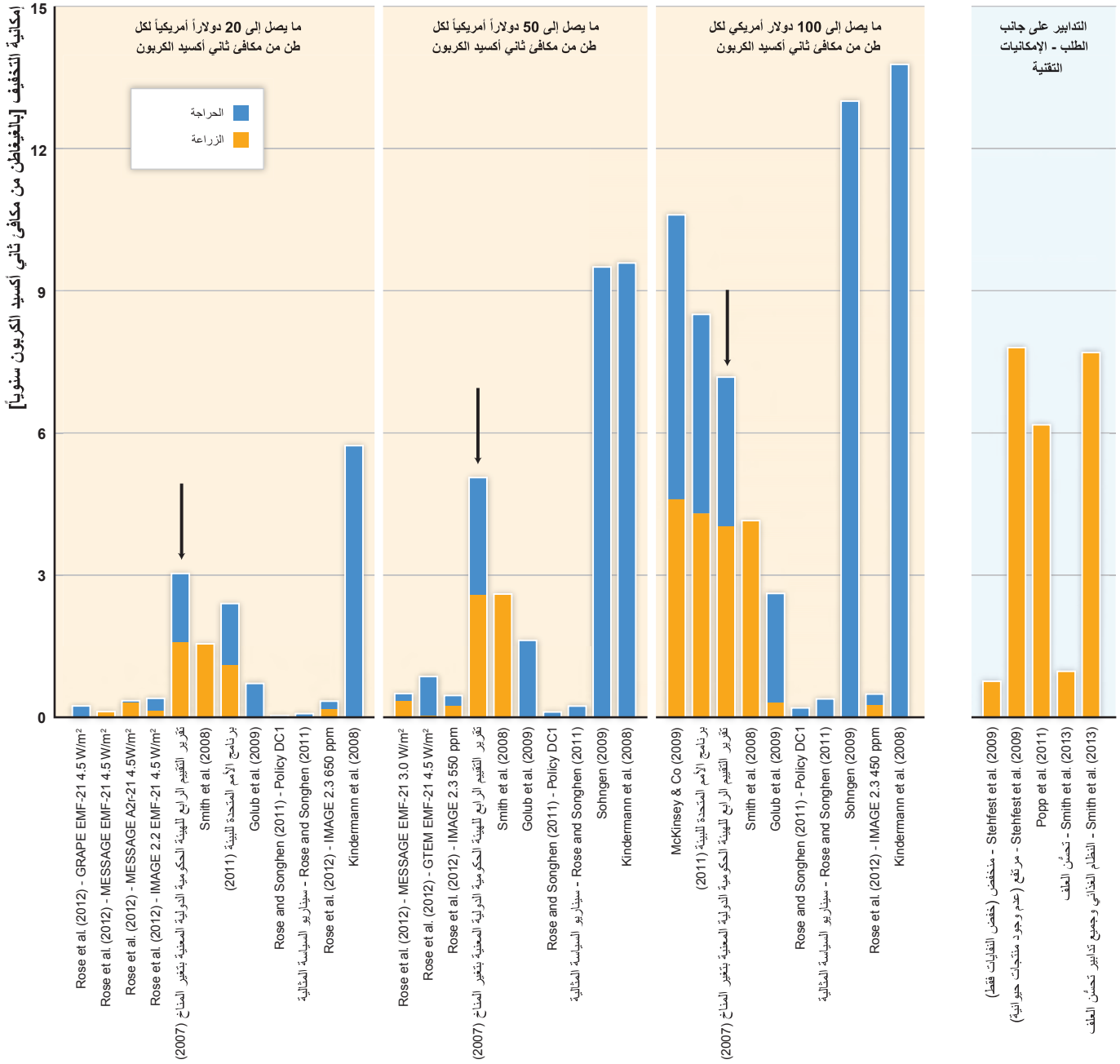
ولا توجد سياسة واحدة يمكن أن تتناول النطاق الكامل من تدابير التخفيف المتاحة للصناعة وتتغلب على العقبات المرتبطة بتلك التدابير. وما لم يوجد حل للعقبات التي تحول دون التخفيف في قطاع الصناعة، ستكون وتيرة ومدى التخفيف محدودين، وحتى التدابير المربحة ستظل غير مستغلَّة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). [10.9، 10.11]

TS.3.2.6 الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (AFOLU)

منذ صدور تقرير التقييم الرابع استقرت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي ولكن حصة الانبعاثات الكلية لغازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ انخفضت (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وكان المتوسط السنوي لتدفق غازات الاحتباس الحراري الكلية من قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي يتراوح من 10 إلى 12 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الفترة 2000-2010، وكانت الانبعاثات العالمية تتراوح من 5.0 إلى 5.8 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً من الزراعة وما يتراوح تقريباً من 4.3 إلى 5.5 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي. والانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون مصدرها إلى حد كبير الزراعة، وتهيمن عليها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة الزراعية وانبعاثات الميثان من التخمّر المعدي لدى الحيوانات، وإدارة روث الماشية، والانبعاثات من حقول الأرز، التي تراوح مجموعها من 5.0 إلى 5.8 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2010 (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وخلال السنوات الأخيرة، تشير معظم تقديرات تدفقات ثاني أكسيد الكربون من الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي إلى حدوث انخفاض في الانبعاثات يرجع إلى حد كبير إلى تناقص معدلات الحراجة وتزايد زراعة الغابات (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). وقد انخفضت المستويات المطلقة للانبعاثات من إزالة الغابات وتدهورها خلال الفترة من عام 1990 إلى عام 2010 (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وخلال الفترة نفسها، انخفضت الانبعاثات الكلية في البلدان المرتفعة الدخل بينما زادت الانبعاثات الكلية في البلدان المنخفضة الدخل. وبوجه عام، تهيمن الأنشطة الزراعية على الانبعاثات من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، بينما تهيمن إزالة الغابات وتدهورها على الانبعاثات من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي في البلدان المنخفضة الدخل. [الشكل 1.3، 11.2]



الشكل TS.30 | كثافات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لسلع رئيسية مختارة في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي للعقود الممتدة من ستينيات القرن العشرين إلى العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. (1) لحوم الماشية، محددة كانبعاثات غازات احتباس حراري (التخمّر المعدي + إدارة روث الماشية، ومنتجات الألبان والمنتجات الأخرى) مقابل اللحوم المُنتجة؛ (2) لحم الخنزير، محددة كانبعاثات غازات احتباس حراري (التخمّر المعدي + إدارة روث الخنازير، والتسويق والتربية) مقابل اللحوم المُنتجة؛ (3) لحوم الدواجن، محددة كانبعاثات غازات احتباس حراري (إدارة روث الدواجن) مقابل اللحوم المُنتجة؛ (4) الألبان، محددة كغازات احتباس حراري (التخمّر المعدي + إدارة روث الخنازير، والتسويق والتربية) مقابل اللحوم المُنتجة؛ (5) البيض، محدداً كانبعاثات غازات احتباس حراري (إدارة روث الدواجن، والدجاج البيّاض) مقابل البيض المُنتج؛ (6) الأرز محدداً كانبعاثات غازات احتباس حراري (زراعة الأرز) مقابل الأرز المُنتج؛ (7) الحبوب الغذائية محددة كانبعاثات غازات احتباس حراري (الأسمدة التركيبية) مقابل الحبوب الغذائية المُنتجة؛ (8) الخشب محدداً كانبعاثات غازات احتباس حراري (فقدان الكربون من قطع الأشجار) مقابل الخشب المستدير المُنتج. [الشكل 11.15]



الشكل TS.31 | تقديرات إمكانيات التخفيف الاقتصادية في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي التي نُشرت منذ صدور تقرير التقييم الرابع (تقديرات تقرير التقييم الرابع مبيّنة لأغراض المقارنة، ويُشار إليها بالأسهم السوداء)، بما يشمل تلك المتجهة من أسفل إلى أعلى التي تشير إلى الدراسات القطاعية، وتلك المتجهة من أعلى إلى أسفل، التي تشير إلى الدراسات المتعددة القطاعات. وتقدّر إمكانيات التخفيف على جانب الإمداد فيما يتعلق بحوالي عام 2030، وتتراوح من عام 2025 إلى عام 2035، وهي تتعلق بالزراعة وبالحراجة، أو بكلا القطاعين معاً. والدراسات مجمّعة من أجل إمكانيات تصل إلى نحو 20 دولاراً أمريكياً لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (يتراوح النطاق الفعلي من 1.64 إلى 21.45) وما يصل إلى نحو 50 دولاراً أمريكياً لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (يتراوح النطاق الفعلي من 31.39 إلى 50.00)، وما يصل إلى نحو 100 دولار أمريكي لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (يتراوح النطاق الفعلي من 70.0 إلى 120.9). أما التدابير على جانب الطلب (المبينة على الجانب الأيمن من الشكل) فهي تتعلق بالفترة السابقة على عام 2050 ولا يرد تقييم لها بسعر محدد للكربون، وينبغي اعتبارها إمكانيات تقنية. والقيم التي يوردها Smith et al. (2013) هي متوسط النطاق. ولا تتناول جميع الدراسات نفس التدابير أو نفس غازات الاحتباس الحراري 11.6.2] والشكل [11.14

وتشير الإسقاطات إلى حدوث انخفاض مع مرور الوقت في صافي الانبعاثات السنوية لثاني أكسيد الكربون التي تمثل خط الأساس من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي وإلى احتمال وصول صافي الانبعاثات إلى أقل من نصف المستوى الذي كان عليه في عام 2010 بحلول عام 2050، وإلى أن قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي يمكن أن يصبح مصرفاً صافياً (بالوعة صافية) قبل نهاية القرن. ولكن درجة اليقين من صافي الانبعاثات التاريخية من الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي أكبر من صافي الانبعاثات من القطاعات الأخرى، وتوجد أوجه عدم يقين إضافية فيما يتعلق بصافي انبعاثات الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي المتوقعة التي تمثل خط الأساس. (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع) (الشكل TS.15) [6.3.1.4، 6.8، والشكل 6.5]. وكما كان الحال فيما يتعلق بتقرير التقييم الرابع، تشير معظم الإسقاطات إلى انخفاض صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية في الأجل الطويل. ويقف وراء ذلك، جزئياً، التغير التكنولوجي، والانخفاض المسقط في معدلات الزراعة والتوسع المرتبط بالتباطؤ المتوقع في النمو السكاني. ولكن، على الاختلاف من تقرير التقييم الرابع، لا يتوقع أي سيناريو من أحدث السيناريوهات حدوث نمو في الأجل القريب. ويوجد أيضا نطاق أكبر نوعاً ما من التباين في سنوات القرن اللاحقة، بحيث تُسقط بعض النماذج أن يكون المصرف الصافي (البالوعة الصافية) أقوى بدءاً من عام 2050 (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). وتوجد قلة من الإسقاطات المُبلغ عنها لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان العالمية ذات الصلة بالأراضي والتي

الجدول TS.8 | لمحة عامة عن الفوائد المصاحبة المحتملة (الأسهم الخضراء) والآثار الجانبية المناوئة (الأسهم البرتقالية) لتدابير التخفيف الرئيسية في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي؛ وتشير الأسهم المتجهة إلى أعلى أو أسفل إلى التأثير الإيجابي/ السلبي على الهدف أو الشاغل المعني. وتتوقف هذه التأثيرات على السياق المحدد (بما في ذلك الجوانب الأحيائية - الفيزيائية والمؤسسية والاجتماعية - الاقتصادية) وعلى نطاق التنفيذ. للاطلاع على تقييم للتأثيرات المشتركة بين القطاعات فيما يتعلق بالاقتصاد الكلي المرتبطة بسياسات التخفيف (مثلا، على أسعار الطاقة، والاستهلاك، والنمو، والتجارة)، انظر، مثلاً، الأقسام 3.9، و 6.3.6، و 13.2.2.3، و 14.4.2. وتشير محددات عدم اليقين الواردة بين أقواس معقوفة إلى مستوى الأدلة والاتفاق بشأن التأثيرات المعنية (انظر TS.1). ومختصرات الأدلة هي: م = محدودة، ت = متوسطة، ق = قوية؛ أما مختصرات الاتفاق فهي: م = منخفض، ت = متوسط، ر = مرتفع. [الجدولان 11.9، 11.12]

الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي	التأثير على أهداف/ شواغل إضافية			
	الاقتصادي	الاجتماعي	البيني	المؤسسي
على جانب الإمداد: الحراجة، والنظم المتكاملة للزراعة والثروة الحيوانية القائمة على الطاقة الأحيائية (المشار إليها بعلامة *) **على جانب الطلب: انخفاض الفواقد في سلسلة الإمدادات الغذائية** **حدوث تغيرات في نظم الإنسان الغذائية، وحدوث تغيرات في الطلب على المنتجات الخشبية والحرجية**	* الأثر على العمالة من خلال التنمية ↑ المباشرة للأعمال الحرة (ت / ر) ↓ استخدام تكنولوجيات أقل كثافة لاستخدام اليد العاملة في الزراعة (ت / ت) *↑ تنويع مصادر الدخل وسُبل الوصول إلى الأسواق (ق / ر) *↑ دخل إضافي للإدارة (المستدامة) للمناظر الطبيعية (ت/ ر) *↑ تركيز الدخل (ت / ت) *↑ أمن الطاقة (كفاية الموارد) (ت/ ر) ↑ آليات تمويل ابتكارية للإدارة المستدامة للموارد (ت / ر) ↑	*↑ إنتاج المحاصيل الغذائية من خلال النظم المتكاملة وتكثيف الزراعة المستدامة (ق / ت) *↓↑ إنتاج الأغذية (محلياً) نتيجة لزراعة محصول غير غذائي واحد على نطاق كبير (ق / م) ↑ الموائل الثقافية والمناطق الترويحية من خلال الإدارة المستدامة للغابات وحفظها (ت / ت) *↑ صحة الإنسان ورفاه الحيوان، مثلاً من خلال انخفاض استخدام مبيدات الآفات، وانخفاض ممارسات الحرق، وممارسات من قبيل نظم الحراجة الزراعية والحراجة - الرعي (ت / ر) *↓ صحة الإنسان عند استخدام ممارسات الحرق (في الزراعة أو * الطاقة الأحيائية) (ت / ت) ↑ الإنصاف الجنساني داخل الأجيال وفيما بين الأجيال من خلال المشاركة والتقاسم العادل (ق / ر) ↑ تركيز الفوائد (ت / ت)	↑ تقديم خدمات النُظم الإيكولوجية من خلال حفظ النظم الإيكولوجية وإدارتها المستدامة وكذلك الزراعة المستدامة (ق / ر) *↓ زراعة محصول واحد على نطاق كبير (ق / ر) *↑ التنافس على استخدام الأراضي (ق/ت) ↑ نوعية التربة (ق / ر) ↓ التحات (ق / ر) ↑ قدرة النظم الإيكولوجية على التعافي (ت / ر) ↑ الألبيدو والتبخر (ق / ر)	*↑↓ الحيازة وحق الاستخدام على المستوى المحلي (للشعوب الأصلية والمجتمعات المحلية وبخاصة عند تنفيذ أنشطة في الغابات الطبيعية (ق / ر) ↑↓ الوصول إلى الآليات التشاركية لاتخاذ قرارات إدارة الأراضي (ق / ر) ↑ إنفاذ السياسات القائمة (للإدارة المستدامة للموارد) (ق / ر)

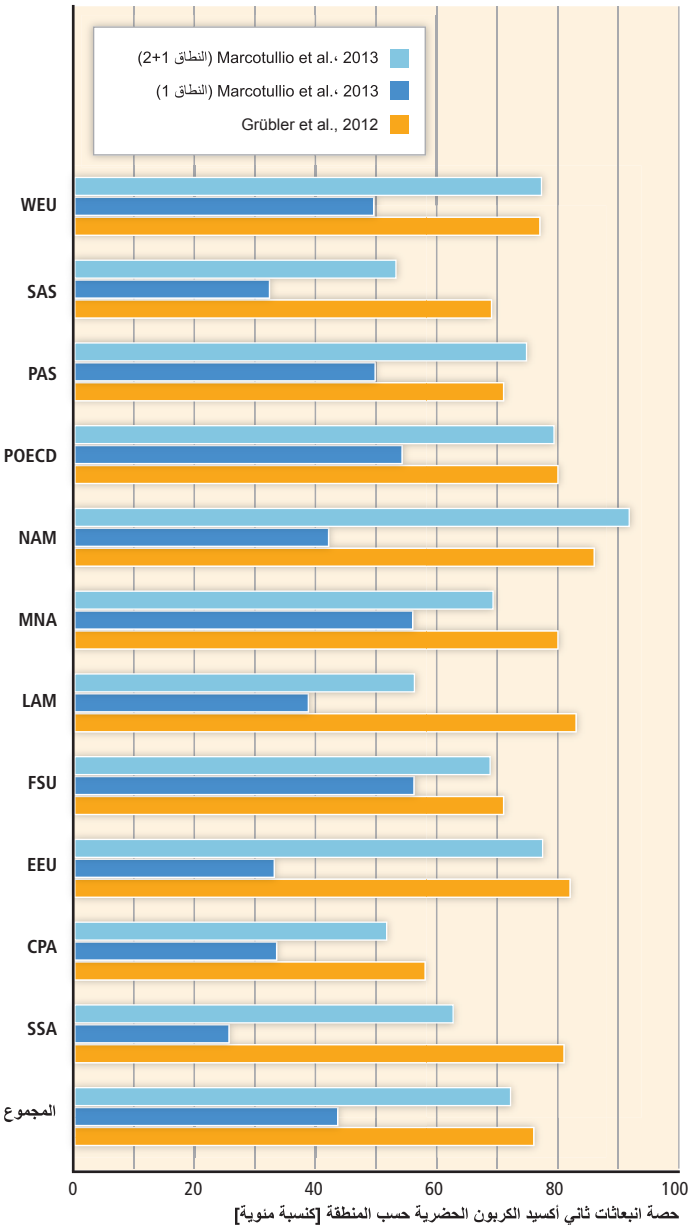
تمثل خط الأساس، وهي تشير إلى حدوث زيادة مع مرور الوقت. ومن المسقط أن انبعاثات الميثان من الأراضي ستبلغ ما يتراوح من 44 إلى 53 في المائة من انبعاثات الميثان الكلية حتى عام 2030، وما يتراوح من 41 إلى 59 في المائة حتى عام 2100، بينما ستبلغ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي ما يتراوح من 85 إلى 89 في المائة حتى عام 2030 وما يتراوح من 85 إلى 90 في المائة حتى عام 2100 (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). [11.9]

وتشمل فرص التخفيف في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي خيارات التخفيف على جانبي الإمداد والطلب (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتشمل التدابير على جانب الإمداد خفض الانبعاثات الناشئ عن التغير في استخدام الأراضي، لا سيما خفض إزالة الغابات، وإدارة الأراضي والثروة الحيوانية، وزيادة أرصدة الكربون من خلال عزله في التربة والكتلة الحيوية، أو الاستعاضة عن الوقود الأحفوري بالكتلة الحيوية لإنتاج الطاقة (الجدول TS.3). ومن الممكن أن تسهم تكنولوجيات جديدة أخرى على جانب الإمداد لم تقيم في تقرير التقييم الرابع، من قبيل استخدام الفحم الأحيائي أو المنتجات الخشبية بدلاً من مواد البناء الكثيفة الاستخدام للطاقة، في إمكانية التخفيف في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، ولكن عدد الدراسات التي يمكن الاستناد إليها في وضع تقديرات متينة ما زال قليلاً. وتشمل التدابير على جانب الطلب تغيير النظام الغذائي والحد من الفواقد في سلسلة الإمدادات الغذائية. وزيادة الإنتاج الحرجي والزراعي بدون حدوث زيادة متناسبة في الانبعاثات (أي ما يمثل مكوناً واحداً من مكونات التكثيف المستدام؛ الشكل TS.39) تقلل أيضاً من كثافة الانبعاثات (أي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للوحدة من المُنتج)، وهي تمثل آلية للتخفيف لم تُذكر إلى حد كبير فيما يتعلق بالزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي في تقرير التقييم الرابع، ولكنها آلية يمكن أن تقلل الانبعاثات المطلقة ما دامت لا تحدث زيادة في حجم الإنتاج. [11.3، 11.4]

ومن بين التدابير على جانب الإمداد تُعتبر أكثر الخيارات فعالية من حيث التكلفة فيما يتعلق بالحراجة هي زراعة الغابات والإدارة المستدامة للغابات والحد من إزالة الغابات، مع وجود اختلافات كبيرة في أهميتها النسبية بين المناطق؛ ففي الزراعة، تكون أسعار الكربون المنخفضة [16] (20 دولاراً أمريكياً لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في صالح إدارة أراضي المحاصيل وأراضي الرعي بينما تكون أسعار الكربون المرتفعة (100 دولار أمريكي لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون) في صالح ترميم التربة العضوية (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). وعند اقتصار النظر على الدراسات التي تشمل كلاً من الحراجة والزراعة وتتضمن عزل الكربون في التربة الزراعية تقدّر إمكانية التخفيف الاقتصادية في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي بما يتراوح من 7.18 إلى 10.6 (يتراوح النطاق الكامل لجميع الدراسات من 0.49 إلى 10.6) غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2030 فيما يتعلق بجهود التخفيف المتسقة مع أسعار للكربون والتي تصل إلى 100 دولار أمريكي لكل طن من

[16] في كثير من النماذج المستعملة لتقييم التكاليف الاقتصادية للتخفيف كبديل لتصوير مستوى الجهد في سياسات التخفيف (انظر مسرد المصطلحات).

مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يمثل ثُلث ما يمكن تحقيقه عندما يكون سعر الطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بالدولار الأمريكي أقل من 20 دولاراً (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). ونطاق التقديرات العالمية عند مستوى معين بسعر الكربون يعكس جزئياً عدم اليقين الذي يكتنف إمكانيات التخفيف في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي الواردة في الأعمال السابقة وفي الافتراضات المتعلقة باستخدام الأراضي الواردة في السيناريوهات التي بُحثت. كما تعكس نطاقات التقديرات الاختلافات في غازات الاحتباس الحراري والخيارات التي بُحثت في الدراسات. وترد في الشكل TS.31 [11.6] مقارنة لتقديرات إمكانية التخفيف الاقتصادية في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي التي نُشرت منذ صدور تقرير التقييم الرابع.

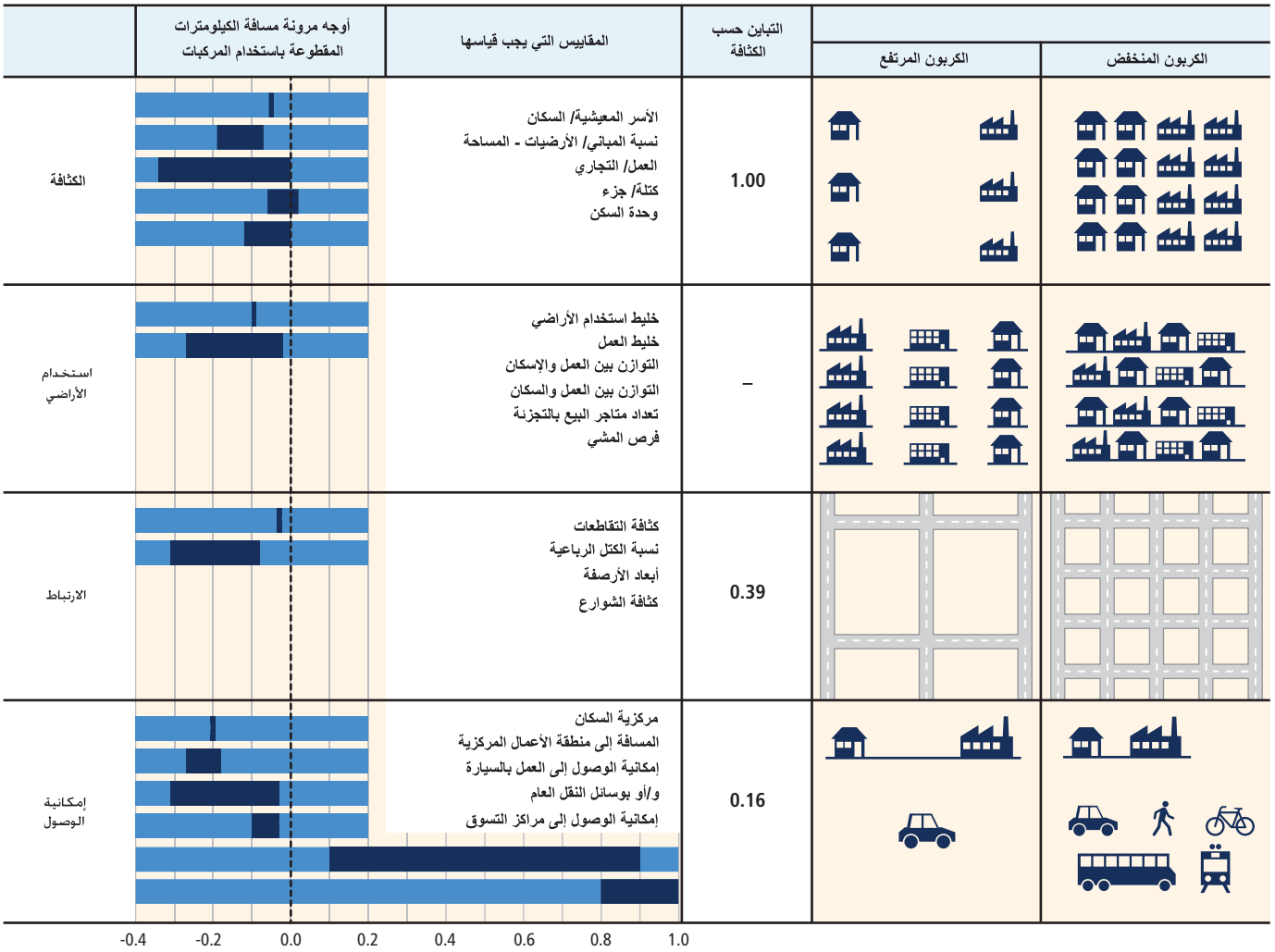


الشكل TS.32 | الحصص التقديرية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الحضرية المباشرة (النطاق 1) وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الحضرية غير المباشرة في الانبعاثات الكلية على صعيد مناطق العالم (بالغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون). وتوزّع الانبعاثات غير المباشرة (النطاق 2) الانبعاثات من محطات القدرة الحرارية على المناطق الحضرية. CPA: آسيا المخططة مركزياً والصين؛ EEU: أوروبا الوسطى والشرقية؛ FSU: الاتحاد السوفييتي السابق؛ LAM: أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي؛ MNA: الشرق الأوسط وشمال أفريقيا؛ NAM: أمريكا الشمالية؛ PAS: جنوب شرق آسيا والمحيط الهادئ؛ POECD: بلدان المحيط الهادئ الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي؛ SAS: جنوب آسيا؛ SSA: أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى؛ WEU: أوروبا الغربية [12.2.2، والشكل 12.4]

ورغم عدم وجود بحوث كافية بشأن التدابير على جانب الطلب، فإن التغييرات في النظام الغذائي، والتخفيضات في الفواقد في سلسلة الإمدادات الغذائية، وتدابير أخرى، تنطوي على إمكانية كبيرة، وإن كانت غير مؤكدة، للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من إنتاج الأغذية (تتراوح من 0.76 إلى 8.55 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً بحلول عام 2050) (الشكل TS.31) (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). ولكن العقبات التي تحول دون التنفيذ كبيرة وتشمل الشواغل المتعلقة بتعريض الصحة والرفاه للخطر ومقاومة المجتمع لتغيير السلوك. ومع ذلك، ففي البلدان ذات المعدلات المرتفعة لاستهلاك البروتين الحيواني تنعكس الفوائد المصاحبة في آثار صحية إيجابية تنتج عن التغييرات في النظام الغذائي (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). [11.4.3، 11.6، 11.7، 11.9]

وإمكانية التخفيف في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي تتوقف إلى حد كبير على العوامل الأوسع نطاقاً المتعلقة بسياسة وأنماط استخدام الأراضي (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). فالاستخدامات الممكنة الكثيرة للأراضي يمكن أن يكون هناك تنافس أو تآزر فيما بينها. والعقبات الرئيسية التي تحول دون التخفيف هي عقبات مؤسسية (انعدام الحيازة وضعف الحوكمة)، وإمكانية الوصول إلى آليات التمويل، وتوافر الأراضي والمياه، والفقر. ومن ناحية أخرى، يمكن أن تعزز خيارات التخفيف في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي الابتكار، كما يمكن أن تؤدي خيارات تخفيف تكنولوجية كثيرة على جانب الإمداد إلى زيادة الكفاءة الزراعية والحراجية وأن تحد من هشاشة الأوضاع في مواجهة المناخ بتحسين القدرة على التعافي. وتتسم النُظم المتعددة الوظائف التي تتيح تقديم خدمات متعددة من الأراضي بالقدرة على تحقيق أهداف سياساتية كثيرة إضافة إلى التخفيف، من قبيل تحسين حيازة الأراضي، وحوكمة الموارد الطبيعية، وتحقيق الإنصاف [11.8] (أدلة محدودة، اتفاق مرتفع). ويمكن للأطر حديثة العهد، من قبيل الأطر المتعلقة بتقييم الخدمات البيئية أو خدمات النظم الإيكولوجية، أن توفر أدوات لتقييم أوجه التآزر والمفاضلات المتعددة التي قد تنشأ من اتخاذ تدابير تخفيفية (الجدول TS.8) (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). [11.7، 11.8]

ويتعين أن تراعي السياسات التي تحكم الممارسات في الزراعة وفي حفظ الغابات وإدارتها احتياجات كل من التخفيف والتكيف (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). وبعض خيارات التخفيف في قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي (من قبيل أرصدة كربون التربة والغابات) قد تكون قابلة للتأثر بتغير المناخ. وقد كانت الحوافز الاقتصادية (مثلاً، توفير خطوط ائتمان خاصة للزراعة المنخفضة الكربون، وللممارسات المستدامة في الزراعة والحراجة، ولاسيما أرصدة حقوق الانبعاثات القابلة للتداول، وتقديم مدفوعات نظير خدمات النظم الإيكولوجية) والنُهج التنظيمية (مثلاً، إنفاذ القانون البيئي لحماية أرصدة كربون الغابات من خلال الحد من إزالة الغابات، وسياسات التخصيص، وإجراءات الحد من تلوث الهواء والماء التي تقلل من النترات ومن انبعاثات أكسيد النيتروز) فعالة في حالات مختلفة. ومن الممكن أن تسفر الاستثمارات في البحث والتطوير والنشر (مثلاً، زيادة الكفاءة في استخدام الموارد (الأسمدة)، وتحسين الثروة الحيوانية، وتحسين ممارسات إدارة الغابات) عن أوجه تآزر بين التكيف والتخفيف. وقد تبيَّن أن الحالات الناجحة للحد من إزالة الغابات في مناطق مختلفة هي حالات تجمع بين سياسات مختلفة من قبيل تخطيط الأراضي، والنُهج التنظيمية، والحوافز الاقتصادية (أدلة محدودة، اتفاق مرتفع). [11.3.2، 11.10، 15.11]

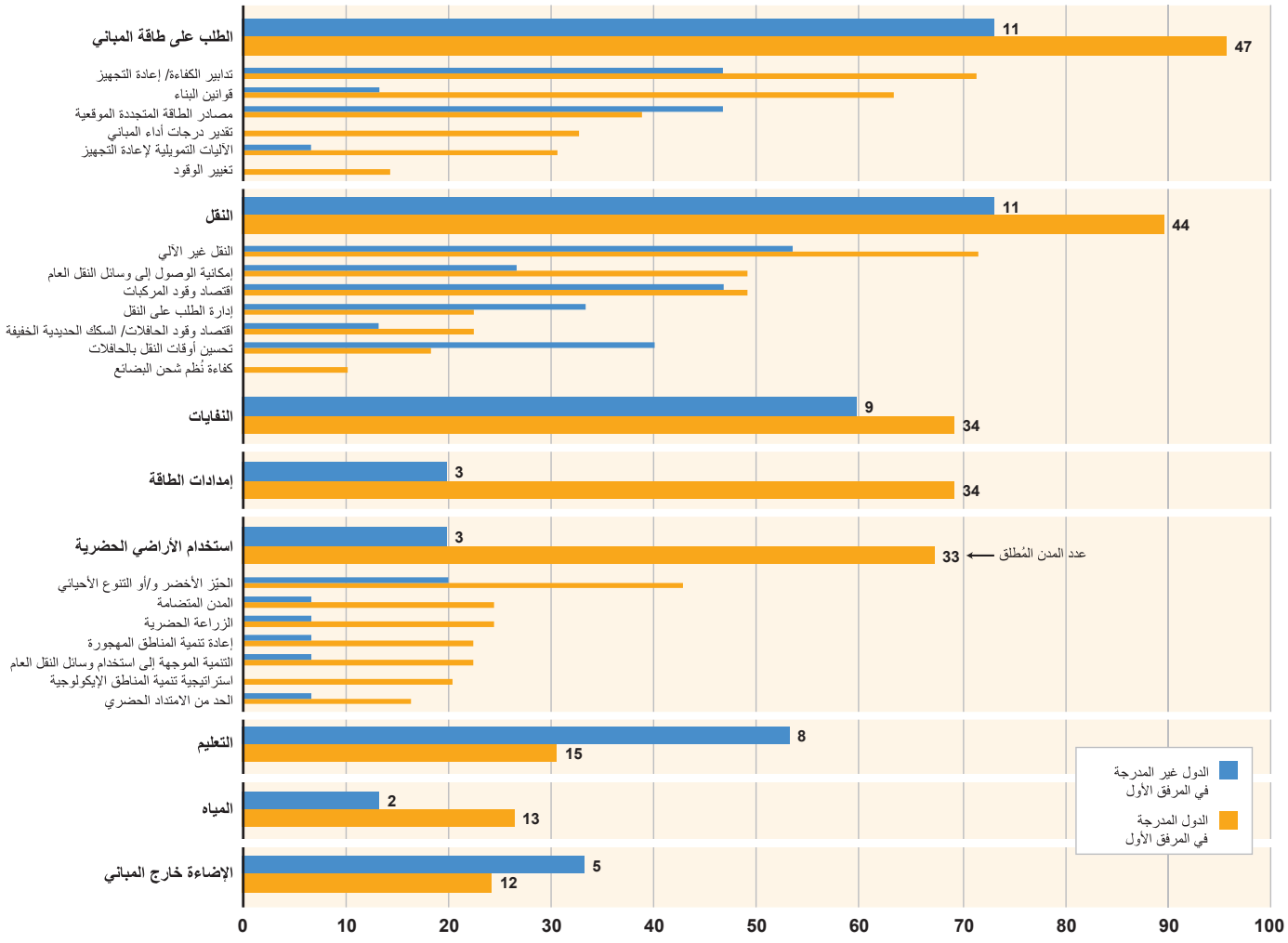


الشكل TS.33 | جوانب رئيسية أربعة للشكل والبنية الحضريين (الكثافة، خليط استخدام الأراضي، الارتباط، وإمكانية الوصول)، وأوجه مرونة المسافات المقطوعة فيها بالكيلومترات باستخدام المركبات (VKT)، والمقاييس التي تُستخدم عادةً، والرسوم البيانية المنمّطة. وتبيّن أقسام الصفوف الزرقاء الداكنة تحت عمود أوجه مرونة المسافات بالكيلومترات المقطوعة باستخدام المركبات نطاق أوجه المرونة فيما يتعلق بالدراسات المدرجة. CBD: منطقة الأعمال المركزية. [الشكل 12.14]

ومن الممكن أن يكون خفض الانبعاثات من إزالة الغابات وتدهورها (REDD+)[17] خياراً سياساتياً شديد الفعالية من حيث التكلفة للتخفيف من تغيّر المناخ، إذا نُفذ بطريقة مستدامة (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). وتشمل REDD+: الحد من الانبعاثات الناتجة من إزالة الغابات وتدهورها؛ وحفظ أرصدة كربون الغابات؛ والإدارة المستدامة للغابات؛ وتعزيز أرصدة الكربون في الغابات. ومن الممكن أن تكون مصدر حصة كبيرة من الخفض العالمي للانبعاثات من قطاع الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي، لا سيما من خلال الحد من إزالة الغابات في المناطق المدارية، مع تحقيق فوائد مصاحبة اقتصادية واجتماعية وبيئية أخرى محتملة. ولضمان تحقيق هذه الفوائد المصاحبة، من اللازم بالنسبة لتنفيذ الاستراتيجيات الوطنية للحد من إزالة الغابات وتدهورها (REDD+) مراعاة آليات التمويل المتاحة لأصحاب المصلحة على الصعيد المحلي، والضمانات (من قبيل الحقوق المتعلقة بالأراضي، وحفظ التنوع البيولوجي والموارد الطبيعية الأخرى)، والنطاق المناسب والقدرة المؤسسية فيما يتعلق بالرصد والتحقق. [11.10]

ويمكن أن تؤدي الطاقة الأحيائية دوراً بالغ الأهمية في التخفيف، ولكن ثمة مسائل يجب النظر فيها من قبيل استدامة الممارسات وكفاءة نظم الطاقة الأحيائية (أدلة قوية، اتفاق متوسط) [11.5، 11.13.6، الإطار 11.13.17، 11.4.4]. وتشمل العقبات التي تحول دون نشر الطاقة الأحيائية على نطاق واسع الشواغل المتعلقة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الأراضي، والأمن الغذائي، وموارد المياه، وحفظ التنوع البيولوجي، وسُبل العيش. والنقاش العلمي بشأن ما يتصل بتغير المناخ من تأثيرات بوجه عام لمسارات محددة للطاقة الأحيائية من حيث التنافس على الأراضي (أدلة قوية، اتفاق مرتفع) ما زال غير محسوم (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). [11.4.4، 11.13] فتكنولوجيات الطاقة الأحيائية متنوعة وتشمل نطاقاً واسعاً من الخيارات ومسارات التكنولوجيا. وتشير الأدلة إلى أن الخيارات التي تنطوي على وجود انبعاثات منخفضة على امتداد دورة العمر (مثلاً، قصب السكر، وعُشبة الميسكانثوس، وأنواع الأشجار السريعة النمو، والاستخدام المستدام لمخلفات الكتلة الحيوية)، وبعضها متاح بالفعل، يمكن أن تخفّض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري؛ وتقتصر النتائج على كل موقع على حدة وتعتمد على وجود 'نُظم لتحويل الكتلة الحيوية إلى طاقة أحيائية' متكاملة وتتسم بالكفاءة، وإدارة استخدام الأراضي وحوكمتها بطريقة مستدامة. وفي بعض المناطق من الممكن أن تقلل خيارات محددة بشأن الطاقة الأحيائية، من قبيل

[17] برنامج الأمم المتحدة للحد من الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها في البلدان النامية، بما يشمل الحفظ والإدارة المستدامة للغابات، وتعزيز أرصدة الكربون في الغابات.



الشكل TS.34 | تدابير التخفيف الشائعة في خطط العمل المناخية. [الشكل 12.22]

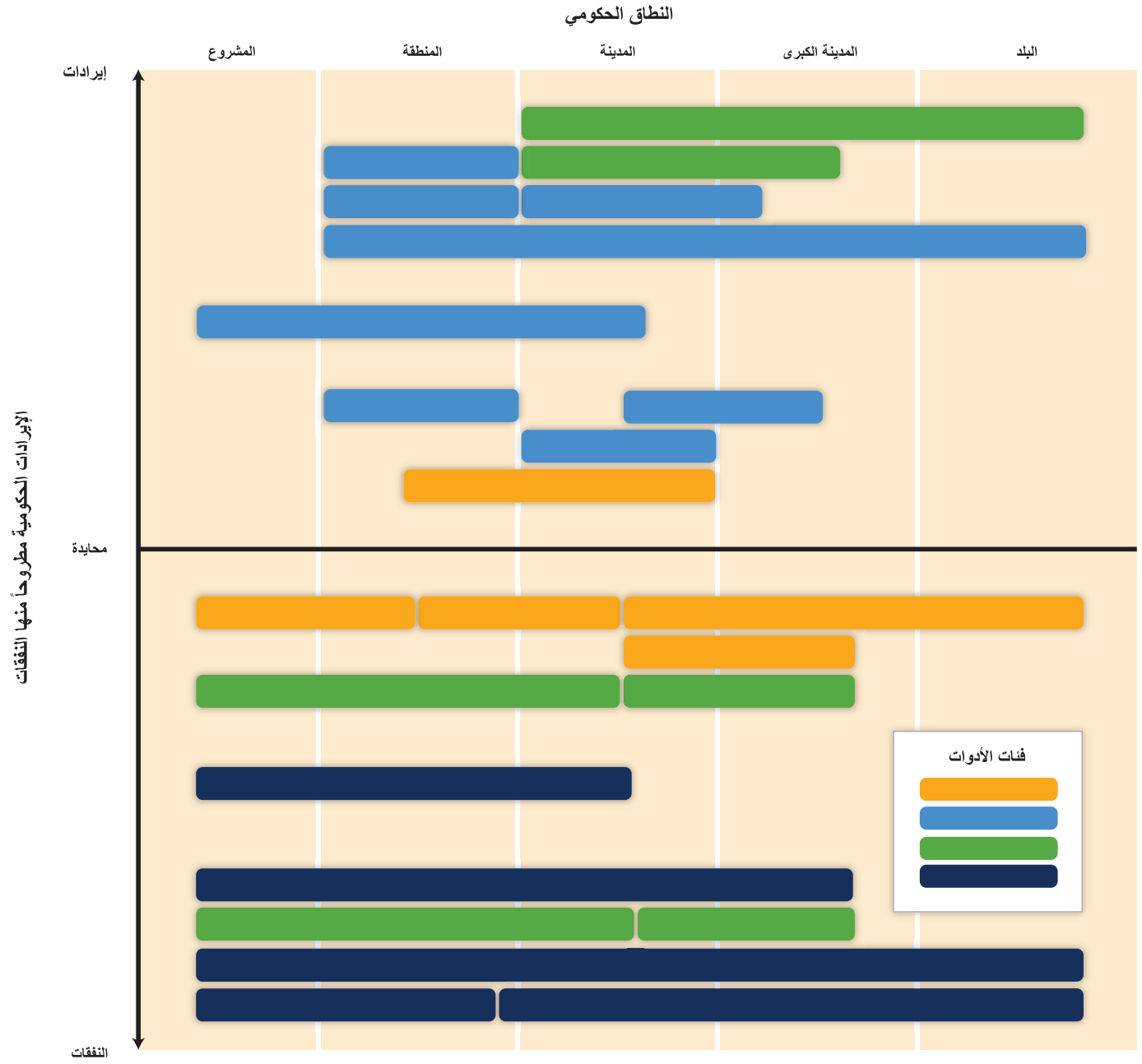
المواقد المحسّنة وإنتاج الغاز الأحيائي والطاقة الأحيائية على نطاق صغير، من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتحسِّن سُبل العيش والصحة في سياق التنمية المستدامة (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط). [11.13]

TS.3.2.7 المستوطنات البشرية والهياكل الأساسية والتخطيط المكاني

يمثل التحضّر اتجاهاً عالمياً يُحدث تحولاً في المستوطنات البشرية، والمنتجات، واستخدام الطاقة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وفي عام 1900، عندما كان عدد سكان العالم يبلغ 1.6 بليون نسمة، كان 13 في المائة فقط من السكان، أي نحو 200 مليون شخص، يعيشون في مناطق حضرية. وبدءاً من عام 2011، أصبح أكثر من 52 في المائة من سكان العالم، أي نحو 3.6 بلايين شخص، يعيشون في مناطق حضرية. ومن المتوقع أن يزيد عدد سكان الحضر بحلول عام 2050 إلى ما يتراوح من 5.6 إلى 7.1 بلايين شخص، أي ما يتراوح من 64 إلى 69 في المائة من سكان العالم. [12.2]

والمناطق الحضرية مسؤولة عن أكثر من نصف استخدام الطاقة الأولية في العالم وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). وتتباين الحصة الدقيقة للطاقة الحضرية وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري حسب أطر حساب الانبعاثات وتعاريفه. فإذا أُخذت الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة في الحسبان تكون المناطق مسؤولة عن نسبة تتراوح من 67 إلى 76 في المائة من استخدام الطاقة في العالم (تقدير متوسط) وعن نسبة تتراوح من 71 إلى 76 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة. أما إذا أُخذت في الحسبان الانبعاثات المباشرة فقط فإن الحصة الحضرية من الانبعاثات تبلغ 44 في المائة (الشكل TS.32) [12.2، 12.3]

ولا يفسّر عامل منفرد وجود تباينات في نصيب الفرد من الانبعاثات بين المدن، وتوجد فروق كبيرة في نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بين المدن داخل البلد الواحد (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتتأثر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الحضرية بمجموعة متنوعة من العوامل المادية والاقتصادية والاجتماعية؛ ومستويات التنمية، وتاريخ التحضر الخاص بكل مدينة. والتأثيرات الرئيسية على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الحضرية تشمل عوامل الدخل، والديناميات السكانية، والشكل الحضري، والموقع، والهيكل الاقتصادي، وحالات فشل الأسواق. ونصيب الفرد من استخدام الطاقة ومن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مدن البلدان المدرجة في المرفق الأول يكون أقل عادةً من المتوسطات الوطنية، أما في مدن البلدان غير المدرجة في المرفق الأول فإنه يكون عادةً أعلى من المتوسطات الوطنية. [12.3]



الشكل TS.35 | أدوات التخطيط المكاني الرئيسية وتأثيراتها على الإيرادات والنفقات الحكومية على صعيد النطاقات الإدارية. ويبيّن الشكل أربع أدوات رئيسية للتخطيط المكاني (بالألوان) ونطاق الحوكمة الذي تدار عليه (المحور الأفقي) وكذلك مقدار الإيرادات أو النفقات العامة التي تتحقق للحكومة من خلال تنفيذ كل أداة (المحور الرأسي). [الشكل 12.20]

وغالبية الهياكل الأساسية والمناطق الحضرية لم يحدث بناؤها بعد (أدلة محدودة، اتفاق مرتفع). ووفقاً لاتجاهات التدني في الكثافات السكانية، واستمرار النمو الاقتصادي والسكاني، بنسبة تتراوح من 56 إلى 310 في المائة خلال الفترة ما بين عامي 2000 و 2030، من المسقط أن يزيد غطاء الأراضي الحضرية. وإذا زاد عدد سكان العالم إلى 9.3 بلايين نسمة بحلول عام 2050 وزادت البلدان النامية من المباني والهياكل الأساسية الموجودة لديها إلى متوسط المستويات العالمية الحالية باستخدام التكنولوجيا المعاصرة المتاحة، فإن إنتاج مواد الهياكل الأساسية وحده سيكون السبب في نحو 470 غيغاطن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (متوسط نصيب الفرد حالياً من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المجسّدة في الهياكل الأساسية للبلدان المصنّعة أكبر خمس مرات من نصيب الفرد من تلك الانبعاثات في البلدان النامية). [12.2، 12.3]

ويوجد ارتباط شديد بين الهياكل الأساسية والشكل الحضري، وهذا الارتباط يؤدي إلى تقييد أنماط استخدام الأراضي واختيار وسائل النقل، والإسكان، والسلوك (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). والشكل الحضري والهياكل الأساسية يشكلان إدارة استخدام الأراضي على الأجل الطويل، ويؤثران على الاختيار الفردي لوسائل النقل، والإسكان، والسلوك، ويؤثران على كفاءة المدينة على صعيد النظم الموجودة فيها. ومن الصعب تغيير الشكل الحضري والهياكل الأساسية ما أن يتواجدا (الشكل TS.33) [12.2، 12.3، 12.4].

وتتباين خيارات التخفيف في المناطق الحضرية، حسب مسارات التحضّر ومن المتوقع أن تبلغ أكثر درجات فعاليتها عند تجميع أدوات السياسات (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وفيما يتعلق بالمدن التي تنمو بسرعة تشمل الخيارات

تشكيل تحضّرها وتنمية هياكلها الأساسية نحو مسارات أكثر استدامة ومنخفضة الكربون. أما في المدن الناضجة أو الراسخة فإن الخيارات تقيّدها الأشكال الحضرية والهياكل الأساسية القائمة وإمكانية تجديد النظم والهياكل الأساسية القائمة. وتشمل استراتيجيات التخفيف الرئيسية جعل الأماكن التي توجد فيها كثافة سكنية عالية هي أيضا الأماكن التي توجد فيها كثافة عمالة عالية. وفيما يتعلق بالمدن التي تنمو بسرعة، تتمثل هذه الأدوات في تحقيق كثافة مرتفعة وإدماج استخدامات الأراضي، وزيادة إمكانية الوصول والاستثمار في وسائل النقل العام، وتدابير أخرى داعمة لإدارة الطلب (الشكل TS.33). وتجميع هذه الاستراتيجيات يمكن أن يقلل من الانبعاثات في الأجل القصير وأن يحقق حتى وفورات أكبر في الانبعاثات في الأجل الطويل. [12.4، 12.5]

وقد تكون أكبر الفرص المتاحة لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الحضرية في المستقبل موجودة في البلدان التي تشهد توسعاً سريعاً ولا يوجد تقييد للشكل الحضري والهياكل الأساسية ولكن حيث كثيراً ما تكون الحوكمة والقدرات التقنية والمالية والمؤسسية محدودة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). ومن المتوقع حدوث معظم نمو الهياكل الأساسية والنمو الحضري في المستقبل في المدن الصغيرة إلى المتوسطة الحجم في البلدان النامية، حيث تكون هذه القدرات محدودة أو ضعيفة. [12.4، 12.5، 12.6، 12.7]

وتقوم آلاف المدن بتنفيذ خطط عمل مناخية، ولكن الأثر الإجمالي لتلك الخطط على الانبعاثات الحضرية غير مؤكد (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وتوجد لدى الحكومات والمؤسسات المحلية فرص فريدة للانخراط في أنشطة للتخفيف الحضري وقد زادت بسرعة جهود التخفيف المحلية. غير أنه لا يوجد سوى قدر ضئيل من التقييم المنهجي للمدى العام لتنفيذ المدن سياسات للتخفيف وللمدى العام لتحقيق أهداف خفض الانبعاثات أو المدى العام للانبعاثات التي تم بالفعل خفضها. وتشمل خطط العمل المناخية طائفة متنوعة من التدابير عبر القطاعات، تركز إلى حد كبير على كفاءة استخدام الطاقة أكثر من تركيزها على استراتيجيات أوسع نطاقاً للتخطيط لاستخدام الأراضي وعلى التدابير المشتركة بين القطاعات للحد من التوسع الحضري وتعزيز التنمية الموجهة نحو النقل (الشكل TS.34) [12.6، 12.7، 12.12]

وجدوى أدوات التخطيط المكاني للتخفيف من تغير المناخ تتوقف إلى حد كبير على القدرة المالية لأي مدينة وقدرتها في مجال الحوكمة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). وثمة ارتباط بين العوامل الدافعة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري الحضرية ويمكن معالجة تلك العوامل من خلال عدد من الأدوات التنظيمية والإدارية والقائمة على السوق. ويمكن تطبيق الكثير من هذه الأدوات في البلدان المتقدمة النمو والبلدان النامية على حد سواء، ولكن هناك تبايناً في إمكانية التنفيذ. وإضافة إلى ذلك، تتباين كل أداة من حيث قدرتها على إدرار إيرادات عامة أو الاحتياج إلى نفقات عامة، وتتباين أيضاً من حيث النطاق الإداري الذي يمكن تطبيقها عليه (الشكل TS.35). وتجميع الأدوات ووجود مستوى مرتفع من التنسيق بين المؤسسات يمكن أن يؤديا إلى زيادة أرجحية تحقيق تخفيضات في الانبعاثات وتجنّب حدوث نتائج غير مقصودة. [12.6، 12.7]

ولتصميم وتنفيذ سياسات مناخية بفعالية، ينبغي مواءمة الترتيبات المؤسسية، وآليات الحوكمة، والموارد المالية مع أهداف الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الحضرية (ثقة عالية). وستعكس هذه الأهداف التحديات النوعية التي تواجه فرادى المدن والحكومات المحلية. وقد حُدد ما يلي باعتباره عوامل رئيسية: (1) وجود ترتيبات مؤسسية تيسر إدماج التخفيف مع جداول الأعمال الحضرية الأخرى ذات الأولوية العالية ؛ (2) وجود سياق للحوكمة على مستويات متعددة يمكّن المدن من النهوض بالتحولات الحضرية؛ (3) توافر كفاءات في مجال التخطيط المكاني وإرادة سياسية لدعم الاستخدام المتكامل للأراضي وتخطيط وسائل النقل؛ (4) وجود تدفقات مالية وحوافز كافية لدعم استراتيجيات التخفيف. [12.6، 12.7]

والتنفيذ الناجح للاستراتيجيات الحضرية للتخفيف من تغير المناخ يمكن أن يحقق فوائد مصاحبة (أدلة قوية، اتفاق مرتفع). فما زالت المناطق الحضرية في مختلف أنحاء العالم تجاهد في مواجهة تحديات من بينها ضمان الحصول على الطاقة، والحد من تلوث الهواء والماء، والحفاظ على فرص العمالة وعلى القدرة التنافسية. وكثيراً ما يتوقف اتخاذ إجراءات بشأن التخفيف على النطاق الحضري على القدرة على ربط جهود التخفيف من تغير المناخ بالفوائد المصاحبة المحلية. ومن الممكن أن تشمل الفوائد المصاحبة للتخفيف من تغير المناخ على الصعيد المحلي تحقيق وفورات عامة، ونوعية الهواء وما يرتبط بها من فوائد صحية، وحدوث زيادات في الإنتاجية في المراكز الحضرية، وتوفير حافز إضافي للاضطلاع بتنفيذ أنشطة للتخفيف. [12.5، 12.6، 12.7، 12.8]

TS.4 سياسات ومؤسسات التخفيف

يبيّن القسم السابق أنه منذ صدور تقرير التقييم الرابع بدأت منح الأبحاث بشأن مسارات التخفيف تنظر بتفصيل أكبر كثيراً في الكيفية التي تؤثر بها طائفة متنوعة من الاعتبارات المتعلقة بالعالم الحقيقي - من قبيل المعوقات المؤسسة والسياسية، وعدم اليقين المرتبط بمخاطر تغير المناخ، وتوافر التكنولوجيات وغيرها من العوامل - على أنواع السياسات والتدابير التي تُعتمد. ولتلك العوامل تداعيات مهمة فيما يتعلق بتصميم إجراءات التخفيف وتكييفها وفعاليتها. ويركز هذا القسم على الكيفية التي تُصمّم بها الحكومات وغيرها من الجهات الفاعلة في القطاعين الخاص والعام سياسات التخفيف وتنفذها وتقيّمها. وهو يتناول البحوث العلمية 'المعيارية' بشأن الكيفية التي ينبغي بها تصميم السياسات لاستيفاء معايير معينة. ويتناول أيضا البحوث بشأن كيفية تصميم السياسات وتنفيذها في الواقع، وهو مجال يُعرف باسم التحليل 'الإيجابي'. وتصف المناقشة أولاً المسائل المفاهيمية الأساسية، ثم تقدم ملخصاً للاستنتاجات الرئيسية لمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس بشأن السياسات المحلية والوطنية والقطاعية. وقدر كبير من الجهد العملي في مجال وضع السياسة العملية منذ صدور تقرير التقييم الرابع بُذل في هذه السياقات. وانطلاقاً من ذلك يبحث الملخص مستويات التجميع التي يتزايد ارتفاعها باستمرار، والتي تنتهي في نهاية المطاف على المستوى العالمي وبالمسائل الشاملة للقطاعات والمتعلقة بالاستثمار والتمويل.

TS.4.1 تصميم السياسات، والسلوك، والاقتصاد السياسي

توجد معايير متعددة لتقييم السياسات. وتقيَّم السياسات في أحيان كثيرة وفقاً لأربعة معايير [3.7.1، 13.2.2، 15.4.1]:

- الفعالية البيئية - ما إذا كانت السياسات تحقق الأهداف المقصودة فيما يتعلق بالحد من الانبعاثات أو من الضغوط الأخرى على البيئة أو فيما يتعلق بتحسين النوعية البيئية المقيسة.
- الفعالية الاقتصادية – تأثير السياسات على الاقتصاد العام. ويشمل هذا المعيار مفهوم الكفاءة الاقتصادية ومبدأ تعظيم صافي الفوائد الاقتصادية. ويشمل الرفاه الاقتصادي أيضاً مفهوم فعالية التكلفة، ومبدأ بلوغه مستوى معين من الأداء البيئي بأدنى تكلفة إجمالية.
- التأثيرات التوزيعية والاجتماعية - التي تُعرف أيضاً باسم 'الإنصاف في التوزيع'. يتعلق هذا المعيار بتوزيع تكاليف وفوائد السياسات على الفئات والقطاعات المختلفة داخل الاقتصادات وعلى نطاقها مع مرور الوقت. وكثيراً ما تشمل تلك التأثيرات تركيزاً خاصاً على التأثيرات على أفراد المجتمع المعدمين داخل البلدان وفي مختلف أنحاء العالم.

- الإمكانية المؤسسية والسياسية - ما إذا كان من الممكن تنفيذ السياسات في ضوء القدرة المؤسسية المتاحة، والمعوقات السياسية التي تواجهها الحكومات، وغير ذلك من العوامل التي تُعتبر أساسية لتوفير مقومات البقاء لأي سياسة.

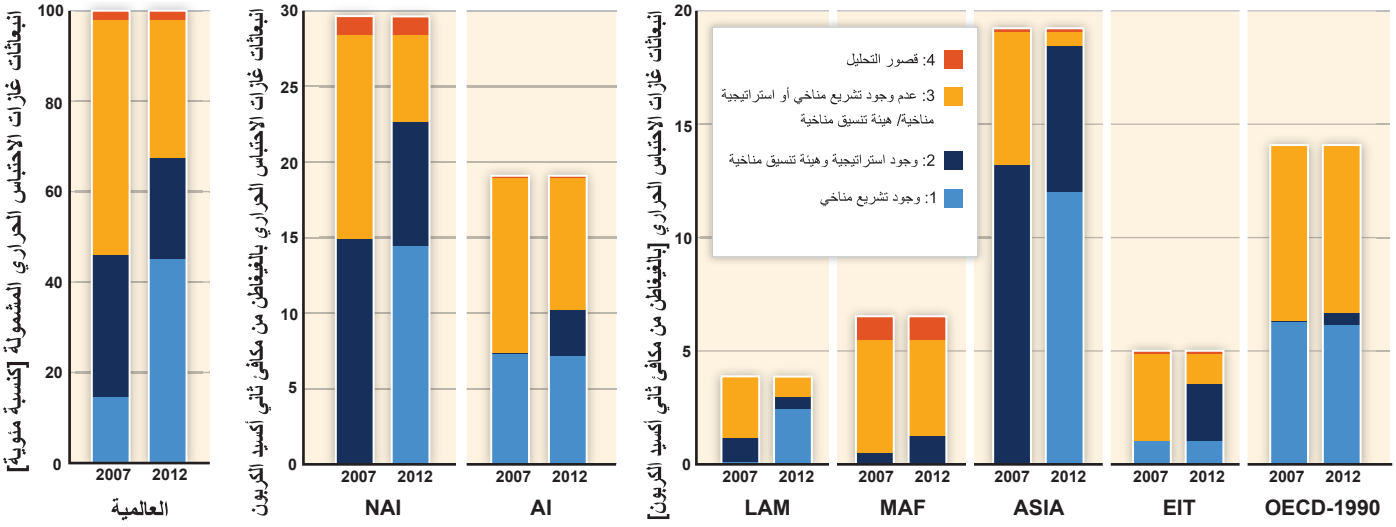
ويمكن تطبيق جميع المعايير فيما يتعلق بالآثار 'الثابتة' الفورية للسياسات ومن منظور 'دينامي' طويل الأجل يأخذ في الاعتبار التعديلات الكثيفة في النظم الاقتصادية والاجتماعية والسياسية. وقد تعزز المعايير بعضها بعضاً، ولكن قد تكون هناك أيضا تعارضات أو مفاضلات فيما بينها. فعلى سبيل المثال، السياسات المصمّمة من أجل تحقيق أقصى حد من الفعالية البيئية أو من الأداء الاقتصادي قد يكون أداؤها أقل فيما يتعلق بمعايير أخرى. وتنشأ هذه المفاضلات على مستويات متعددة من نُظم الحكم. فعلى سبيل المثال، قد يكون من الضروري تصميم اتفاقات دولية تتسم بالمرونة كي يتسنى لعدد كبير من البلدان المختلفة قبولها، ولكن المرونة المفرطة قد تقوّض الحوافز التي تدفع إلى الاستثمار في حلول طويلة الأجل وفعالة من حيث التكلفة.

ويستخدم صانعو السياسات الكثير من الأدوات السياساتية المختلفة في نفس الوقت. ويمكن أن توفر النظرية قدراً من الإرشاد بشأن المزايا والمساوئ المعيارية للأدوات السياساتية البديلة في ضوء المعايير التي نوقشت أعلاه. ويشمل نطاق الأدوات السياساتية المختلفة [3.8، 15.3] ما يلي:

- الحوافز الاقتصادية، من قبيل الضرائب، والمخصصات القابلة للاتجار، والغرامات، والإعانات.
- النُهج التنظيمية المباشرة، من قبيل معايير التكنولوجيا أو الأداء.
- البرامج الإعلامية، من قبيل الوسم ومراجعات الطاقة.
- الإمداد الحكومي، مثلاً بتكنولوجيات جديدة أو في مؤسسات الدولة.
- الإجراءات الطوعية، التي تبادر إليها الحكومات والشركات والمنظمات غير الحكومية (NGOs).

ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع، زاد رصيد البحوث المتعلقة بهذه الأدوات المختلفة، وبخاصة فيما يتعلق بتجارب السياسات التي تتبع في إطار قطاعات وبلدان معينة وكذلك فيما يتعلق بالتفاعلات الكثيرة بين السياسات. وكان من تداعيات تلك البحوث أن الاتفاقات الدولية التي ترمي إلى التنسيق بين البلدان تعكس النواحي العملية على الخيارات السياساتية المعينة للحكومات الوطنية وغيرها من الولايات الإدارية.

ويبرز التنوع في الأهداف والأدوات السياساتية الاختلافات في كيفية التنظيم الاقتصادي والسياسي للقطاعات والبلدان وكذلك الطابع المتعدد المستويات الذي يتسم به التخفيف. ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع، كان أحد مواضيع البحوث في هذا المجال أن نجاح تدابير التخفيف يتوقف جزئياً على وجود مؤسسات قادرة على تصميم وتنفيذ سياسات تنظيمية وعلى مدى استعداد الجماهير المعنية لقبول تلك السياسات. فثمة سياسات كثيرة تكون لها تأثيرات غير متوقعة أحياناً، على



	العالمية		NAI		AI		LAM		MAF		ASIA		EIT		OECD-1990	
1	7 (15%)	22 (44%)	0 (0%)	14 (49%)	7 (38%)	7 (38%)	0 (2%)	2 (63%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (62%)	1 (20%)	1 (20%)	6 (44%)	6 (44%)
2	15 (30%)	11 (23%)	15 (50%)	8 (28%)	0 (0%)	3 (16%)	1 (28%)	1 (13%)	1 (8%)	1 (19%)	13 (69%)	6 (34%)	0 (0%)	3 (50%)	0 (0%)	0 (3%)
3	25 (52%)	15 (30%)	14 (46%)	6 (19%)	12 (61%)	9 (46%)	3 (70%)	1 (23%)	5 (76%)	4 (65%)	6 (30%)	1 (3%)	4 (76%)	1 (26%)	8 (55%)	7 (53%)
4	1 (3%)	1 (3%)	1 (4%)	1 (4%)	0 (1%)	0 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (16%)	1 (16%)	0 (1%)	0 (1%)	0 (3%)	0 (3%)	0 (0%)	0 (0%)

الشكل TS.36 | وجود تشريعات واستراتيجيات مناخية وطنية في عامي 2007 و 2012. وتشمل المناطق NAI (البلدان غير المدرجة في المرفق الأول - أي البلدان النامية)، و AI (البلدان المدرجة في المرفق الأول - أي البلدان المتقدمة النمو)، وLAM (أمريكا اللاتينية)، و MAF (الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)، و ASIA (آسيا)، و EIT (الاقتصادات المارة بمرحلة انتقالية)، OECD-1990؛ للاطلاع على مزيد من التفاصيل، انظر المرفق الثاني2-. وفي هذا الشكل يعرف التشريع المناخي بأنه التشريع الذي يركز على التخفيف ويتجاوز الإجراءات القطاعية وحدها. وتعرف الاستراتيجية المناخية بأنها خطة غير تشريعية أو إطار غير تشريعي يهدفان إلى التخفيف الذي يضم أكثر من عدد صغير من القطاعات، ويتضمن هيئة تنسيقية مكلّفة بالتنفيذ. أما التعهدات الدولية فهي ليست مدرجة، وكذلك الخطط والاستراتيجيات دون الوطنية. وتبيّن اللوحة نسبة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المشمولة. [الشكل 15.1]

نطاق ولايات إدارية متعددة - أي على نطاق المدن والمناطق والبلدان - لأن التأثيرات الاقتصادية للسياسات والخيارات التكنولوجية لا تكون محصورة في إطار ولاية إدارية واحدة. [13.2.2.3، 14.1.3، 15.2، 15.9]

ويمكن للتفاعلات بين الأدوات السياساتية أن تعزز الرفاه أو تناوئه. وتكون احتمالات التفاعلات التي تعزز الرفاه مرتفعة بالذات عندما تتناول الأدوات السياساتية حالات إخفاق أسواق مختلفة متعددة - فمثلاً يمكن أن تكون إعانة أو أداة أخرى من الأدوات السياساتية ترمي إلى تعزيز الاستثمار في البحث والتطوير بشأن تكنولوجيات أقل كثافة من حيث الانبعاثات مكمّلة لسياسات ترمي إلى التحكم في الانبعاثات، تماماً مثل التدخل التنظيمي لدعم التحسين الكفؤ لكفاءة منطقة الاستخدام النهائي. وعلى العكس من ذلك، من المرجح بالذات حدوث تفاعلات تناوئ الرفاه عندما تصمَّم السياسات لتحقيق أهداف متماثلة. والسياسات ذات الأهداف الضيقة من قبيل تقديم الدعم لنشر تكنولوجيات معينة في مجال الطاقة (بدلاً من تقديم الدعم لعمليات البحث والتطوير) التي توجد بالترافق مع سياسات أوسع نطاقاً على صعيد الاقتصاد كله ترمي إلى الحد من الانبعاثات (مثلاً، مخطط لوضع حد أعلى لحقوق الانبعاثات والاتجار بها) يمكن أن تؤدي إلى نقل جُهد التخفيف إلى قطاعات معينة من الاقتصاد بطرائق تسفر عادة عن تكاليف عامة أعلى. [3.8.6، 15.7، 15.8]

وهناك عدد متزايد من البلدان التي تبتكر سياسات من أجل التكيف، فضلاً عن التخفيف، وقد تكون هناك فوائد للنظر في الاثنين في إطار سياسة مشتركة (أدلة متوسطة، اتفاق منخفض). غير أن الآراء تتباين بشأن ما إذا كانت إضافة تدابير للتكيف إلى تدابير التخفيف في حافظة السياسات تشجع المشاركة في التعاون الدولي أم تثبّطه [1.4.5، 13.3.3]. ومن المعترف به أن اتباع نهج متكامل يمكن أن يكون مفيداً، وذلك لوجود أوجه تآزر ومفاضلات على حد سواء [16.6].

ولقد جرت العادة على أن تركز عمليات تصميم السياسات وتنفيذها وتقييمها عادةً على الحكومات باعتبارها جهات التقييم والتنفيذ المركزية للسياسات، ولكن ظهرت دراسات جديدة بشأن أداء الحكومة دوراً تنسيقيا (ثقة متوسطة). وفي هذه الحالات، تسعى الحكومات نفسها إلى تعزيز النُهج الطوعية، لا سيما عندما يُرتأى أن أشكال التنظيم التقليدية قاصرة أو أن أفضل خيارات الأدوات والأهداف السياساتية لم تتضح بعد. وتشمل الأمثلة المخططات الطوعية التي تتيح للأفراد والشركات شراء أرصدة إصدار انبعاثات معادلة للانبعاثات المرتبطة بأنشطتهم من قبيل الطيران وقيادة المركبات. ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع ظهر قدر كبير من الدراسات الجديدة لهذه المخططات من منظورات إيجابية ومعيارية. [13.2، 15.5.7]

ويعتمد النجاح في تنفيذ أي سياسة على عوامل كثيرة مرتبطة بالسلوك الإنساني والمؤسسي (ثقة عالية جداً). ومن التحديات التي ينطوي عليها تصميم أدوات فعالة أن الأنشطة التي يُقصد أن تؤثر عليها السياسات- من قبيل اختيار تكنولوجيات ونواقل الطاقة وطائفة عريضة من ممارسات الزراعة والحراجة - تتأثر أيضاً بالأعراف الاجتماعية، وقواعد صنع القرارات، والتحيزات السلوكية، والعمليات المؤسسية [2.4، 3.10]. وثمة أمثلة لأدوات سياساتية أصبحت أكثر فعالية من خلال أخذ هذه العوامل في الحسبان، كما في حالة آليات التمويل لاستثمارات الأسر المعيشية في كفاءة الطاقة وفي الطاقة المتجددة التي تزيل الحاجة إلى استثمارات أولية [2.4، 2.6.5.3]. وإضافة إلى ذلك، فإن الأعراف التي تهتدي بها الممارسات المقبولة يمكن أن تكون لها آثار شديدة على خطوط الأساس التي تقيَّم التدخلات السياساتية على ضوئها، بحيث تؤدي إلى تضخيم المستوى اللازم من التدخل على صعيد السياسات أو إلى تخفيضه [1.2.4، 4.3، 6.5.2].

ومن الممكن أن تشجع السياسة المناخية على الاستثمار الذي قد يكون بغير ذلك أقل من مستواه الأمثل بسبب عيوب الأسواق (ثقة عالية جداً). وتتطلب كثرة من الخيارات المتعلقة بكفاءة الطاقة وكذلك الإمداد بطاقة منخفضة الكربون استثمارات أولية كثيراً ما تؤدي إلى تضخيمها علاوات المخاطر المرتفعة المرتبطة بالاستثمارات في تكنولوجيات جديدة. وتشمل المخاطر ذات الصلة تلك المرتبطة بأحوال الأسواق في المستقبل، والإجراءات التنظيمية، والقبول العام، وتكلفة التكنولوجيا وأداءها. وتوجد أدوات مالية مخصصة للإقلال من هذه المخاطر فيما يتعلق بالجهات الفاعلة في القطاع الخاص، منها مثلاً التأمين الائتماني، أو تعريفات الإمداد بالطاقة (FITs)، أو التمويل التساهلي، أو الخصومات [16.4]. ومن الممكن أيضاً أن يتضمن تصميم سياسات تخفيفية أخرى عناصر للمساعدة على الحد من المخاطر، من قبيل نظام الحد الأعلى والاتجار الذي يتضمن حدوداً دنيا وحدوداً قصوى للأسعار [2.6.5، 15.5، 15.6].

TS.4.2 السياسات القطاعية والوطنية

لقد حدثت زيادة كبيرة منذ صدور تقرير التقييم الرابع في خطط واستراتيجيات التخفيف الوطنية ودون الوطنية (الشكل TS.3.6). وهذه الخطط والاستراتيجيات ما زالت في المراحل الأولى لتطويرها وتنفيذها في كثير من البلدان، مما يجعل من الصعب تقييم ما إذا كانت ستؤدي إلى حدوث تغيّر مناسب في المؤسسات والسياسات وكيف ستؤدي إلى ذلك، ومن ثم تقييم أثرها على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المستقبل. ولكن هذه السياسات لم تحقق، معاً، حتى الآن ابتعاداً كبيراً في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن الاتجاه السابق. وتشير نظريات تغيّر المؤسسات إلى أن هذه السياسات يمكن أن تؤدي دوراً في تشكيل الحوافز، والسياقات السياسية، ونماذج السياسات على نحو يشجّع تخفيضات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المستقبل [15.1، 15.2]. ولكن كثرة من سيناريوهات خط الأساس (أي تلك التي لا توجد فيها سياسات تخفيف إضافية) تبيِّن تركيزات تتجاوز 1000 جزء في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100، وهو ما يقل كثيراً عن تركيز ينطوي على احتمال مرجح لإبقاء الزيادات في درجة الحرارة عند أقل من °2 مئوية من درجة الحرارة في القرن الحالي. وتشير سيناريوهات التخفيف إلى إمكانية سنْ طائفة واسعة من السياسات الفعالة بيئياً المتسقة مع هذه الأهداف [6.3]. وفي الممارسة العملية، تتأثر الاستراتيجيات المناخية والسياسات التي تنتج عنها بعوامل الاقتصاد السياسي، والاعتبارات القطاعية، وإمكانية تحقيق فوائد مصاحبة. وفي كثير من البلدان، اتُبعت بنشاط سياسات للتخفيف على مستوى الدولة وعلى المستوى المحلي. [15.2، 15.5، 15.8]

ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع، أصبح هناك اهتمام سياسي وتحليلي متزايد بالفوائد المصاحبة وبالآثار الجانبية المناوئة للسياسة المناخية على أهداف أخرى والعكس بالعكس مما أسفر عن زيادة التركيز على السياسات المصممة من أجل إدراج أهداف متعددة (ثقة عالية). وكثيراً ما يشار إلى الفوائد المصاحبة في الخطط والاستراتيجيات المناخية والقطاعية وكثيراً ما تتيح تلك الفوائد تعزيز الدعم السياسي لتلك الخطط والاستراتيجيات [15.2]. ولكن الدعم التحليلي والعملي لكثير من هذه التأثيرات التفاعلية، لا سيما لما يرتبط بها من آثار على الرفاه، ليس متطوراً بالقدر الكافي [1.2، 3.6.3، 4.2، 4.8، 6.6]. ونطاق الفوائد المصاحبة أكبر في البلدان المنخفضة الدخل، حيث تكون في كثير من الأحيان السياسات التكميلية المتعلقة بأهداف أخرى، من قبيل نوعية الهواء، ضعيفة [5.7، 6.6، 15.2].

ويؤثر تصميم المؤسسات على اختيار وجدوى الخيارات السياساتية فضلاً عن تأثيره على التمويل المستدام لتدابير التخفيف. فالمؤسسات المصمّمة من أجل تشجيع مشاركة ممثلي الصناعات والتكنولوجيات الجديدة يمكن أن تيسر التحوّل إلى مسارات ذات انبعاثات منخفضة من غازات احتباس حراري [15.2، 15.6]. وتتباين السياسات من حيث مدى ما يتطلبه تنفيذها من قدرات مؤسسية جديدة. وفرض ضرائب على الكربون، في معظم البيئات، يمكن أن

الجدول TS.9 | أدوات السياسات القطاعية. يجمع الجدول بين الأدلة بشأن أدوات سياسات التخفيف التي ترد مناقشتها في الفصول 7 إلى 12 [الجدول 15.2]

أدوات السياسات	الطاقة [7.12]	النقل [8.10]	المباني [9.10]	الصناعة [10.11]	الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي [11.10]	المستوطنات البشرية والهياكل الأساسية
الأدوات الاقتصادية - الضرائب (يمكن فرض ضرائب الكربون على نطاق الاقتصاد كله)	ضرائب الكربون	ضرائب الوقود ضرائب الاكتظاظ، رسوم تسجيل المركبات، رسوم الطرق ضرائب المركبات	ضرائب الكربون و/أو الطاقة (إما القطاعية أو على نطاق الاقتصاد كله)	ضريبة الكربون أو ضريبة الطاقة ضرائب أو رسوم التخلص من النفايات	ضرائب الأسمدة أو النيتروجين للحد من أكسيد النيتروز	ضرائب الامتداد، ورسوم الآثار، والضرائب الجبرية، والضرائب العقارية ذات المعدل المنقسم، وتمويل الزيادات في الضرائب، وضريبة التحسين
الأدوات الاقتصادية - المخصصات القابلة للتداول (يمكن أن تكون على نطاق الاقتصاد كله)	الاتجار بالانبعاثات (مثلاً، EU ETS) أرصدة الانبعاثات في إطار آلية التنمية النظيفة الشهادات الخضراء القابلة للتداول	معايير الوقود والمركبات	الشهادات القابلة للتداول لإدخال تحسينات في كفاءة الطاقة (الشهادات البيضاء)	الاتجار بالانبعاثات أرصدة الانبعاثات في إطار آلية التنمية النظيفة الشهادات الخضراء القابلة للتداول	أرصدة الانبعاثات في إطار آلية التنمية النظيفة (CDM) التابعة لبروتوكول كيوتو مخططات الامتثال خارج بروتوكول كيوتو (المخططات الوطنية) أسواق الكربون الطوعية	نظام الحد الأعلى والاتجار على النطاق الحضري
الأدوات الاقتصادية - الإعانات	إزالة إعانة الوقود الأحفوري تعريفات الإمداد فيما يتعلق بالطاقة المتجددة الإعانات الرأسمالية والتأمين لأول توليد لثاني أكسيد الكربون واحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه	إعانات الوقود الأحيائي إعانات شراء المركبات خصومات الرسوم	إعانات أو إعفاءات ضريبية للاستثمار في المباني المتسمة بالكفاءة، وعمليات إعادة التجهيز، والمنتجات قروض مُعانة	إعانات (مثلاً، لمراجعات الطاقة) حوافز مالية (مثلاً، لتغيير الوقود)	مستويات تقديم قروض للزراعة المنخفضة الكربون وللحراجة المستدامة	مناطق التحسين الخاص أو إعادة التنمية
التنظيمية	معايير للكفاءة أو الأداء البيئي معايير حافظة متجددة للطاقة المتجددة الوصول المنصف إلى شبكة الكهرباء الوضع القانوني لتخزين ثاني أكسيد الكربون على الأجل الطويل	معايير لأداء اقتصاد الوقود معايير لنوعية الوقود معايير لأداء انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تقييدات تنظيمية للتشجيع على تحولات في وسائل النقل (من الطرق البرية إلى السكك الحديدية) تقييد استخدام المركبات في مناطق معينة معوقات القدرة البيئية بالنسبة للمطارات التخطيط الحضري وقيود تقسيم المناطق	قوانين ومعايير البناء معايير المعدات والأجهزة تكليفات لبائعي الطاقة بالتجزئة بأن يساعدوا المستهلكين على الاستثمار في كفاءة الطاقة	معايير لكفاءة المعدات من حيث الطاقة نظم لإدارة الطاقة (طوعية أيضا) اتفاقات طوعية (حيثما كانت ملزمة بموجب اللوائح التنظيمية) الوسم واللوائح التنظيمية للشراء العام	السياسات الوطنية لدعم الحد من إزالة الغابات وتدهورها بما في ذلك الرصد والإبلاغ والتحقق قانون للغابات للحد من إزالة الغابات سلائف غازات الاحتباس الحراري للحد من تلوث الهواء والماء تخطيط وحوكمة استخدام الأراضي	تقسيم المناطق بحيث يكون هناك استخدام مختلط لها تقييدات التنمية تكليفات الإسكان الميسور التكلفة ضوابط الوصول إلى المواقع نقل حقوق التنمية قوانين التصميم قوانين البناء قوانين الشوارع معايير التصميم
البرامج الإعلامية		وسم الوقود وسم كفاءة المركبات	مراجعات الطاقة برامج الوسم برامج تقديم المشورة بشأن الطاقة	مراجعات الطاقة وضع مقاييس مرجعية السمسرة من أجل التعاون الصناعي	مخطط إصدار شهادات للممارسات الحرجية المستدامة سياسات إعلامية لدعم الحد من إدارة الغابات وتدهورها بما يشمل الرصد، والإبلاغ، والتحقق	
الإمداد الحكومي بالمنافع أو الخدمات العامة	البحث والتطوير التوسع في الهياكل الأساسية (التدفئة/ التبريد أو النواقل المشتركة في المناطق)	الاستثمار في وسائل النقل وفي وسائل النقل التي يجري تشغيلها بشرياً الاستثمار في هياكل أساسية بديلة للوقود شراء المركبات المنخفضة الانبعاثات	الشراء العام للمباني والأجهزة المتسمة بالكفاءة	التدريب والتثقيف السمسرة من أجل التعاون الصناعي	حماية الغابات الموجودة على الصعيد الوطني وعلى صعيد الولايات وعلى الصعيد المحلي الاستثمار في تحسين ونشر تكنولوجيات ابتكارية في مجالي الزراعة والحراجة	توفير هياكل أساسية للمرافق من قبيل توزيع الكهرباء، والتدفئة/ التبريد في المناطق والتوصيلات الخاصة بالمياه العادمة، إلخ تحسينات المتنزهات تحسينات طرق المقطورات السكك الحديدية الحضرية
الإجراءات الطوعية			برامج الوسم للمباني المتسمة بالكفاءة الوسم الإيكولوجي للمنتجات	اتفاقات طوعية بشأن الأهداف المتعلقة بالطاقة أو اعتماد نظم لإدارة الطاقة، أو كفاءة الموارد	تشجيع الاستدامة بوضع معايير وشن حملات تثقيفية	

يعتمد بصفة رئيسية على الهياكل الأساسية الضريبية القائمة ومن الأيسر من الناحية الإدارية تنفيذه مقارنة ببدائل كثيرة أخرى من قبيل نُظم الحد الأعلى والاتجار [15.5]. ومن الممكن أن يكون مدى الابتكار المؤسسي اللازم للسياسات عاملاً في اختيار الأدوات، لا سيما في البلدان النامية.

وقد استُخدمت السياسات المتعلقة بقطاعات معينة على نطاق أوسع من استخدام السياسات على السياسات ذات النطاق الشامل للاقتصاد كله القائمة على الأسواق (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). ومع أن النظرية الاقتصادية تشير إلى أن السياسات ذات النطاق الشامل للاقتصاد كله القائمة على الأسواق التي ترمي إلى تحقيق التخفيف كهدف وحيد تكون عموماً أكثر فعالية من حيث التكاليف مقارنة بالسياسات القطاعية، كثيراً ما تجعل اعتبارات الاقتصاد السياسي من الأصعب تصميم سياسات على النطاق الشامل للاقتصاد كله وتنفيذها مقارنةً بتصميم سياسات قطاعية وتنفيذها [15.2.3، 15.2.6، 15.5.1]. وفي بعض البلدان، سُنّت نُظم للاتجار بالانبعاثات وفُرضت ضرائب لمعالجة العوامل الخارجية السوقية المرتبطة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وساهمت في تحقيق أهداف خفض غازات الاحتباس الحراري القطاعية (أدلة متوسطة، اتفاق متوسط) [7.12]. وفي الأجل الأطول، من الممكن أن يدعم تسعير غازات الاحتباس الحراري اعتماد تكنولوجيات الطاقة ذات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة. وحتى في حالة تنفيذ سياسات ذات نطاق شامل للاقتصاد كله، قد تلزم السياسات القطاعية للتغلب على حالات إخفاق الأسواق القطاعية. فعلى سبيل المثال، من الممكن أن تقتضي قوانين البناء استثمارات في كفاءة الطاقة في عدم وجود استثمارات من القطاع الخاص في غير ذلك من الأحوال [9.10]. وفي قطاع النقل، تكون سياسات التسعير التي ترفع تكلفة أشكال وسائل النقل الخاصة الكثيفة الكربون أكثر فعالية عندما يدعمها استثمار عام في بدائل مناسبة [98.10]. ويعرض الجدول TS.9 نطاقاً للسياسات القطاعية التي نُفذت في الممارسة العملية. [15.1، 15.2، 15.5، 15.8، 15.9]

وقد نُفذت ضرائب الكربون في بعض البلدان وساهمت - إلى جانب التكنولوجيا والسياسات الأخرى - في فض ارتباط الانبعاثات بالناتج المحلي الإجمالي (ثقة عالية). والتمييز حسب القطاع، الشائع إلى حد لا يُستهان به، يحد من فعالية التكلفة التي تنشأ من التغيرات في طرائق الإنتاج، وأنماط الاستهلاك، والتحولات في أسلوب المعيشة، وتطوير التكنولوجيا، ولكنه قد يُزيد من الإمكانية السياسية، أو قد يفضّل لأسباب تتعلق بالقدرة التنافسية أو الإنصاف في التوزيع. وفي بعض البلدان، كانت ضرائب الكربون والوقود المرتفعة ممكنة سياسياً بإعادة تمويل الإيرادات أو بخفض ضرائب أخرى في إصلاح ضريبي بيئي. وسياسات التخفيف التي ترفع الإيرادات الحكومية (مثلاً، إقامة مزادات للمخصصات من الانبعاثات في إطار نظام الحد الأعلى والاتجار أو نظام ضرائب الانبعاثات) تكون عموماً تكاليفها الاجتماعية أقل من النُهج التي لا تفعل ذلك، ولكن هذا يتوقف على كيفية استخدام الإيرادات [3.6.3]. [15.2، 15.5.2، 15.5.3]

وضرائب الوقود مثال لسياسة متعلقة بقطاعات معينة وتوجد أصلاً في كثير من الأحيان لتحقيق أهداف من قبيل الإيرادات، ولا تُصمَّم بالضرورة لغرض التخفيف (ثقة عالية). ففي أوروبا حيث ضرائب الوقود هي الأعلى، ساهمت تلك الضرائب في تحقيق تخفيضات في انبعاثات الكربون من قطاع النقل بلغت 50 في المائة لهذه المجموعة من البلدان. والاستجابة لزيادة أسعار الوقود كثيراً ما تكون ضئيلة في الأجل القصير، ولكن مرونة الأسعار في الأجل الطويل

الإطار TS.13 | من الممكن أن يخفّض الارتداد وفورات الطاقة التي تنتج عن التحسين التكنولوجي

للتحسينات التكنولوجية في كفاءة الطاقة (EE) تأثيرات مباشرة على استهلاك الطاقة ومن ثم على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ولكنها يمكن أن تسبب تغييرات أخرى في الاستهلاك والإنتاج والأسعار تؤثر، بدورها، على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وهذه التغيرات تسمّى بوجه عام 'الارتداد' أو 'الاسترداد' لأنها تخفّض في معظم الحالات صافي الانخفاض في الطاقة أو في الانبعاثات المرتبط بتحسين الكفاءة. وحجم ارتداد كفاءة الطاقة مثار جدل، بحيث تشير بعض ورقات البحوث إلى وجود قدر ضئيل من الارتداد أو عدم وجود أي ارتداد بينما تخلص ورقات بحوث أخرى إلى أنه يعادل معظم أو جميع التخفيضات التي تنتج عن سياسات كفاءة الطاقة [3.9.5، 5.7.2].

ويمكن تقسيم الارتداد الإجمالي لكفاءة الطاقة إلى ثلاثة أجزاء متميزة: التأثير التعويضي، التأثير على الدخل، والتأثير على نطاق الاقتصاد كله [3.9.5]. وفي الاستهلاك النهائي، يفترض ارتداد تأثير الاستعاضة، أو 'الارتداد المباشر' أن المستهلك سيتوسع في استخدام أي جهاز إذا أصبح أكثر كفاءة من حيث الطاقة لأن استخدامه سيكون أرخص ثمناً. وينشأ ارتداد تأثير الدخل أو 'الارتداد غير المباشر'، إذا أدى التحسين في كفاءة الطاقة إلى جعل المستهلك أكثر ثراءً ودفعه إلى استهلاك منتجات إضافية تتطلب طاقة. ويشير الارتداد على نطاق الاقتصاد كله إلى الآثار التي تتجاوز سلوك الكيان الذي يستفيد مباشرةً من تحسين كفاءة الطاقة، من قبيل أثر كفاءة الطاقة على سعر الطاقة.

والتأثيرات الارتدادية المناظرة لتحسينات كفاءة الطاقة في مجال الإنتاج هي الاستعاضة في اتجاه مدخلات ذات كفاءة محسّنة من حيث الطاقة، والاستعاضة بين المنتجات من جانب المستهلكين عندما يغيّر تحسين كفاءة الطاقة الآثار النسبية للسلع، وكذلك تأثير الدخل عندما يؤدي تحسين كفاءة الطاقة إلى خفض تكاليف الإنتاج وزيادة الثروة.

وفي بعض الأحيان يحدث التباس بين الارتداد ومفهوم تسرّب الكربون، الذي كثيراً ما يصف الحافز الذي يدفع نشاطاً اقتصادياً كثيف الانبعاثات إلى الانتقال من منطقة تقيّد غازات الاحتباس الحراري (أو الملوثات الأخرى) نحو مناطق توجد فيها تقييدات أقل أو لا توجد فيها أي تقييدات بشأن هذه الانبعاثات [5.4.1، 14.4]. ومن الممكن أن يحدث ارتداد كفاءة الطاقة بصرف النظر عن النطاق الجغرافي للسياسة المعتمدة. ولكن، كما هو الحال فيما يتعلق بالتسرب، تصوّر إمكانية حدوث ارتداد كبير أهمية النظر في تأثيرات التوازن الكامل لسياسة التخفيف [3.9.5، 15.5.4].

تكون مرتفعة إلى حد لا يستهان به، أو تتراوح من 0.6- إلى 0.8- تقريباً. وهذا معناه أن ارتفاع أسعار الوقود بنسبة قدرها 10 في المائة في الأجل الطويل يقترن بحدوث انخفاض بنسبة قدرها 7 في المائة في استخدام الوقود وانبعاثاته. وفي قطاع النقل، تتميز الضرائب بكونها تصاعدية أو محايدة في معظم البلدان وبكونها تصاعدية بشدة في البلدان المنخفضة الدخل. [15.5.2]

وتوضع نُظم فرض حد أعلى لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري وللاتجار بها في عدد متزايد من البلدان والمناطق. ولايزال تأثيرها البيئي محدوداً حتى الآن نظراً لأن الحدود العليا كانت فضفاضة أو لأنها لم تكن حتى الآن ملزمة (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). ويبدو أن هناك مفاضلة بين الإمكانية السياسية والفعالية البيئية لهذه البرامج، وكذلك بين الإمكانية السياسية والإنصاف التوزيعي في تخصيص التصاريح. ومن الممكن الجمع بين فعالية بيئية أكبر تتم من خلال إحكام الحد الأعلى وفرض حد أقصى للأسعار يحسّن الإمكانية السياسية. [14.4.2، 15.5.3]

وقد أدت عوامل مختلفة إلى خفض سعر مخصصات نظام الاتحاد الأوروبي للاتجار بالانبعاثات (EU ETS) إلى أقل من المستويات المتوقعة، مما أدى إلى إبطاء الاستثمار في التخفيف (ثقة عالية). وبينما دلل الاتحاد الأوروبي على إمكانية نجاح نظام الحد الأعلى والاتجار عبر الحدود، فإن السعر المنخفض لمخصصات نظام الاتحاد الأوروبي للاتجار بالانبعاثات في السنوات الأخيرة لم يوفر حوافز كافية لجذب استثمارات إضافية كبيرة في التخفيف. ويرتبط السعر المنخفض بعمق ومدة الانحسار الاقتصادي غير المتوقعين، وعدم اليقين بشان أهداف خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الأجل الطويل، واستيراد مخصصات من آلية التنمية النظيفة (CDM)، والتفاعل مع أدوات سياساتية أخرى، لا سيما فيما يتعلق بالتوسع في الطاقة المتجددة وكذلك التنظيم بشأن كفاءة الطاقة. وقد ثبت أن من الصعب سياسياً معالجة هذه المشكلة بإزالة تصاريح إصدار انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مؤقتاً، أو تشديد الحد الأعلى، أو توفير هدف للتخفيف طويل الأجل. [14.4.2]

وإضافة سياسة للتخفيف إلى سياسة أخرى قد لا يعزز التخفيف بالضرورة. فعلى سبيل المثال، إذا كان نظام الحد الأعلى والاتجار يفرض حداً أعلى صارماً بدرجة كافية فإن السياسات الأخرى من قبيل إعانات مصادر الطاقة المتجددة لا يكون لها أثر إضافي على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الكلية (وإن كانت قد تؤثر على التكاليف وربما تؤثر على قابلية أهداف مستقبلية أكثر صرامة للتحقق). أما إذا كان الحد الأعلى فضفاضاً بالنسبة إلى السياسات الأخرى، فإنه يصبح عديم الفعالية. وهذا مثال لتفاعل سلبي بين أدوات السياسات. وبالنظر إلى أن السياسات الأخرى لا يمكن 'إضافتها' إلى نظام الحد الأعلى والاتجار، من الضروري أن يكون الحد الأعلى منخفضاً بدرجة كافية إذا كان المراد له أن يحقق أي هدف معين. وضريبة الكربون، من الناحية الأخرى، يمكن أن يكون لها تأثير بيئي إضافي بالنسبة لسياسات من قبيل تقديم إعانات لمصادر الطاقة المتجددة. [15.7]

ومن الممكن أن يحقق خفض إعانات الطاقة الأحفورية تخفيضات كبيرة في الانبعاثات بتكلفة اجتماعية سلبية (ثقة عالية جداً). ومع أن عقبات الاقتصاد السياسي كبيرة، أصلحت بلدان كثيرة نظمها الضريبية والخاصة بالميزانية لخفض إعانات الوقود التي يستفيد منها في حقيقة الأمر الأثرياء نسبياً، واستخدامات التحويلات النقدية المقطوعة أو آليات أخرى أكثر استهدافاً للفقراء. [15.5.3]

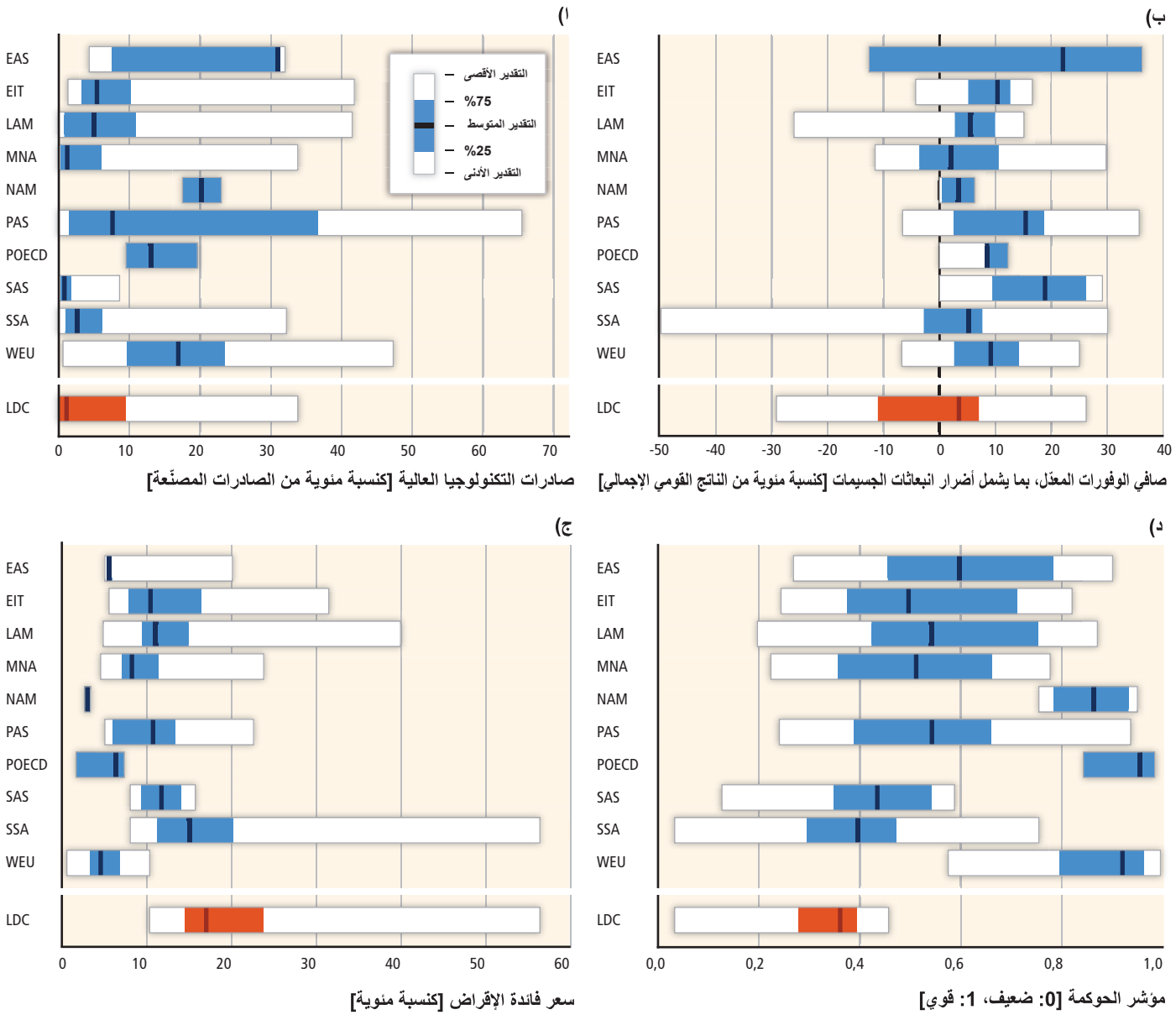
وتُستخدم النُهج التنظيمية المباشرة والتدابير الإعلامية على نطاق واسع، وكثيراً ما تكون فعالة بيئياً، وإن كان النقاش لايـزال قائماً بشأن مدى آثارها البيئية وفعاليتها من حيث التكلفة (ثقة متوسطة). وتشمل أمثلة النُهج التنظيمية وضع معايير لكفاءة الطاقة؛ أما أمثلة البرامج الإعلامية فهي تشمل برامج الوسم التي يمكن أن تساعد المستجيبين على اتخاذ قرارات أكثر استنارة. ومع أن هذه النُهج كثيراً ما تثبت فعاليتها بفائدة اجتماعية صافية، تنقسم المؤلفات العلمية بشأن ما إذا كانت هذه السياسات تنفَّذ بتكاليف خاصة سلبية (انظر الإطار TS.12) للشركات وللأفراد [3.9.3، 15.5.5، 15.5.6]. ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع كانت هناك بحوث متواصلة بشأن التأثيرات 'الارتدادية' (انظر الإطار TS.13) التي تنشأ عندما يؤدي ارتفاع الكفاءة إلى انخفاض تكاليف الطاقة وإلى زيادة الاستهلاك. ويوجد توافق عام بشأن وجود هذه التأثيرات الارتدادية، ولكن يوجد توافق منخفض في المؤلفات بشأن حجم تلك التأثيرات [3.9.5، 5.7.2، 15.5.4].

ويوجد دور متميز للسياسة المتعلقة بالتكنولوجيا بوصفها مكمّلة لسياسات تخفيف أخرى (ثقة عالية). وتؤدي السياسات المتعلقة بالتكنولوجيا المنفّذة على النحو السليم إلى خفض تكلفة تحقيق هدف حكومي معيّن. وتبلغ السياسة المتعلقة بالتكنولوجيا أقصى درجات فعاليتها عندما تُستخدم سياسات دافعة للتكنولوجيا (مثلاً، البحث والتطوير الممولان تمويلاً عاماً) والسياسات القائمة على الطلب (مثلاً، برامج الشراء الحكومي أو اللوائح التنظيمية للأداء) بطريقة متكاملة. ومع أن السياسات الدافعة للتكنولوجيا والسياسات القائمة على الطلب ضرورية، فليس من المرجح أن تكون كافية بدون توافر ظروف إطارية تكميلية. وإدارة التحديات الاجتماعية لتغيير السياسة المتعلقة بالتكنولوجيا قد تتطلب ابتكارات في تصميم السياسات والمؤسسات، بما يشمل بناء سياسات متكاملة تستخدم حوافز السوق، والسلطة، والقواعد بشكل تكاملي (ثقة متوسطة). ومنذ صدور تقرير التقييم الرابع، أدخل عدد كبير من البلدان ومن الولايات الإدارية على الصعيد دون الوطني سياسات داعمة للطاقة المتجددة من قبيل تعريفات الإمداد ومعايير حافظة مصادر الطاقة المتجددة. وقد عززت هذه نشر تكنولوجيات الطاقة الجديدة من قبيل توربينات الريح والألواح الكهربائية الضوئية وابتكار تلك التكنولوجيات على نطاق كبير، ولكنها أثارت تساؤلات بشأن كفاءتها الاقتصادية، وأوجدت تحديات لإدماج الشبكات والأسواق. [2.6.5، 7.12، 15.6.5]

والاستثمار على نطاق العالم في البحوث الداعمة للتخفيف ضئيل بالنسبة إلى الإنفاق الإجمالي على البحوث بصفة عامة (ثقة متوسطة). وستبلغ فعالية دعم البحوث أقصى درجاتها إذا زادت ببطء وباطراد بدلاً من زيادتها زيادة هائلة وبطريقة غير منظمة. ومن المهم أن يكون جمع البيانات من أجل تقييم البرامج جزءاً من البرامج المتعلقة بسياسة التكنولوجيا، وذلك لوجود أدلة عملية محدودة بشأن الفعالية النسبية للآليات المختلفة لدعم اختراع تكنولوجيات جديدة وابتكارها ونشرها [15.6.2، 15.6.5]

ويمكن أن ييسر التخطيط والإمداد الحكوميان عمليات التحول إلى هياكل أساسية وأساليب معيشة تقلل من كثافة الطاقة ومن غازات الاحتباس الحراري (ثقة عالية). وهذا ينطبق بوجه خاص عندما لا تكون هناك أوجه تجزؤ في توفير الهياكل الأساسية كما في قطاع الطاقة [7.6] (مثلاً، لشبكات نقل وتوزيع الكهرباء أو تدفئة المناطق)؛ وفي قطاع النقل [8.4] (مثلاً، من أجل وسائل النقل غير الآلية أو وسائل النقل العام)؛ وفي التخطيط الحضري [12.5]. وتوفير هياكل أساسية ملائمة أمر مهم لتغيير السلوك [15.5.6].

وتتسم الاتفاقات الطوعية الناجحة بشأن التخفيف بين الحكومات والصناعات بوجود إطار مؤسسي قوي مع وجود رابطات صناعية قادرة (ثقة متوسطة). وتكمن قوة الاتفاقات الطوعية في السرعة والمرونة في تدابير الإدخال التدريجي، وتيسير أنشطة إزالة العقبات بالنسبة للتكنولوجيات التي تتسم بكفاءة الطاقة وانخفاض الانبعاثات. والتهديدات التنظيمية، حتى وإن كانت التهديدات ليست صريحة دائماً، تمثل عاملاً مهماً أيضاً لتحفيز الشركات. وثمة عدد قليل من التأثيرات البيئية التي لا يوجد فيها إطار مؤسسي سليم. [15.5.7]

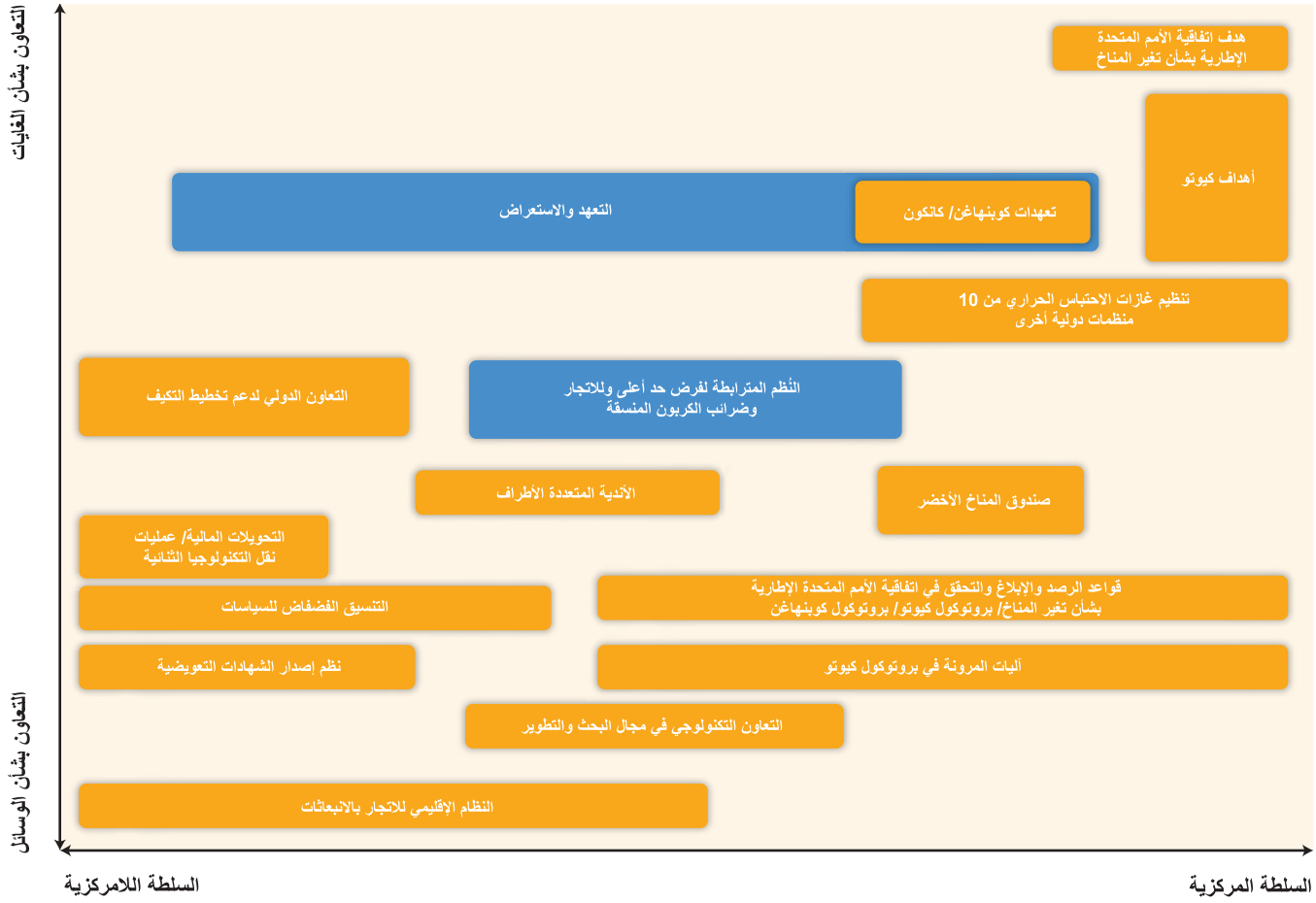


الشكل TS.37 | مؤشرات الاقتصاد والحوكمة التي تؤثر على القدرات الإقليمية لتبني سياسات تخفيف. وتشمل المناطق شرق آسيا (EAS)، والاقتصادات المارة بمرحلة انتقالية (ETT)، وأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي (LAM)، والشرق الأوسط وشمال أفريقيا (MNA)، وأمريكا الشمالية (NAM) وبلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي في المحيط الهادئ (POECD) - التي انضمت في عام 1990، وجنوب شرق آسيا والمحيط الهادئ (PAS) وجنوب آسيا (SAS)، وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (SSA)، و أوروبا الغربية (WEU)، وأقل البلدان نمواً (LDC). وتشير الإحصاءات إلى سنة 2010 أو إلى سنة أحدث متاحة. ملاحظة: يشير سعر فائدة الإقراض إلى متوسط سعر الفائدة الذي تفرضه المصارف على العملاء في القطاع الخاص فيما يتعلق باحتياجات التمويل القصيرة الأجل إلى المتوسطة الأجل. ومؤشر الحوكمة هو مقياس مركّب لمؤشرات الحوكمة المجمّعة من مصادر شتى، والمعاد تحديد نطاقه بحيث يصبح مدى النطاق هو 0 إلى 1، مع كون 0 يمثّل أضعف حوكمة وكون 1 يمثّل أقوى حوكمة. [الشكل 14.2]

TS.4.3 التنمية والتعاون الإقليمي

يتيح التعاون الإقليمي فرصاً كبيرة للتخفيف نتيجة للقرب الجغرافي، والهياكل الأساسية والأطر السياساتية المشتركة، والتجارة، والاستثمار العابر للحدود، وهي فرص يصعب على فرادى البلدان أن تحققها (ثقة عالية). ومن بين أمثلة سياسات التعاون الإقليمي المحتملة التنمية المترابطة إقليمياً لمجمعات طاقة كهربائية تستخدم مصادر الطاقة المتجددة، وشبكات الهياكل الأساسية للإمداد بالغاز الطبيعي، والسياسات المنسقة بشأن الحراجة [14.1]

وفي الوقت ذاته، لا يوجد اتفاق بين فرص وقدرات الاضطلاع بالتخفيف (ثقة متوسطة). فالمناطق التي توجد فيها أكبر إمكانية لتحقيق قفزة نوعية إلى مسارات التنمية المنخفضة الكربون هي أشد المناطق النامية فقراً وأقلها من حيث وجود عوائق نُظم الطاقة الحديثة وأنماط التحضر الحديثة. ولكن هذه المناطق لديها أيضا أقل القدرات المالية والتكنولوجية والمؤسسية التي تمكّنها من الشروع في السير على مسارات تنمية منخفضة الكربون من هذا القبيل [الشكل TS.37] وتتحمل تكلفة مرتفعة من حيث الانتظار بسبب الاحتياجات غير الملباة من الطاقة والتنمية. أما الاقتصادات الصاعدة فلديها بالفعل عوائق أكبر لكن بناءها السريع لنظم الطاقة الحديثة وللمستوطنات الحضرية الحديثة ما زال يتيح فرصاً كبيرة للتنمية المنخفضة الكربون. وقدرة هذه البلدان على أن تعيد توجيه نفسها نحو استراتيجيات التنمية المنخفضة الكربون أعلى، ولكنها تواجه أيضا معوقات من حيث التمويل والتكنولوجيا والتكلفة المرتفعة للتأخر في إقامة قدرة الطاقة الجديدة.



التنسيق الفضفاض للسياسات: تشمل الأمثلة شبكات المدن العابرة للدول وإجراءات التخفيف الملائمة على الصعيد الوطني (NAMAs)؛ والتعاون التكنولوجي في مجال البحث والتطوير: تشمل الأمثلة منتدى الاقتصادات الرئيسية المعني بالطاقة والمناخ (MEF)، أو مبادرة الميثان العالمية (GMI)، أو شراكة مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (REEEP)؛ ومنظمات دولية (IO) أخرى لغازات الاحتباس الحراري: تشمل الأمثلة بروتوكول مونتريال، ومنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)، والمنظمة البحرية الدولية (IMO).

الشكل TS.38 | الأشكال البديلة للتعاون الدولي. ويمثل الشكل تجميعاً للأشكال القائمة والممكنة للتعاون الدولي، استناداً إلى استقصاء للبحوث المنشورة، ولكن ليس المقصود به أن يكون شاملاً لهياكل السياسات القائمة أو المحتملة، وليس المقصود به أن يكون إرشادياً. والأمثلة المبيّنة باللون البرتقالي هي اتفاقات قائمة. أما الأمثلة المبيّنة باللون الأزرق فهي هياكل اتفاقات مقترحة في الدراسات السابقة. ويشير اتساع الأطر الفردية إلى نطاق الدرجات المحتملة للمركزية فيما يتعلق باتفاق معين. وتبيّن درجة المركزية السلطة التي يمنحها اتفاق إلى مؤسسة دولية، لا إلى عملية التفاوض على الاتفاق. [الشكل 13.2]

وأخيراً، توجد عوائق أكبر أمام الاقتصادات المصنّعة، ولكن لديها أكبر القدرات على إعادة توجيه نظم الطاقة والنقل والتوسع الحضري الموجودة لديها نحو التنمية المنخفضة الكربون. [14.1.3، 14.3.2]

وقد كان للتعاون الإقليمي، حتى الآن، تأثير (إيجابي) محدود فحسب على التخفيف (أدلة متوسطة، اتفاق مرتفع). ومع ذلك، من الممكن أن يؤدي التعاون الإقليمي دوراً محسّناً في تشجيع التخفيف في المستقبل، لا سيما إذا كان يتضمن صراحة أهدافاً للتخفيف في السياسات المتعلقة بالتجارة والهياكل الأساسية والطاقة وكان يشجع على اتخاذ إجراءات مباشرة للتخفيف على الصعيد الإقليمي. [14.4.2، 14.5]

وتشير معظم الأعمال السابقة إلى أن اتفاقات التعاون الإقليمي النوعي بشأن المناخ في مجالات السياسة لم تؤد دوراً مهماً في معالجة تحديات التخفيف حتى الآن (ثقة متوسطة). ويرتبط هذا إلى حد كبير بانخفاض مستوى التكامل الإقليمي وما يرتبط بذلك التكامل من استعداد لنقل السيادة إلى هيئات إقليمية فوق وطنية لإنفاذ اتفاقات ملزمة بشأن التخفيف. [14.4.2، 14.4.3]

والتعاون الإقليمي المناخي باستخدام نُهج قائمة على لوائح تنظيمية ملزمة في مجالات التكامل العميق، من قبيل توجيهات الاتحاد الأوروبي بشأن كفاءة الطاقة، والطاقة المتجددة، والوقود الأحيائي، كان له بعض الأثر على أهداف التخفيف (ثقة متوسطة). ومع ذلك، تشير النماذج النظرية والتجربة إلى وجود إمكانية كبيرة لزيادة دور اتفاقات التعاون الإقليمي المناخي وما يرتبط بها من أدوات، بما في ذلك الأدوات الاقتصادية والأدوات التنظيمية. ومن المهم في هذا السياق بحث تسرب الكربون في هذه المبادرات الإقليمية وسُبل معالجته. [14.4.2، 14.4.1]

وإضافة إلى ذلك، من الممكن أن تكون لطرائق التعاون الإقليمي غير المتصلة بالمناخ آثار كبيرة فيما يتعلق بالتخفيف، حتى وإن كانت أهداف

الجدول TS.10 | ملخص تقييمات أداء أشكال التعاون القائمة والمقترحة. وأشكال التعاون مقيَّمة وفقاً لمعايير التقييم الأربعة الموصوفة في القسمين 3.7.1 و 13.2.2 [الجدول 13.3]

	طريقة التعاون الدولي		معايير التقييم			
			الفعالية البيئية	الأداء الاقتصادي الإجمالي	آثار التوزيع	الإمكانية المؤسسية
التعاون القائم [13.13.1]	**اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ**		انخفضت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الإجمالية في البلدان المدرجة في المرفق الأول بنسبة تتراوح من 6.0 إلى 9.2 في المائة عن مستويات عام 1990 بحلول عام 2000، وهو ما يمثل انخفاضاً أكبر من 'الهدف' البادي المتمثل في العودة إلى مستويات عام 1990 بحلول عام 2000	الوفاء المشترك بالالتزامات المأذون به، واتباع نهج الغازات المتعددة، والمصادر والمصارف (البالوعات)، واختيار السياسة المحلية. وتتوقف تقديرات التكلفة والفوائد على خط الأساس، وسعر الخصم، والمشاركة، والتسرّب، والفوائد المصاحبة، والآثار المناوئة، وعوامل أخرى	تميّز الالتزامات بين البلدان المدرجة في المرفق الأول (المصنّعة) والبلدان غير المدرجة في المرفق الأول. ومبدأ 'المسؤولية المشتركة ولكن المتمايزة'. والالتزام بالمساهمة المنصفة والملائمة من كل [طرف](4)	صدّق عليها (أو اعتمدها بطريقة مكافئة) 195 من البلدان والمنظمات الإقليمية. ويتوقف الامتثال على البلاغات الوطنية.
	بروتوكول كيوتو (KP)		انخفضت الانبعاثات في البلدان المدرجة في المرفق الأول بنسبة تتراوح من 8.5 إلى 13.6 في المائة عن مستويات عام 1990 بحلول عام 2011، وهو ما يمثل أكثر من هدف التخفيض الجماعي في فترة الالتزام الأولى (CPI) البالغ 5.2 في المائة. وقد حدثت التخفيضات بصورة رئيسية في البلدان المارة بمرحلة انتقالية؛ وزادت الانبعاثات في بعض البلدان الأخرى. وكانت المشاركة قاصرة في فترة الالتزام الأولى (وأقل حتى في فترة الالتزام الثانية)	تحسّنت الفعالية من حيث التكاليف بواسطة آليات مرنة (التنفيذ المشترك (JI)، وآلية التنمية النظيفة (CDM)، والاتجار الدولي بالانبعاثات (IET)، واختيار السياسة المحلية). وتتوقف تقديرات التكلفة والفائدة على خط الأساس، وسعر الخصم، والمشاركة، والتسرّب، والفوائد المصاحبة، والآثار المناوئة، وعوامل أخرى	تميّز الالتزامات بين البلدان المتقدمة النمو والبلدان النامية، ولكن التمييز الفاصل يرتبط جزئياً فقط (وعلى نحو متزايد) بالاتجاهات التاريخية للانبعاثات وبتغير الظروف الاقتصادية. ويتأثر التكافؤ بين الأزمنة بالإجراءات القصيرة الأجل	صدّق عليه (أو اعتمدته بطريقة مكافئة) 192 من البلدان والمنظمات الإقليمية، ولكنه استغرق 7 سنوات ليبدأ نفاذه. ويتوقف الامتثال على البلاغات الوطنية، إلى جانب نظام الامتثال لبروتوكول كيوتو. وقد أُضيفت لاحقاً نُهج لتحسين القياس والإبلاغ والتحقق (MRV)
	آليات كيوتو		أرصدة بقيمة 1.4 بليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في إطار آلية التنمية النظيفة، وتبلغ 0.2 بليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في إطار الاتجار الدولي بالانبعاثات (حتى تموز/يوليه 2013). ويظل الطابع الإضافي لمشاريع آلية التنمية النظيفة قضية ولكن هناك إصلاحاً تنظيمياً جارياً	حشدت آلية التنمية النظيفة خيارات منخفضة التكلفة، لا سيما الغازات الصناعية، تؤدي إلى خفض التكاليف. وتعمل بعض أنواع المشاريع بأقل من أدائها المتوقع. وتوجد بعض الأدلة على نقل التكنولوجيا إلى بلدان غير مدرجة في المرفق.	استثمار مباشر محدود من البلدان المدرجة في المرفق الأول. والاستثمارات المحلية هي المهيمنة، مما يؤدي إلى تركيز مشاريع آلية التنمية النظيفة في بضعة بلدان. وتوجد مساهمة محدودة في التنمية المستدامة المحلية.	ساعدت على إتاحة الإمكانية السياسية لبروتوكول كيوتو. ولها حوكمة متعددة الطبقات. وتمثل أكبر سوق للكربون حتى الآن. وأقامت قدرة مؤسسية في البلدان النامية
	الاتفاقات الإضافية المبرمة في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ		تعهدات بالحد من الانبعاثات من جميع المصادر المسؤولة عن الانبعاثات بموجب اتفاقات كانكون. وليس من المرجح أن تقصر التغير في درجة الحرارة على درجتين مئويتين. وتتوقف على معالجة التدابير التي تتجاوز التعهدات الحالية لأغراض التخفيف والتمويل. ويدعو منهاج ديربان على التوصل إلى اتفاق جديد بحلول عام 2015، على أن يبدأ نفاذه في عام 2020 ويضم جميع الأطراف.	لم تقيَّم الكفاءة. وقد تتحسن الفعالية من حيث التكاليف من خلال استخدام أدوات سياساتية قائمة على السوق، وإدراج قطاع الغابات، ووجود التزامات من جانب دول أكثر من البلدان المدرجة في المرفق الأول (على النحو المتوخى في منهاج ديربان).	تتوقف على مصادر التمويل، لا سيما تمويل الإجراءات التي تتخذها البلدان النامية	قرار مؤتمر كانكون للأطراف (COP)؛ وقد تعهدت 97 بلداً بأهداف أو إجراءات لخفض الانبعاثات لعام 2020.
	الاتفاقات المبرمة خارج نطاق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ	**مجموعة الثمانية، ومجموعة العشرين، ومنتدى الاقتصادات الرئيسية المعني بالطاقة والمناخ (MEF)**	أوصت مجموعة الثمانية ومنتدى الاقتصادات الرئيسية المعني بالطاقة والمناخ بخفض الانبعاثات من جميع المصادر الرئيسية للانبعاثات. وقد تحفز مجموعة العشرين على تخفيضات لغازات الاحتباس الحراري من خلال الإنهاء التدريجي لإعانات الوقود الأحفوري.	قد يؤدي اتخاذ إجراءات من جميع المصادر الرئيسية المسؤولة عن الانبعاثات إلى خفض التسرب ويحسّن الفعالية من حيث التكاليف، إذا نُفذ ذلك باستخدام آليات مرنة. وثمة مكاسب محتملة في الكفاءة تتحقق من خلال إزالة الإعانات. ومن السابق لأوانه إلى حد كبير تقييم الأداء الاقتصادي عملياً.	لن تحشد تمويلاً مناخياً. وستكون إزالة إعانات الوقود تدريجية ولكن ستكون لها تأثيرات سلبية على البلدان المصدّرة للنفط وعلى البلدان ذات الدخل المنخفض جدا إلا إذا قُدمت مساعدة أخرى لمن هم الأكثر فقراً.	مشاركة أقل من البلدان مقارنة باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)، ولكنها تغطي 70 في المائة من الانبعاثات العالمية. وتتيح إمكانية المفاضلة بين المحافل، استناداً إلى أفضليات المسائل.
		بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة للأوزون (ODS)	خفض الانبعاثات المستحث من خلال عمليات الإنهاء التدريجي لاستخدام المواد المستنفدة للأوزون أكبر 5 مرات من حجم أهداف فترة الالتزام الأولي الخاصة ببروتوكول كيوتو. ولكن المساهمة قد تبطلها بدائل ذات إمكانية احترار عالمي كبيرة، وإن كانت تتزايد الجهود للإنهاء التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون	دعم الفعالية من حيث التكاليف باتباع نهج تعدُّد الغازات. وقد استخدمت بعض البلدان آليات قائمة على السوق للتنفيذ على الصعيد المحلي.	فترة امتثال لاحقة فيما يتعلق بعمليات الإنهاء التدريجي بالنسبة للبلدان النامية. وقد قدم صندوق بروتوكول مونتريال تمويلاً للبلدان النامية.	مشاركة عالمية. ولكن توقيت الاتفاقات المطلوبة يتباين بين البلدان المتقدمة النمو والبلدان النامية.
		سوق الكربون الطوعية	تغطي 0.13 بليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، ولكن إصدار الشهادات ما زال يمثل قضية.	أسعار أرصدة تثبيت الانبعاثات غير متجانسة، مما يشير إلى وجود أوجه عدم كفاءة في الأسواق	[لا يُستشهد بأي أعمال سابقة]	السوق مجزأة وغير شفافة.

TS

⇐

	طريقة التعاون الدولي		معايير التقييم			
			الفعالية البيئية	الأداء الاقتصادي الإجمالي	آثار التوزيع	الإمكانية المؤسسية
التعاون المقترح [13.13.2]	الهياكل المقترحة	تعددية أطراف قوية	المفاضلة بين طموح (شديد) ومشاركة (واسعة النطاق)	أكثر فعالية من حيث التكاليف في حالة زيادة الاعتماد على آليات السوق.	تيسر تعددية الأطراف إدراج آثار التوزيع في المفاوضات وقد تطبق معايير قائمة على الإنصاف على النحو المبين في الفصل 4.	تتوقف على عدد الأطراف؛ ودرجة الطموح
		سياسات وطنية متوائمة	تتوقف على صافي التغير الإجمالي في الطموح على نطاق البلدان الذي ينتج عن التنسيق	أكثر فعالية من حيث التكاليف في حالة زيادة الاعتماد على آليات السوق	تتوقف على السياسات الوطنية النوعية	تتوقف على تماثل السياسات الوطنية؛ والسياسات الأكثر تماثلاً قد تدعم المواءمة لكن الظروف المحلية قد تتباين
		الهياكل اللا مركزية، والسياسات الوطنية المنسقة	تتوقف الفعالية على نوعية المعايير وأرصدة تثبيت الانبعاثات عبر البلدان	كثيراً (ولكن ليس بالضرورة) ما يشير إلى ترابط النظم الوطنية لفرض حد أعلى وللاتجار، وفي هذه الحالة يكون ذلك فعالاً من حيث التكلفة.	تتوقف على السياسات الوطنية النوعية	يتوقف على تماثل السياسات الوطنية؛ والإنفاذ الوطني.
	ترتيبات تقاسم الجهود (الأعباء)		تشير إلى القسم 4.6.2 للاطلاع على مناقشة المبادئ التي يمكن أن تستند إليها ترتيبات تقاسم الجهود (الأعباء)، وإلى القسم 6.3.6.6 للاطلاع على التقييم الكمي			

التخفيف ليست من مكوناتها (ثقة متوسطة). والتعاون الإقليمي ذو الأهداف غير المتصلة بالمناخ ولكن له تأثيرات تخفيفية محتملة، مثل الاتفاقات التجارية، والتعاون بشأن التكنولوجيا، والتعاون بشأن الهياكل الأساسية والطاقة، كانت تأثيراته على التخفيف تكاد لا تُذكر أيضاً. فقد تبين وجود تأثيرات متواضعة على مستوى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لدى أعضاء مناطق التجارة التفضيلية الإقليمية إذا كانت هذه الاتفاقات مصحوبة باتفاقات بيئية. وإيجاد أوجه تآزر بين التكيف والتخفيف يمكن أن يؤدي إلى زيادة فعالية الإجراءات المتعلقة بتغير المناخ من حيث التكلفة. وكان لربط شبكات الكهرباء والغاز على المستوى الإقليمي تأثير متواضع أيضا على التخفيف إذ يسَّر زيادة استخدام التكنولوجيات المنخفضة الكربون وتكنولوجيات الطاقة المتجددة؛ وتنطوي هذه الترتيبات على إمكانات تخفيف أخرى كبيرة. [14.4.2]

TS.4.4 التعاون الدولي

يمثل التخفيف من تغير المناخ مشكلة عامة عالمية تتطلب تعاوناً دولياً، ولكن منذ صدور تقرير التقييم الرابع ظهرت بحوث تؤكد وجهة نظر أكثر تعقيداً ومتعددة الأوجه بشأن السياسة المناخية (ثقة عالية جداً). وتقتضي خاصيتان من خصائص تغير المناخ تعاوناً دولياً هما: أن تغير المناخ مشكلة عامة عالمية، وأنه يتسم بدرجة مرتفعة من عدم التجانس من حيث منشأ انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وفرص التخفيف، والآثار المناخية، والقدرة على التخفيف والتكيف [13.2.1.1]. وقد كانت جهود صانعي السياسات تركز في المقام الأول حتى الآن على التعاون الدولي كمهمة تتركز محورياً حول تنسيق السياسات الوطنية التي تتبع بهدف التخفيف. ولكن التطورات التي حدثت مؤخراً على صعيد السياسات تشير إلى وجود مجموعة أكثر تعقيداً من العلاقات بين صنع السياسة على الأصعدة الوطنية والإقليمية والعالمية، استناداً إلى تعدد الأهداف، والتسليم بالفوائد المصاحبة للسياسات، وبالعقبات التي تحول دون ابتكار التكنولوجيا ونشرها [1.2، 6.6، 15.2]. ومن التحديات الرئيسية تقييم ما إذا كانت الإجراءات السياساتية متسقة مع جهود التخفيف الكلية الفعالة والمنصفة والمتسمة بالكفاءة وما إذا كانت تؤدي إلى جهود التخفيف في مجملها [6.1.2.1، 13.13].

ولقد أصبح التعاون الدولي بشأن تغير المناخ أكثر تنوعاً مؤسسياً خلال العقد المنصرم (ثقة عالية جداً). ومن الممكن أن تيسّر تصورات الإنصاف التعاون بزيادة مشروعية اتفاق [3.10، 13.2.2.4]. وتظل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ محفلاً دولياً رئيسياً للمفاوضات بشأن المناخ ولكن ثمة مؤسسات أخرى ظهرت على نطاقات متعددة، هي: العالمي، والإقليمي، والوطني، والمحلي [13.3.1، 13.4.1.4، 13.5]. وينشأ هذا التنوع المؤسسي جزئياً نتيجة لتزايد إدراج المسائل المتعلقة بتغير المناخ في ساحات أخرى للسياسات (مثلاً، التنمية المستدامة، والتجارة الدولية، وحقوق الإنسان). وتتيح هذه الروابط وغيرها فرصاً، أو فوائد مصاحبة محتملة، أو أضراراً لم تُدرس حتى الآن دراسة متعمقة. ويؤدي الارتباط بين المسائل أيضا إلى إمكانية قيام البلدان بتجريب محافل مختلفة للتعاون ('الاختيار من بين محافل متعددة')، الذي يمكن أن يزيد من تكاليف التفاوض ويصرف النظر عن التعاون الدولي لتحقيق الأهداف المناخية أو يؤدي إلى إضعاف أداء ذلك التعاون. [13.3، 13.4، 13.5] وأخيراً، ظهرت مؤخراً مؤسسات جديدة عابرة للدول ومتصلة بالمناخ ليست متمحورة حول الدول السيادية (مثلاً، الشراكات العامة - الخاصة، ومبادرات حوكمة القطاع الخاص، وبرامج المنظمات غير الحكومية عبر الوطنية، والمبادرات على مستوى المدن) [13.3.1، 13.12]

وتتباين الاتفاقات المناخية الدولية القائمة والمقترحة من حيث درجة مركزية سلطتها. وكما هو مبيّن في الشكل TS.38، يشمل نطاق إضفاء الطابع الرسمي المركزي اتفاقات قوية متعددة الأطراف (من قبيل أهداف بروتوكول كيوتو)، وسياسات وطنية منسقة (من قبيل تعهدات كوبنهاغن/كانكون)، وسياسات وطنية لا مركزية ولكنها منسقة (من قبيل الروابط المقررة للمخططات الوطنية ودون الوطنية للاتجار بالانبعاثات) [13.4.1، 13.4.3]. وثمة أربعة عناصر أخرى من عناصر تصميم الاتفاقات الدولية تتسم بأهمية خاصة وهي: الإلزام القانوني، والأهداف والغايات، والآليات المرنة، والسُبل المنصفة لتقاسم الجهود [13.4.2]. وطرائق التعاون الدولي القائمة والمقترحة يرد تقييم لها في الجدول TS.10 [13.13]

واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ هي حالياً الهيئة الدولية الوحيدة للسياسة المناخية ذات المشروعية الواسعة النطاق، نتيجة جزئياً للانضمام العالمي تقريباً إليها (ثقة عالية). وما زالت الاتفاقية تقوم بتطوير مؤسسات ونُظم لحوكمة تغير المناخ. [13.2.2.4، 13.3.1، 13.4.1.4، 13.5]

ومن الممكن أن تتفاعل حوافز التعاون الدولي مع السياسات الأخرى (ثقة متوسطة). وقد يكون من الصعب التنبؤ بالتفاعلات بين السياسات المقترحة

والقائمة، التي قد تأتي بنتائج عكسية أو تكون غير منطقية أو تكون مفيدة، ولم تُدرس دراسة كافية في الأعمال السابقة [13.2، 13.13، 15.7.4]. ويتبين من مؤلفات لعبة النظريات بشأن اتفاقات تغير المناخ أن الاتفاقات الذاتية الإنفاذ تؤدي إلى المشاركة والامتثال وتبقى عليهما. والإنفاذ الذاتي يمكن أن يكون مستمداً من الفوائد الوطنية الناتجة عن فوائد مناخية مباشرة، وفوائد مصاحبة للتخفيف على أهداف وطنية أخرى، ونقل التكنولوجيا، والتمويل المناخي. [13.3.2]

وتناقص عدم اليقين بشأن تكاليف وفوائد التخفيف يمكن أن يقلل من استعداد الدول لتقديم التزامات في محافل التعاون الدولي (ثقة متوسطة). وفي بعض الحالات، من الممكن أن يؤدي انخفاض عدم اليقين المتعلق بتكاليف التخفيف وفوائده إلى جعل الاتفاقات الدولية أقل فعالية بإيجاد مثبّط لمشاركة الدول [13.3.3، 2.6.4.1]. وثمة بُعد آخر من أبعاد عدم اليقين، وهو البُعد المتعلق بما إذا كانت السياسات التي تنفذها الدول ستحقق في حقيقة الأمر النتائج المنشودة، يمكن أن يقلل من استعداد الدول للموافقة على الالتزامات المتعلقة بتلك النتائج [2.6.3].

ومن الممكن أن يحفز التعاون الدولي على الاستثمار العام والخاص وعلى اعتماد حوافز اقتصادية وأنظمة مباشرة تشجع الابتكار التكنولوجي (ثقة متوسطة). ومن الممكن أن تساعد السياسة التكنولوجية على خفض تكاليف التخفيف، مما يؤدي إلى زيادة الحوافز التي تحفز المشاركة في الجهود التعاونية الدولية والامتثال لتلك الجهود، لا سيما في الأجل الطويل. ومن الممكن أن تتأثر مسائل الإنصاف بالنُظم المحلية لحقوق الملكية الفكرية، التي يمكن أن تغيّر معدّل كل من نقل التكنولوجيا واستحداث تكنولوجيات جديدة. [13.3، 13.9]

وفي غياب اتفاق دولي ملزم بشأن تغير المناخ - أو كتكملة لاتفاق من هذا القبيل - تتيح الروابط السياساتية بين السياسات المناخية الدولية والإقليمية والوطنية ودون الإقليمية القائمة والوليدة فوائد محتملة في مجال التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه (ثقة متوسطة). ويجري السعي إلى إقامة روابط مباشرة وغير مباشرة بين أسواق الكربون دون الوطنية والوطنية والإقليمية لتحسين كفاءة الأسواق. ومن الممكن تحفيز الروابط بين أسواق الكربون بواسطة التنافس بين نُظم الحوكمة العامة والخاصة، وتدابير المُساءَلة، والرغبة في التعلّم من التجارب السياساتية. غير أن تحقيق تكامل السياسات المناخية يثير عدداً من الشواغل بشأن أداء نظام يربط بين قواعد قانونية وأنشطة اقتصادية. [13.3.1، 13.5.3، 13.13.2.3] وتوجد أمثلة بارزة للروابط بين المبادرات المناخية الوطنية والإقليمية (مثلاً، الربط المقرر بين نظام الاتحاد الأوروبي للاتجار بالانبعاثات والمخطط الاسترالي للاتجار بالانبعاثات، والمعاوضات الدولية التي من المقرر أن يعترف بها عدد من الولايات الإدارية)، والمبادرات المناخية الوطنية والإقليمية المتعلقة ببروتوكول كيوتو (مثلاً، يرتبط نظام الاتحاد الأوروبي للاتجار بالانبعاثات بأسواق الكربون الدولية من خلال آليات كيوتو القائمة على المشاريع) [13.6، 13.7، الشكل 13.4، 14.4.2].

والتجارة الدولية يمكن أن تشجع أو تثبّط التعاون الدولي بشأن تغير المناخ (ثقة عالية). وإقامة علاقات بنّاءة بين التجارة الدولية والاتفاقات المناخية ينطوي على النظر في الكيفية التي يمكن بها تعديل السياسات والقواعد التجارية القائمة لتكون أقل إضرارا للمناخ؛ وما إذا كانت تدابير تعديل الحدود أو تدابير تجارية أخرى يمكن أن تكون فعالة في تحقيق أهداف السياسة المناخية الدولية، بما في ذلك المشاركة في الاتفاقات المناخية والامتثال لها؛ أو ما إذا كانت اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية، أو منظمة التجارة العالمية (WTO)، أو خليط من الاثنتين، أو مؤسسة جديدة، هي أفضل محفل لبنية التجارة والمناخ. [13.8]

وقد حقق بروتوكول مونتريال، الذي يرمي إلى حماية طبقة الأوزون الاستراتوسفيري، تخفيضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية (ثقة عالية جداً). فقد فرض بروتوكول مونتريال حدوداً قصوى لانبعاثات الغازات المستنفدة للأوزون التي هي أيضاً غازات احتباس حراري فعالة، من قبيل مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) ومركبات الهيدروكلوروفلوروكربون (HCFCs). وبدائل هذه الغازات المستنفدة للأوزون (من قبيل مركبات الهيدروفلوروكربون (HFCS)، التي لا تستنفد الأوزون) قد تكون غازات احتباس حراري فعالة أيضاً. والدروس المستفادة من بروتوكول مونتريال، مثلاً، بشأن اتفاق بيئي دولي، من الممكن أن تكون مفيدة في تصميم الاتفاقات الدولية المستقبلية بشأن تغير المناخ (انظر TS.10) [13.3.3، 13.3.4، 13.13.1.4].

وكان بروتوكول كيوتو هو أول خطوة ملزمة صوب تنفذ المبادئ والأهداف التي تنص عليها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، ولكن تأثيراته على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية كانت محدودة لأن بعض البلدان لم تصدق على البروتوكول، وبعض الأطراف لم تف بالتزاماتها، ولم تنطبق الالتزامات المنصوص عليها في البروتوكول إلا على جزء من الاقتصاد العالمي (أدلة متوسطة، اتفاق منخفض). وقد تجاوزت الأطراف مجتمعة الهدف الجماعي المتعلق بالانبعاثات في فترة الالتزام الأولى، ولكن البروتوكول سجّل انخفاضات في الانبعاثات كانت ستحدث حتى في حالة غيابه. ولا يؤثر بروتوكول كيوتو تأثيراً مباشراً على الانبعاثات من البلدان غير المدرجة في المرفق الأول، التي زادت بسرعة خلال العقد المنصرم. [5.2، 13.13.1.1]

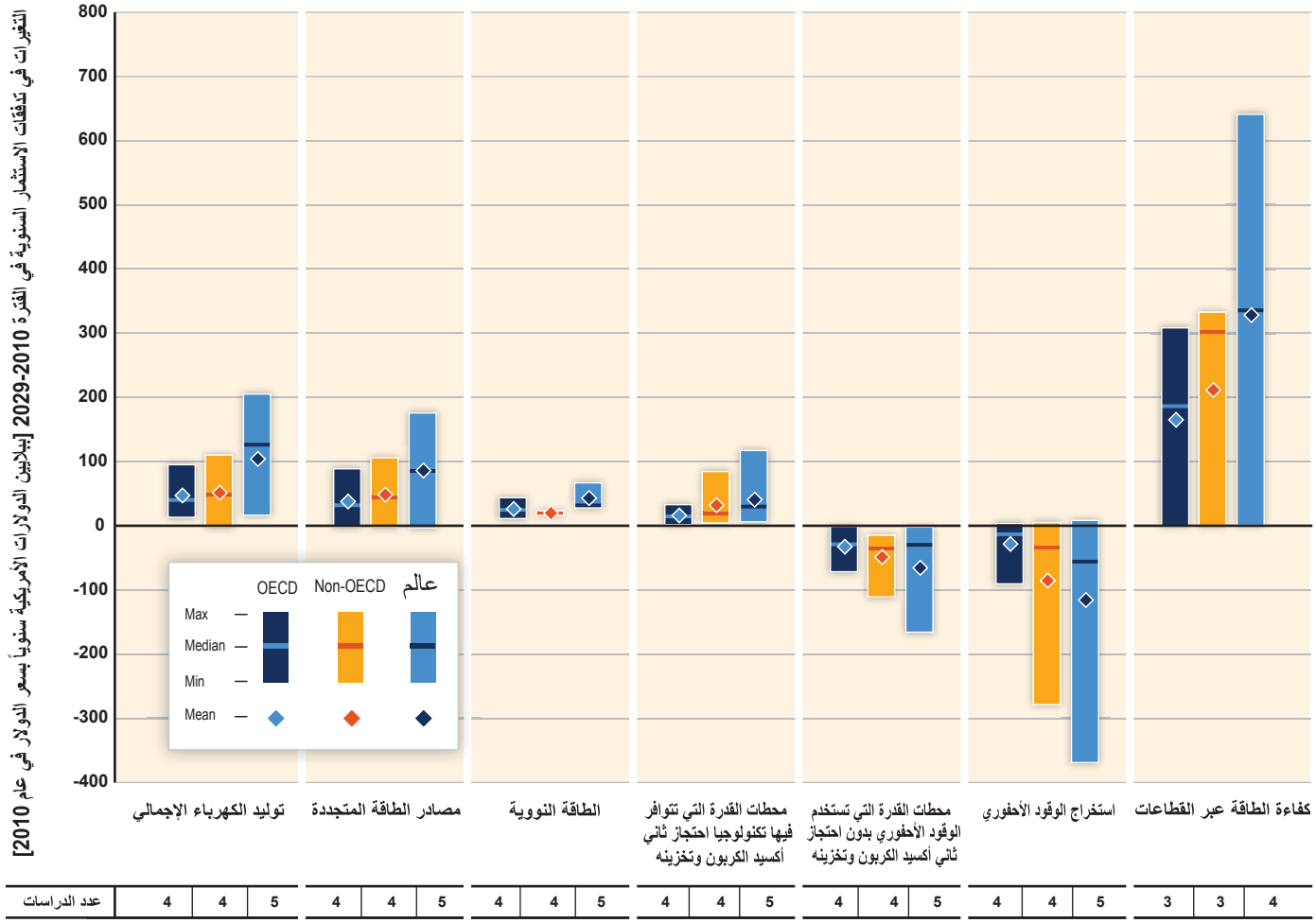
وتنطوي الآليات المرنة في إطار البروتوكول على إمكانية تحقيق توفير في التكاليف، ولكن فعاليتها البيئية أقل وضوحاً (ثقة متوسطة). وقد أوجدت آلية التنمية النظيفة، وهي إحدى آليات البروتوكول المرنة، سوقاً لمعاوضات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من البلدان النامية، وأسفرت عن أرصدة تعادل 1.4 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون تقريباً حتى تشرين الأول/أكتوبر 2013. وقد تباينت الفعالية البيئية للآلية نتيجة للشواغل بشأن الطابع الإضافي المحدود للمشاريع، وصلاحية خطوط الأساس، وإمكانية حدوث تسرّب للانبعاثات، وحدوث انخفاضات مؤخراً في أسعار الأرصدة. وقد كان تأثيرها التوزيعي متبايناً نتيجة لتركز المشاريع في عدد محدود من البلدان. أما آليات البروتوكول المرنة الأخرى، وهي التنفيذ المشترك (JI) والاتجار الدولي بالانبعاثات (IET)، فقد اضطلعت بها حكومات ومشاركون في الأسواق الخاصة، ولكنها أثارت شواغل تتعلق بالمبيعات الحكومية لوحدات الانبعاثات (الجدول TS.10) [13.13.1.2، 14.3.7.1]

وقد سعت المفاوضات التي أجريت مؤخراً في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إلى إدراج مساهمات أكثر طموحاً من البلدان التي توجد عليها التزامات بموجب بروتوكول كيوتو، ومساهمات تخفيفية من مجموعة أوسع نطاقاً من البلدان، وآليات جديدة للتمويل وفي مجال التكنولوجيا. وأضفت البلدان المتقدمة النمو، بموجب اتفاق كانكون في عام 2010، طابعاً رسمياً على تعهدات طوعية بتحقق أهداف إحداث تخفيضات كمية وعلى نطاق الاقتصاد في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وأضفت بعض البلدان النامية طابعاً رسمياً على تعهدات طوعية باتخاذ تدابير للتخفيف. والأثر التوزيعي للاتفاق سيتوقف جزئياً على حجم ومصادر التمويل، وإن كانت المؤلفات العلمية بشأن هذه النقطة محدودة، لأن آليات التمويل تتطور بسرعة أكبر من سرعة تطور التقييمات العلمية المعنية (أدلة محدودة، اتفاق منخفض). وقد اتفق المندوبون، بموجب منهاج ديربان للعمل المعزز، على صياغة نظام قانوني مستقبلي ينطبق على جميع الأطراف [....] بموجب الاتفاقية، ويتضمن ترتيبات جديدة كبيرة للدعم المالي والتكنولوجيا لفائدة البلدان النامية، ولكن المندوبين لم يحددوا سُبُل تحقق تلك الغايات. [13.5.1.1، 13.13.1.3، 16.2.1]

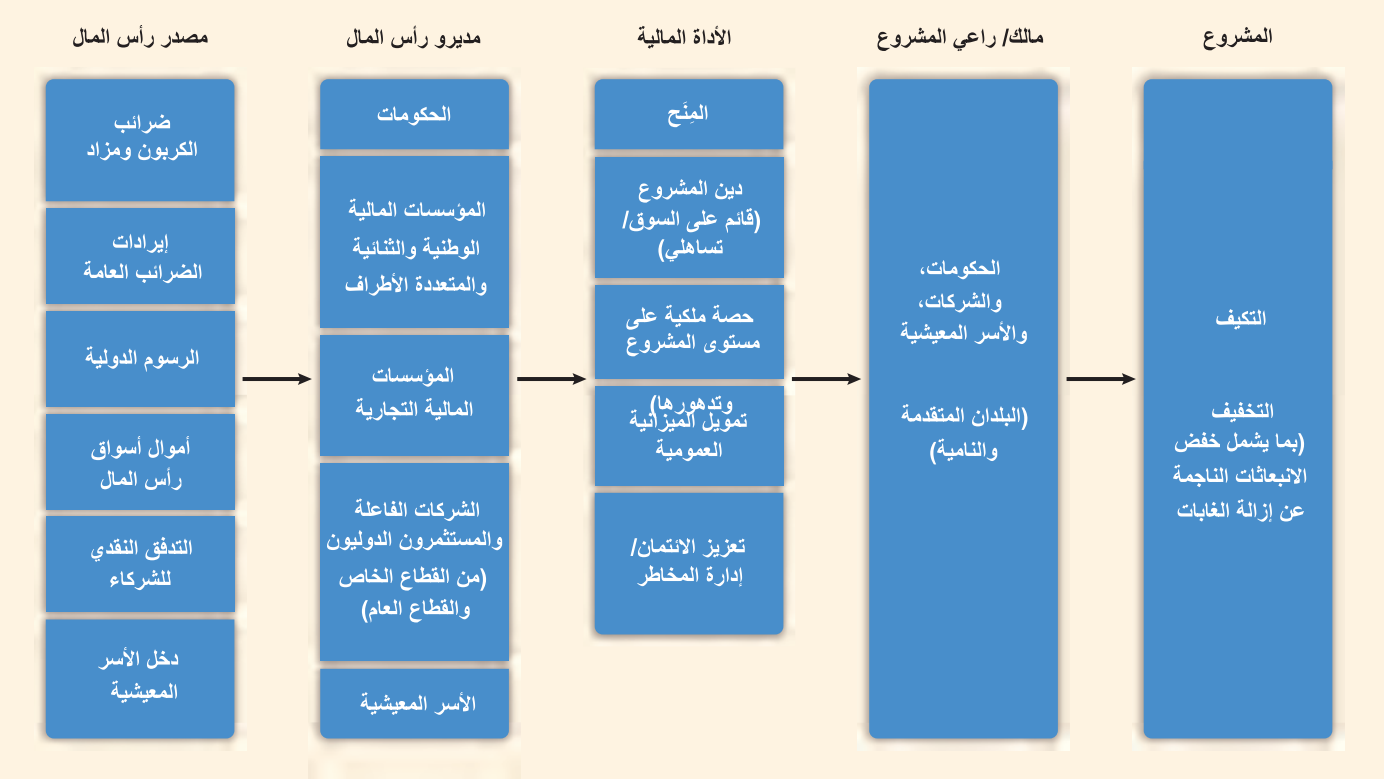
TS

TS.4.5 الاستثمار والتمويل

يعني التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون وجود أنماط جديدة للاستثمار. وقد تناول عدد محدود من الدراسات احتياجات الاستثمار في سيناريوهات تخفيف مختلفة. وتقتصر المعلومات إلى حد كبير على استخدام الطاقة مع استثمار سنوي إجمالي عالمي في قطاع الطاقة يبلغ نحو 1200 بليون دولار أمريكي. وتبين سيناريوهات التخفيف التي تتراوح فيها تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من نحو 430 إلى 530 جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 (بدون تجاوز) حدث تحولات كبيرة في تدفقات الاستثمار السنوية أثناء الفترة 2010-2029 إذا قورنت بسيناريوهات خط الأساس (الشكل TS.39): فسوف ينخفض الاستثمار السنوي في التكنولوجيات القائمة المرتبطة بقطاع الإمداد بالطاقة (محطات القدرة التقليدية التي تعمل بالوقود الأحفوري وعمليات استخراج الوقود الأحفوري، مثلاً) بما قيمته 30 (يتراوح النطاق من 2 إلى 166) بليون دولار أمريكي سنوياً (المعدل المتوسط: 20- في المائة مقارنة بعام 2010) (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). أما الاستثمار في التكنولوجيات المنخفضة الانبعاثات (مصادر الطاقة الجديدة والنووية، ومحطات القدرة التي تتوافر فيها تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه) فسوف تزيد بما قيمته 147 (يتراوح النطاق من 31 إلى 360) بليون دولار أمريكي سنوياً (المعدل المتوسط: + 100 في المائة مقارنة بعام 2010) أثناء الفترة نفسها (أدلة محدودة، اتفاق متوسط) مع حدوث زيادة تبلغ 336 (يتراوح النطاق من 1 إلى 641) بليون دولار أمريكي في الاستثمارات في كفاءة الطاقة في قطاعات المباني والنقل والصناعة (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). ويساهم ارتفاع كفاءة الطاقة والتحول إلى تكنولوجيات منخفضة الانبعاثات في حدوث انخفاض في الطلب على الوقود الأحفوري، مما يتسبب في حدوث انخفاض في الاستثمار وفي استخراج الوقود الأحفوري وتحويله ونقله. وتشير السيناريوهات إلى أن متوسط الانخفاض السنوي في الاستثمار في استخراج الوقود الأحفوري في الفترة 2010-2029 سيبلغ 116 (يتراوح النطاق من 8- إلى 369) بليون دولار أمريكي (أدلة محدودة، اتفاق متوسط). ومن الممكن أن تسفر هذه التداعيات عن آثار سلبية على إيرادات البلدان المصدرة للوقود الأحفوري. وتقلل سيناريوهات التخفيف أيضا من إزالة الغابات مقابل اتجاهات التغير الحالية لإزالة الغابات بنسبة 50 في المائة باستثمار يتراوح من 21 إلى 35 بليون دولار أمريكي سنوياً (ثقة منخفضة). [16.2.2]



الشكل TS.39 | التغير في متوسط تدفقات الاستثمار السنوية في سيناريوهات التخفيف (2010-2029). والتغيرات في الاستثمار محسوبة من عدد محدود من دراسات النماذج ومقارنات النماذج الخاصة بسيناريوهات التخفيف التي تصل فيها التركيزات إلى ما يتراوح من 430 إلى 530. جزءاً في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2100 مقارنة بمتوسط استثمارات خط الأساس المعنية. وتبيّن الأعمدة الرأسية النطاق ما بين التقدير الأدنى والتقدير الأقصى للتغير في الاستثمار؛ أما العمود الأفقي فهو يبين المعدل المتوسط لنتائج النماذج. ولا يعني القرب من هذه القيمة المتوسطة وجود أرجحية أكبر، وذلك بسبب اختلاف درجة تجميع نتائج النماذج، وانخفاض عدد الدراسات المتاحة، واختلاف الافتراضات في الدراسات المختلفة التي بُحثت. وتبين الأعداد الواردة في الصف السفلي العدد الإجمالي للدراسات التي جرى تقييمها. [الشكل 16.3]



الشكل TS.40 | أنواع تدفقات التمويل المناخي. ويشمل 'رأس المال' جميع التدفقات المالية ذات الصلة. ولا يرتبط حجم الأطر بحجم التدفق المالي. [الشكل 16.1]

TS

الإطار TS.14 | لا توجد تعاريف متفق عليها لكل من 'الاستثمار المناخي' و 'التمويل المناخي'

يشمل 'التمويل المناخي الإجمالي' كل التدفقات المالية التي يكون تأثيرها المتوقع هو خفض صافي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري و/أو تعزيز القدرة على التعافي من آثار تقلبية المناخ وتغير المناخ المتوقع. وهذا يشمل الأموال الخاصة والعامة، والتدفقات المحلية والدولية، ونفقات التخفيف والتكيف، والتكيف مع التقلبية الحالية في المناخ ومع تغير المناخ في المستقبل. وهو يغطي القيمة الكاملة للتدفق المالي لا الحصة المرتبطة بالفائدة فيما يتعلق بتغير المناخ. والحصة المرتبطة بالفائدة فيما يتعلق بتغير المناخ هي التكلفة الإضافية. أما 'التمويل المناخي العام المقدم إلى البلدان النامية' فهو التمويل الذي تقدمه حكومات البلدان المتقدمة النمو ومؤسساتها الثنائية وكذلك المؤسسات المتعددة الأطراف من أجل أنشطة التخفيف والتكيف في البلدان النامية. و'التمويل المناخي الخاص المتدفق إلى البلدان النامية' هو التمويل الاستثماري المقدم من جهات فاعلة في/ أو من بلدان متقدمة النمو من أجل أنشطة التخفيف والتكيف في البلدان النامية. والتمويل المناخي ليس محدداً تحديداً جيداً في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وتقدم أطراف المرفق الثاني وتحشد تمويلاً من أجل الأنشطة ذات الصلة بالمناخ في البلدان النامية. أما 'الاستثمار الإضافي' فهو رأس المال الزائد اللازم للاستثمار الأولي من أجل مشروع للتخفيف أو للتكيف مقارنة بمشروع مرجعي. والاستثمار الإضافي من أجل مشاريع التخفيف والتكيف لا يقدّر ولا يُبلغ عنه بصفة منتظمة، ولكن تتوافر تقديرات من النماذج. وتعكس 'التكلفة الإضافية' تكلفة رأس مال الاستثمار الإضافي والتغير في تكاليف تشغيل وصيانة مشروع للتخفيف أو للتكيف مقارنة بمشروع مرجعي. ومن الممكن حسابها باعتبارها الاختلاف في صافي القيمتين الحاليتين للمشروعين. وكثرة من تدابير التخفيف تكاليفها الاستثمارية أعلى وتكاليفها المتعلقة بالتشغيل والصيانة أقل من تكلفة التدابير التي أُزيحت ومن ثم فإن التكلفة الإضافية تكون أقل عادةً من الاستثمار الإضافي. وتتوقف القيم على الاستثمار الإضافي وكذلك على تكاليف التشغيل المتوقعة، بما يشمل أسعار الوقود الأحفوري، وسعر الخصم. أما 'تكلفة سياسة التخفيف على نطاق الاقتصاد الكلي' فهي خفض الاستهلاك الإجمالي أو الناتج المحلي من خلال إعادة تخصيص الاستثمارات وخفض النفقات من خلال سياسة مناخية (انظر الإطار TS.9). وهذه التكاليف لا تشمل فائدة الحد من تغير المناخ البشري المنشأ ومن ثم ينبغي تقييمها على ضوء الفائدة الاقتصادية لتجنب آثار تغير المناخ [16.1].

وتتراوح تقديرات نطاق التمويل المناخي الإجمالي من 343 إلى 385 بليون دولار أمريكي سنويا في الفترة ما بين عامي 2010 و 2011 (ثقة متوسطة). ويستند هذا النطاق إلى بيانات الأعوام 2010 و 2011 و 2012. وقد استمر التمويل المناخي في البلدان المتقدمة النمو والبلدان النامية بالتساوي تقريباً. واستثمر نحو 95 في المائة من المجموع في التخفيف (ثقة متوسطة). وتعكس الأرقام التدفق المالي الكلي للاستثمارات الأساسية، لا الاستثمارات الإضافية، أي الحصة التي تعزى إلى زيادة تكلفة التخفيف/التكيف [انظر الإطار TS.14]. والبيانات الكمية عن التمويل المناخي محدودة بوجه عام، وتتعلق بمفاهيم مختلفة، وغير كاملة [16.2.1.1]

وتبعاً للتعاريف والنُهج، تقدّر تدفقات التمويل المناخي إلى البلدان النامية بما يتراوح من 39 إلى 120 بليون دولار أمريكي سنوياً خلال الفترة 2009 إلى 2012 (ثقة متوسطة). ويشمل هذا النطاق التدفقات العامة والخاصة من أجل التخفيف والتكيف. وقد تراوح التمويل المناخي العام من 35 إلى 49 بليون دولار أمريكي (بسعر الدولار في 2011/2012) (ثقة متوسطة). ومعظم التمويل المناخي العام المقدم للبلدان النامية يتدفق عادة من خلال مؤسسات ثنائية ومتعددة الأطراف كقروض تساهلية ومنح. ووفقاً لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، فإن التمويل المناخي هو التمويل الذي تقدمه إلى البلدان النامية الدول الأطراف في المرفق الثاني. وقد بلغ في المتوسط زهاء 10 بلايين دولار أمريكي سنوياً خلال الفترة من عام 2005 إلى عام 2010 (ثقة متوسطة). وخلال الفترة ما بين عامي 2010 و2012 تجاوز 'تمويل البداية السريعة'، الذي قدمته بعض البلدان المتقدمة النمو 10 بلايين دولار أمريكي سنوياً (ثقة متوسطة). وتتراوح تقديرات التمويل المناخي الخاص الدولي المتدفق إلى البلدان النامية من 10 بلايين إلى 72 بليون دولار أمريكي (بسعر الدولار في الفترة 2009/2010) سنوياً، بما يشمل قيمة الاستثمار الأجنبي المباشر كحصص ملكية وقروض تتراوح قيمتها من 10 بلايين إلى 34 بليون دولار أمريكي (بسعر الدولار في عامي 2010 و 2008) سنوياً خلال الفترة 2008/2010 (ثقة متوسطة). ويقدم الشكل TS.40 لمحة عامة عن التمويل المناخي تبيّن مصادر ومديري أدوات رأس المال، والأدوات المالية، وملاك المشاريع، والمشاريع، [16.2.1.1]

وفي ظل بيئات تمكينية ملائمة، من الممكن أن يؤدي القطاع الخاص، إلى جانب القطاع العام، دوراً مهماً في تمويل التخفيف. ويقدر متوسط مساهمة القطاع الخاص في التمويل المناخي الإجمالي بمبلغ 267 بليون دولار أمريكي (74 في المائة) سنوياً في الفترة من عام 2010 إلى عام 2011 وبمبلغ 224 بليون دولار سنوياً (62 في المائة) سنوياً في الفترة من عام 2011 إلى عام 2012 (أدلة محدودة، اتفاق متوسط) [16.2.1]. وتتوقف حصة كبيرة من استثمارات القطاع الخاص المتاحة في مجموعة من البلدان على توافر قروض منخفضة الفائدة وطويلة الأجل فضلاً عن توافر ضمانات ضد المخاطر تقدمها مؤسسات القطاع العام لتغطية التكاليف والمخاطر الإضافية لاستثمارات تخفيفية كثيرة. ولنوعية البيئة التمكينية في البلد - التي تشمل فعالية مؤسساته وأنظمته ومبادئه التوجيهية بشأن القطاع الخاص، وأمن حقوق الملكية، ومصداقية السياسات، وعوامل أخرى - أثر كبير على ما إذا كانت الشركات الخاصة تستثمر في تكنولوجيات وهياكل أساسية جديدة [16.3]. وبحلول نهاية عام 2012، أنتجت البلدان العشرون المتقدمة النمو والنامية التي تصدر عنها أكبر الانبعاثات وذات مستويات المخاطر القطرية الأقل لاستثمارات القطاع الخاص، 70 في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة (ثقة منخفضة). وهذا يجعلها جذابة لاستثمار القطاع الخاص الدولي في التكنولوجيات المنخفضة الكربون. وفي كثير من البلدان الأخرى، بما في ذلك معظم أقل البلدان نمواً، كثيراً ما يكون لزاماً على الاستثمار المنخفض الكربون أن يعتمد بصفة رئيسية على مصادر محلية للتمويل العام الدولي [16.4.2]

وتتمثل إحدى العقبات الرئيسية التي تحول دون نشر التكنولوجيات المنخفضة الكربون في انخفاض نسبة عائد الاستثمار المعدّل لمراعاة المخاطر مقابل البدائل المرتفعة الكربون (ثقة عالية). ومن الممكن أن تعالج السياسات العامة وأدوات الدعم العامة ذلك إما بتغيير متوسطات عائد خيارات استثمارية مختلفة، أو من خلال إنشاء آليات للإقلال من المخاطر التي يواجهها المستثمرون في القطاع الخاص [15.12، 16.3]. وبإمكان آليات تسعير الكربون (ضرائب الكربون، ونُظم الحد الأعلى والاتجار)، وكذلك علاوات الطاقة المتجددة، وتعريفات الإمداد بالطاقة (FITs)، ومعايير حافظة مصادر الطاقة المتجددة (RRSs)، ومنح الاستثمار، والقروض الميسرة، والتأمين الائتماني أن تدفع العلاقات بين المخاطر والعائد صوب الاتجاه المطلوب [16.4]. وفيما يتعلق ببعض الأدوات، قد يفضي وجود درجة كبيرة من عدم اليقين بشأن مستوياتها في المستقبل (مثلاً، حجم ضريبة الكربون في المستقبل بالنسبة إلى الفروق في تكاليف الاستثمار والتشغيل) إلى الحد من فعالية و/أو كفاءة الأداة. والأدوات التي تؤدي إلى وجود حافز ثابت أو فوري للاستثمار في التكنولوجيات المنخفضة الكربون، من قبيل منح الاستثمار، أو القروض الميسرة، أو تعريفات الإمداد بالطاقة (FITs)، لا يبدو أنها تعاني من هذا المشكلة. [2.6.5]

المرفق

المرفق

مسرد المصطلحات والأسماء المختصرة والرموز الكيميائية

محررو مسرد المصطلحات:

Julian M. Allwood (المملكة المتحدة)، Valentina Bosetti (إيطاليا)، Navroz K. Dubash (الهند)، Luis Gómez-Echeverri (النمسا / كولومبيا)، Christoph von Stechow (ألمانيا)

المساهمون في مسرد المصطلحات:

Marcio D'Agosto (البرازيل)، Giovanno Baiocchi (المملكة المتحدة / إيطاليا)، John Barrett (المملكة المتحدة)، John Broome (المملكة المتحدة)، Steffen Brunner (ألمانيا)، Micheline Cariño Olvera (المكسيك)، Harry Clark (نيوزيلندا)، Leon Clarke (الولايات المتحدة الأمريكية)، Heleen C. de Coninck (هولندا)، Esteve Corbera (إسبانيا)، Felix Creutzig (ألمانيا)، Gian Carlo Delgado (المكسيك)، Manfred Fischedick (ألمانيا)، Marc Fleurbaey (فرنسا / الولايات المتحدة الأمريكية)، Don Fullerton (الولايات المتحدة الأمريكية)، Richard Harper (استراليا)، Edgar Hertwich (النمسا / النرويج)، Damon Honnery (استراليا)، Michael Jakob (ألمانيا)، Charles Kolstad (الولايات المتحدة الأمريكية)، Elmar Kriegler (ألمانيا)، Howard Kunreuther (الولايات المتحدة الأمريكية)، Andreas Löschel (ألمانيا)، Oswaldo Lucon (البرازيل)، Axel Michaelowa (ألمانيا / سويسرا)، Jan C. Minx (ألمانيا)، Luis Mundaca (شيلي / السويد)، Jin Murakami (اليابان / الصين)، Jos G.J. Olivier (هولندا)، Michael Rauscher (ألمانيا)، Keywan Riahi (النمسا)، H.-Holger Rogner (ألمانيا)، Steffen Schlömer (ألمانيا)، Ralph Sims (نيوزيلندا)، Pete Smith (المملكة المتحدة)، David I. Stern (استراليا)، Neil Strachan (المملكة المتحدة)، Kevin Urama (نيجيريا/ المملكة المتحدة / كينيا)، Diana Ürge-Vorsatz (هنغاريا)، David G. Victor (الولايات المتحدة الأمريكية)، Elke Weber (الولايات المتحدة الأمريكية)، Jonathan Wiener (الولايات المتحدة الأمريكية)، Mitsutsune Yamaguchi (اليابان)، Azni Zain Ahmed (ماليزيا)

ينبغي الاستشهاد بهذا المرفق على النحو التالي:

Allwood J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri, and C. von Stechow, 2014: مسرد المصطلحات، في: تغيّر المناخ 2014: التخفيف من تغيّر المناخ. مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, eds) P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx)]. مطبعة جامعة كيمبريدج، كيمبريدج، المملكة المتحدة، ونيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.

المحتويات

مسرد المصطلحات 113

الأسماء المختصرة والرموز الكيميائية 139

المراجع 142

مسرد المصطلحات

يعرِّف هذا المسرد بعض المصطلحات المحددة بالطريقة التي يريد المؤلفون الرئيسيون أن تُفهم بها في سياق هذا التقرير. و**المصطلحات** المعروضة (المبيّنة بخط داكن) منتقاة بحسب أفضلية المواضيع؛ وقد يضم تعريف رئيسي **مصطلحات فرعية**، بأحرف داكنة ومائلة، مثلاً *Primary Energy* معرّفة ضمن تعريف مصطلح Energy. أما الكلمات المكتوبة باللون الأزرق وبأحرف مائلة فهي تشير إلى أن المصطلح معرّف في المسرد.

Abrupt climate change
تغيُّر المناخ المفاجئ

تغيُّر كبير النطاق في نظام المناخ يحدث على مدى بضعة عقود أو أقل، ويستمر (أو من المتوقع أن يستمر) بضعة عقود على الأقل، وتنجم عنه اضطرابات كبيرة في النُظم البشرية والطبيعية. انظر أيضا *Climate threshold*.

Adaptability
القابلية للتكيّف

انظر *Adaptive capacity*.

Adaptation
التكيّف

عملية التكيّف مع المناخ الفعلي أو المتوقع وآثاره. وفي النظم البشرية، يسعى التكيف إلى التخفيف من الضرر أو تجنّبه أو استغلال الفرص المفيدة. أما في بعض النظم الطبيعية، فقد ييسر التدخل البشري التكيف مع المناخ المتوقع وآثاره.

Adaptation Fund
صندوق التكيّف

صندوق أُنشئ في إطار بروتوكول كيوتو عام 2001 وبدأ عمله رسميا عام 2007. ويموّل الصندوق مشاريع وبرامج التكيف في البلدان النامية الأطراف في بروتوكول كيوتو. ويتأتى التمويل بصفة رئيسة من مبيعات انتمانات خفض الانبعاثات المعتمد (CERs) وحصة من الحصائل تبلغ 2% من قيمة تلك الائتمانات التي تصدر كل سنة للمشاريع التي تُنفذ في إطار آلية التنمية النظيفة (CDM). ويمكن أيضاً أن يتلقى صندوق التكيف أموالاً من الحكومة، والقطاع الخاص، والأفراد.

Adaptive capacity
القدرة على التكيّف

قدرة النُظم والمؤسسات والبشر والكائنات الحية الأخرى على التكيف مع ضرر محتمل، أو الاستفادة من الفرص، أو الاستجابة للعواقب.

Additionality
الإضافية

تكون مشاريع التخفيف (مثلا، في إطار آليات كيوتو)، أو سياسات التخفيف، أو التمويل المناخي إضافية إذا تجاوزت مستوى سير الأمور كالمعتاد، أو خط الأساس. والإضافية مطلوبة لضمان التكامل البيئي لآليات المعاوضة القائمة على المشاريع، ولكن من الصعب تحديدها عمليا بسبب ما يتسم به خط الأساس من طابع مخالف للحقيقة.

Adverse side-effect
الأثر الجانبي المناوئ

ما قد يترتب على سياسة ترمي، أو تدبير يرمي، إلى تحقيق أحد الأهداف من آثار سلبية على أهداف أخرى، بدون أن يكون قد تم تقييم الأثر الصافي على الرفاه الاجتماعي العام. وكثيرا ما تخضع الآثار الجانبية المناوئة لعدم اليقين وتتوقف على جملة أمور من بينها الظروف المحلية وممارسات التنفيذ. انظر أيضا *Co-benefits*، و *Risk*، و *Risk trade-off*.

Aerosol
الهباء الجوي

مجموعة معلّقة من الجزيئات الصلبة أو السائلة المحمولة جوا يتراوح حجمها عادةً من بضعة نانومترات إلى 10 ميكرونات (جزء من مليون من المتر) تبقى في الغلاف الجوي عدة ساعات على الأقل. ولأغراض التيسير، كثيراً ما يُستخدم مصطلح الهباء الجوي، الذي يشمل كلاً من الجزيئات والغاز المعلّق، في هذا التقرير بصيغة الجمع ليعني جزيئات الهباء الجوي. والأهباء الجوية إما ذات مصدر طبيعي وإما بشرية المنشأ. وقد تؤثر الأهباء الجوية على المناخ بطرق عديدة: مباشرةً من خلال تشتيت الإشعاع وامتصاصه، أو بطريقة غير مباشرة بالعمل كنوى لتكثيف السُحب أو كنوى للجليد، بحيث تعدّل الخصائص البصرية للسُحب وعمرها. وتتبع الأهباء الجوية الموجودة في الغلاف الجوي، سواء كانت طبيعية أو بشرية المنشأ، من مسارين مختلفين: انبعاثات الجسيمات الأولية (PM)، وتكوين جسيمات ثانوية (PM) من سلائف غازية. ومعظم الأهباء الجوية ذات مصدر طبيعي. ويستخدم بعض العلماء عناوين جماعية تشير إلى التكوين الكيميائي، هي: الملح البحري، والكربون العضوي، والكربون الأسود (BC)، والأنواع المعدنية (التراب الصحراوي بصفة رئيسية)، والسلفات، والنترات، والأمونيوم. ولكن هذه العناوين قاصرة لأن الأهباء الجوية تجمع ما بين الجزيئات لتكوّن خلائط مركّبة. انظر أيضا *(Short-livedclimatepollutants SLCPs)*.

Afforestation
زرع الغابات

زرع غابات جديدة على الأراضي التي لم تكن تضم غابات فيما مضى. ويمكن تنفيذ مشاريع لزرع الغابات في إطار عدد من المخططات من بينها، في جملة أمور، التنفيذ المشترك (JI) وآلية التنمية النظيفة (CDM) في إطار بروتوكول كيوتو اللذين تنطبق بشأنهما معايير معينة (مثلا تقديم برهان على أن الأرض لم يكن يجري تحريجها لمدة 50 عاماً على الأقل أو تحويلها إلى استخدامات بديلة قبل 31 كانون الأول/ديسمبر 1989).

وللاطلاع على مناقشة لمصطلح غابة والمصطلحات ذات الصلة به مثل زرع الغابات وإعادة زرع الغابات وإزالة الغابات، انظر التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ عن استخدام الأراضي وتغيّر استخدام الأراضي والحراجة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، 2000). وانظر أيضا: تقرير عن الخيارات من تعاريف ومنهجيات في جرد الانبعاثات الناجمة عن تدهور الغابات وإزالة أنواع أخرى من الغطاء النباتي نتيجة النشاط البشري المباشر (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، 2003).

Agreement
اتفاق

في هذا التقرير تعني درجة الاتفاق مستوى التوافق في المؤلفات الصادرة بشأن نتيجة معينة حسب تقدير المؤلفين. انظر أيضا *Evidence*، و *Confidence*، و *Likelihood*، و *Uncertainty*.

Agricultural emissions
الانبعاثات الزراعية

انظر *Emissions*.

Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)
الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي

تؤدي الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي دورا مركزيا بالنسبة للأمن الغذائي والتنمية المستدامة (SD). وتنطوي خيارات التكيف الرئيسية في إطار الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي على واحدة أو أكثر من ثلاث استراتيجيات هي: منع الانبعاثات في الغلاف الجوي بالحفاظ على مجمعات الكربون الحالية الموجودة في التربة أو الغطاء النباتي أو خفض انبعاثات الميثان (CH_4) وأكسيد

النيتروز (N_2O)؛ والتنحية - زيادة حجم مجمعات الكربون الموجودة، واستخراج ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي بذلك؛ والإحلال - إحلال منتجات أحيائية محل الوقود الأحفوري أو المنتجات الكثيفة الاستعمال للطاقة وهو ما يؤدي إلى الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2). وقد تؤدي دورا أيضاً التدابير المتعلقة بجانب الطلب (مثلا بالحد من فواقد الغذاء وإهداره، أو إدخال تغييرات في الغذاء البشري، أو إدخال تغييرات في استهلاك الأخشاب). و FOLU (الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي) - التي يشار إليها أيضاً بالاسم المختصر *LULUCF* (استخدام الأراضي، والتغيّر في استخدام الأراضي والحراجة) - هي المجموعة الفرعية من انبعاثات الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي وعمليات إزالة غازات الدفيئة (GHGs) التي تنتج عما يحدث بفعل الإنسان من استخدام للأراضي، وتغيّر في استخدام الأراضي، وأنشطة حراجية باستثناء الانبعاثات الزراعية.

Albedo
البياض (الألبيدو)

الجزء من الإشعاع الشمسي الذي يعكسه سطح أو جسم، ويُعبَّر عنه عادةً بنسبة مئوية. وللأسطح المغطاة بالثلج بياض شديد، ويتراوح بياض التربة من الشديد إلى المنخفض، أما الأسطح المغطاة بالنباتات والمحيطات فلها بياض منخفض. ويتباين بياض كوكب الأرض أساساً نتيجة لتباين الغيوم والثلوج والجليد ومنطقة الغطاء النباتي والتغيرات في الغطاء الأرضي.

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

تحالف الدول الجزرية الصغيرة (AOSIS) هو ائتلاف من الجزر الصغيرة والبلدان الساحلية المنخفضة يضم 44 من الدول والمراقبين الذين يتشاركون وينشطون في مناقشات ومفاوضات عالمية بشأن البيئة، لا سيما المناقشات والمفاوضات المتعلقة بهشاشة تلك الجزر والبلدان في مواجهة الآثار المناوئة لتغير المناخ. ويعمل هذا التحالف، الذي أنشئ عام 1990، كمجموعة ضغط مخصصة وكصوت تفاوضي باسم الدول الجزرية الصغيرة النامية (SIDS) في إطار الأمم المتحدة، بما في ذلك المفاوضات بشأن تغيّر المناخ التي تجري في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (UNFCCC).

Ancillary benefits
المنافع الإضافية

انظر *Co-benefits*.

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

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الأول باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC). وبموجب المادتين 4.2 (أ) و 4.2 (ب) من الاتفاقية، التزمت الأطراف المدرجة في المرفق الأول باعتماد سياسات وتدابير وطنية بهدف غير ملزم قانونا هو إعادة انبعاثات غازات الدفيئة لديها إلى مستويات عام 1990 بحلول عام 2000. والمجموعة مماثلة إلى حد كبير لمجموعة الأطراف المدرجة في المرفق باء ببروتوكول كيوتو التي اعتمدت أيضا أهدافاً بشأن تخفيض الانبعاثات للفترة 2008-2012. وخلافاً لذلك، يُشار إلى البلدان الأخرى بأنها الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول.

Annex II Parties/countries
الأطراف/ البلدان المدرجة في المرفق الثاني

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ(UNFCCC) . وبموجب المادة 4 من الاتفاقية، على هذه البلدان التزام خاص بتوفير موارد مالية لتغطية التكاليف الإضافية الكاملة المتفق عليها لتنفيذ التدابير المذكورة في الفقرة 1 من المادة 12. وهي ملزمة أيضا بتوفير موارد مالية، بما في ذلك من أجل نقل التكنولوجيا، لتغطية التكاليف الإضافية المتفق عليها لتنفيذ التدابير التي تشملها الفقرة 1 من المادة 12 والمتفق عليها بين الأطراف من البلدان النامية والكيانات الدولية المشار إليها في المادة 11 من الاتفاقية. وستساعد هذه المجموعة من البلدان أيضا البلدان المعرّضة بوجه خاص للآثار المناوئة لتغير المناخ.

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

المجموعة الفرعية من الأطراف المدرجة في المرفق الأول التي قبلت أهداف تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) للفترة 2008-2012 بموجب المادة 3 من بروتوكول كيوتو، وخلافا لذلك، يُشار إلى البلدان الأخرى بأنها الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول.

Anthropogenic emissions
الانبعاثات البشرية المنشأ

انظر *Emissions*.

Assigned Amount (AA)
الكمية المخصصة

وفقا لبروتوكول كيوتو، الكمية المخصصة هي مجموع كميات انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) التي وافق أي بلد مدرج في المرفق باء على عدم تجاوزها خلال فترة الالتزام الأولى البالغة خمس سنوات (2008-2012). وتُحسب الكمية المخصصة لبلد ما على أنها مجموع انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) في البلد في عام 1990 مضروباً في خمسة (لفترة الالتزام البالغة خمس سنوات) وبالنسبة المئوية التي وافق عليها البلد على النحو المدرج في المرفق باء ببروتوكول كيوتو (مثلاً 92% للاتحاد الأوروبي). انظر أيضا *Assigned Amount Unit (AAU)*.

Assigned Amount Unit (AAU)
وحدة الكمية المخصصة

تساوي وحدة الكمية المخصصة طناً واحداً (طناً متريا) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ المحسوبة باستخدام إمكانية الاحترار العالمي (GWP). انظر أيضا *Assigned Amount (AA)*.

Atmosphere
الغلاف الجوي

غلاف من الغازات يحيط بالكرة الأرضية، وينقسم إلى خمس طبقات - التروبوسفير الذي يحتوي على نصف الغلاف الجوي لكوكب الأرض، والستراتوسفير، والطبقة الجوية الوسطى، والطبقة الجوية الحرارية، والطبقة الخارجية المتطرفة، وهي الحد الخارجي للغلاف الجوي. ويتألف الغلاف الجوي الجاف بصورة كلية تقريباً من النيتروجين (نسبة الخلط الحجمية 78.1 في المائة) والأكسجين (نسبة الخلط الحجمية 20.9 في المائة)، إلى جانب عدد من الغازات النزرة، مثل الأرغون (نسبة الخلط الحجمية 0.93 في المائة)، والهليوم، وغازات الدفيئة (GHGs) الفاعلة إشعاعياً مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) (نسبة الخلط الحجمية 0.035 في المائة) والأوزون (O_3). وإضافة إلى ذلك، يحتوي الغلاف الجوي على بخار الماء (H_2O) في غازات الدفيئة (GHG)، الذي يتباين مقداره كثيراً بين غاز وآخر ولكنه يقارب عادةً نسبة خلط حجمي تبلغ 1 في المائة. ويحتوي الغلاف الجوي أيضا على غيوم وأهباء جوية.

Backstop technology
التكنولوجيا الداعمة

غالباً ما تستخدم النماذج التي تقدّر التخفيف تكنولوجيا خالية اعتباطياً من الكربون (غالباً لتوليد الطاقة) قد تصبح متوفرة في المستقبل بإمدادات غير محدودة عبر أُفق النموذج. وهذا يتيح لواضعي النماذج استكشاف تداعيات وأهمية حل تكنولوجي عام بدون أن تتورط في اختيار التكنولوجيا الفعلية. وقد تكون هذه التكنولوجيا 'الداعمة' تكنولوجيا نووية، أو تكنولوجيا أحفورية ذات قدرة على احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون (CCS)، أو الطاقة الشمسية، أو نوع لم نتخيله بعد. ويُفترض عادةً أن التكنولوجيا الداعمة غير موجودة بعد، أو هي موجودة ولكن فقط بتكاليف أعلى بالنسبة إلى البدائل التقليدية.

Banking (of Assigned Amount Units)
إيداع (وحدات الكمية المخصصة)

أي نقل لوحدات الكمية المخصصة (AAUs) من فترة حالية إلى فترة التزام مستقبلية. ووفقاً لبروتوكول كيوتو [المادة 3 (13)]، يجوز للأطراف المدرجة في المرفق الأول باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) أن تحفظ الفوائض من وحدات الكمية المخصصة المتبقية من فترة الالتزام الأولى للامتثال للحد الأقصى الخاص بكل منها في فترات الالتزام اللاحقة (بعد عام 2012).

Baseline/reference
خط الأساس/ المرجع

الحالة التي يُقاس التغيير على أساسها. وفي سياق مسارات التحول، يشير مصطلح 'سيناريوهات خط الأساس' إلى السيناريوهات التي تقوم على أساس افتراض عدم تنفيذ سياسات أو تدابير للتخفيف تتجاوز تلك السارية بالفعل و/أو التي تقررت تشريعيا أو من المخطط اعتمادها. ولا يُقصد بسيناريوهات خط الأساس أن تكون تنبؤات بالمستقبل، بل هي بالأحرى عمليات بناء مخالفة للحقيقة يمكن أن تساعد على إبراز مستوى الانبعاثات التي ستحدث بدون بذل جهد إضافي على صعيد السياسات. وسيناريوهات خط الأساس تُقارَن عادةً بعد ذلك بسيناريوهات التخفيف التي يجري بناؤها لتحقيق أهداف مختلفة بشأن انبعاثات غازات الدفيئة، أو التركيزات في الغلاف الجوي، أو التغير في درجة الحرارة. ومصطلح 'سيناريو خط الأساس' يُستخدم كبديل لمصطلح 'السيناريو المرجعي' ولمصطلح 'سيناريو عدم وجود سياسة'. وفي كثير من المؤلفات يكون المصطلح مرادفا أيضا لمصطلح 'سيناريو سير الأمور كالمعتاد'، وإن كان مصطلح 'سيناريو سير الأمور كالمعتاد' لم يعد يفضَّل استخدامه لأن فكرة 'سير الأمور كالمعتاد' في الإسقاطات الاجتماعية والاقتصادية على مدى قرن هي فكرة من الصعب تخيّلها. انظر أيضا *Climate scenario*، و *Emission scenario*، و *Representative concentration pathways (RCPs)*، و *Shared socio-economic pathways*، و *Socio-economic scenarios*، و *SRES scenarios*، و *Stabilization*.

Behaviour
السلوك

في هذا التقرير، يشير السلوك إلى القرارات والإجراءات البشرية (والتصورات والأحكام التي تستند إليها) التي تؤثر بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة على التخفيف أو على آثار التأثيرات المحتملة لتغير المناخ (التكيّف). وتتسم القرارات والإجراءات البشرية بالأهمية على مستويات مختلفة، بدءاً من الجهات الفاعلة على كل من الصعيد الدولي والوطني ودون الوطني، ومروراً بالمنظمة غير الحكومية، أو القبيلة، أو صانعي القرارات على مستوى الشركات، وانتهاء بالمجتمعات المحلية، والأسر المعيشية، وفرادى المواطنين والمستهلكين. انظر أيضا *Behaviour change* و *Drivers of behaviour*.

Behavioural change
تغيّر السلوك

في هذا التقرير يشير تغيُّر السلوك إلى تغيير القرارات والإجراءات البشرية بطرق تخفّف من تغير المناخ و/أو تحد من العواقب السلبية لتأثيرات تغير المناخ. انظر أيضا *Drivers of behaviour*.

Biochar
الفحم الأحيائي

يمكن أن يكون تثبيت الكتلة الأحيائية بديلاً أو تحسيناً للطاقة الأحيائية في استراتيجية تخفيف برية. وتسخين الكتلة الأحيائية باستبعاد الهواء يُنتج منتجاً مشتركاً مستقراً غنياً بالكربون (الفحم النباتي). وعندما يضاف الفحم النباتي إلى التربة فإنه يخلق نظاماً ذا إمكانية خفض أكبر من الطاقة الأحيائية المعتادة. وتزيد الفائدة النسبية لنُظم الفحم الأحيائي إذا أُخذت في الحسبان التغيرات التي تحدث في غلة المحاصيل وانبعاثات الميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) من التربة.

Biochemical oxygen demand (BOD)
الحاجة الكيميائية الأحيائية (البيوكيميائية) للأكسجين

كمية الأكسجين المذاب الذي تستهلكه الكائنات المجهرية الحية (البكتيريا) في الأكسدة البيولوجية الكيميائية للمواد العضوية وغير العضوية الموجودة في المياه العادمة. انظر أيضاً *Chemical oxygen demand (COD)*.

Biodiversity
التنوع الأحيائي

التنوع بين الكائنات الحية من النُظم الإيكولوجية الأرضية والبحرية والأخرى. ويشمل التنوع الأحيائي التنوع على المستوى الوراثي وعلى مستوى الأنواع وعلى مستوى النظم الإيكولوجية.

Bioenergy
الطاقة الأحيائية

الطاقة المستمدة من أي شكل من أشكال الكتلة الأحيائية مثل الكائنات التي كانت حية مؤخراً أو منتجاتها الثانوية الأيضية.

Bioenergy and Carbon Dioxide Capture and Storage (BECCS)
الطاقة الأحيائية واحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه

تطبيق تكنولوجيا احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS) على عمليات تحويل الطاقة الأحيائية. وتبعاً لمجموع الانبعاثات على امتداد دورة العُمر، بما في ذلك مجموع الآثار التبعية الهامشية (من التغيير غير المباشر لاستخدام الأراضي (iLUC) وعمليات أخرى)، تنطوي الطاقة الأحيائية واحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه على إمكانية الإزالة الصافية لثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الغلاف الجوي. انظر أيضا *Sequestration*.

Bioethanol
الإيثانول الأحيائي

الإيثانول الذي يُنتج من الكتلة الأحيائية (مثلاً قصب السكر أو الذرة). انظر أيضا *Biofuel*.

Biofuel
الوقود الأحيائي

وقود، في شكل سائل عموماً، ينتج من مادة عضوية أو زيوت قابلة للاحتراق تنتجها نباتات حية أو كانت حية مؤخراً. وتشمل أمثلة الوقود الأحيائي الكحول (الإيثانول الأحيائي)، والسائل الأسود من عملية تصنيع الورق، وزيت فول الصويا.

First-generation manufactured biofuel
الوقود الأحيائي المصنّع من الجيل الأول

يُستمد الوقود الأحيائي المصنّع من الجيل الأول من الحبوب والبذور الزيتية والدهون الحيوانية ونفايات الزيوت النباتية بفضل تكنولوجيات التحويل المتقدمة.

Second-generation biofuel
الوقود الأحيائي من الجيل الثاني

يستخدم الوقود الأحيائي من الجيل الثاني عمليات تحويل كيميائية بيولوجية وكيميائية حرارية غير تقليدية ومواد مستمدة في معظمها من الأجزاء الليغنينية السليولوزية مثلاً من المخلفات الزراعية والحرجية، والنفايات الصلبة من المدن، إلخ.

Third-generation biofuel
الوقود الأحيائي من الجيل الثالث

من المنتظر أن يُشتق الوقود الأحيائي من الجيل الثالث من مواد مثل الطحالب ومحاصيل الطاقة بفضل عمليات متقدمة لا تزال قيد التطوير.

ويسمى أيضاً الوقود الأحيائي من الجيلين الثاني والثالث هذا الذي يُنتج من خلال عمليات جديدة الوقود الأحيائي من الجيل المقبل، أو الوقود الأحيائي المتقدم، أو تكنولوجيات الوقود الأحيائي المتقدمة.

Biomass
الكتلة الأحيائية

مجموع كتلة الكائنات الحية الموجودة ضمن مساحة معينة أو حجم معيّن؛ ويمكن إدراج مادة النباتات الميّتة ككتلة أحيائية ميتة. وفي سياق هذا التقرير، تشمل الكتلة الأحيائية المنتجات والمنتجات الثانوية والنفايات ذات الأصل الأحيائي (نباتات أو حيوانات)، باستثناء المواد الموجودة في التكوينات الجيولوجية والتي تحولت إلى وقود أحفوري أو خث.

Traditional biomass
الكتلة الأحيائية التقليدية

تشير الكتلة الأحيائية التقليدية إلى الكتلة الأحيائية - خشب الوقود، والفحم النباتي، والنفايات الزراعية، وروث الحيوانات- التي تُستخدم مع ما يسمى التكنولوجيات التقليدية من قبيل النار المكشوفة للطهي، والأفران البدائية، وأفران الصناعات الصغيرة. والكتلة الأحيائية التقليدية تُستخدم على نطاق واسع في البلدان النامية، حيث يستخدم 2,6 مليار شخص النار المكشوفة في الطهي، ويستخدم تلك النار أيضا مئات الآلاف من الصناعات الصغيرة. ويفضي استخدام هذه التكنولوجيات البسيطة إلى مستويات تلوث مرتفعة، ويفضي في ظل ظروف محددة إلى تدهور الغابات وإلى إزالة الغابات. وثمة مبادرات ناجحة كثيرة في مختلف أنحاء العالم ترمي إلى حرق الكتلة الأحيائية التقليدية بقدر أكبر من الكفاءة والنظافة باستخدام مواقد طهي وأفران أكثر كفاءة. والاستخدام الأخير للكتلة الأحيائية التقليدية هو استخدام مستدام ويحقق فوائد صحية واقتصادية كبيرة للسكان المحليين في البلدان النامية، لا سيما في المناطق الريفية والمحيطة بالمدن.

Modern biomass
الكتلة الأحيائية العصرية

كل الكتلة الأحيائية التي تُستخدم في نظم التحويل العالية الكفاءة.

Biomass burning
حرق الكتلة الأحيائية

حرق الكتلة الأحيائية هو حرق نباتات حيّة وميّتة.

Biosphere (terrestrial and marine)
الغلاف الأحيائي (الأرضي والبحري)

الجزء من نظام الأرض الذي يضم جميع النظم الإيكولوجية والكائنات الحية، في الغلاف الجوي، أو على الأرض (الغلاف الأحيائي الأرضي)، أو في المحيطات (الغلاف الأحيائي البحري)، بما في ذلك المادة العضوية الميتة المشتقة، مثل القمامة، والمادة العضوية الموجودة في التربة، وحتات المحيطات.

Black carbon (BC)
الكربون الأسود

نوع من الأهباء الجوية محدد للأغراض العملية على أساس قياس امتصاص الضوء ورد الفعل الكيميائي و/أو الاستقرار الحراري. وهو يسمى أحياناً السناج. ويتشكل الكربون الأسود (BC) في معظم الحالات بالحرق غير الكامل للوقود الأحفوري، والوقود الأحيائي، والكتلة الأحيائية ولكنه يحدث بشكل طبيعي أيضاً. وهو يبقى في الغلاف الجوي لمدة أيام أو أسابيع فقط. وهو أقوى مكوِّن ماص للضوء من مكونات الجسيمات (PM) وله أثر احتراري بامتصاص الحرارة في الغلاف الجوي والحد من الألبيدو عند ترسّبه على الثلج أو الجليد.

Burden sharing
تقاسم العبء (الذي يشار إليه أيضا بأنه تقاسم الجهد (Effort sharing)

في سياق التخفيف، يشير تقاسم العبء إلى تقاسم جهد الحد من مصادر، أو تعزيز مصارف، غازات الدفيئة (GHGs) من مستويات تاريخية أو متوقعة، تخصصها عادة بعض المعايير، فضلا عن تقاسم عبء التكاليف بين البلدان.

Business as usual (BAU)
سير الأمور كالمعتاد

انظر *Baseline/reference*.

Cancún Agreements
اتفاقات كانكون

مجموعة قرارات اعتُمدت في الدورة السادسة عشرة لمؤتمر الأطراف *(COP)* في اتفاقية تغيّر المناخ/ المؤتمر السادس للأطراف العامل كاجتماع للأطراف في بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)، بما في ذلك ما يلي بين جملة أمور أخرى: صندوق المناخ الأخضر المنشأ حديثاً *(GCF)*، وآلية التكنولوجيا المنشأة حديثاً، وعملية المضي قُدماً في المناقشات بشأن التكيّف، وعملية رسمية للإبلاغ عن التزامات التخفيف، وهدف قصر الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة على درجتين مئويتين، واتفاق بشأن القياس والإبلاغ والتحقق (MRV) للبلدان التي تحصل على دعم دولي لجهودها في مجال التخفيف.

Cancún Pledges
تعهدات كانكون

أثناء عام 2010، قدمت بلدان كثيرة خططها القائمة للحد من غازات الدفيئة إلى أمانة تغيّر المناخ وقد اعتُرف رسميا الآن بهذه المقترحات ضمن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ *(UNFCCC)*. أما البلدان الصناعية فقد قدمت خططها في شكل أهداف لخفض الانبعاثات على نطاق الاقتصاد كله، أساساً حتى عام 2020، في حين اقترحت البلدان النامية سُبُلاً للحد من تزايد الانبعاثات لديها وذلك في شكل خطط عمل.

Cap, on emissions
الحد الأقصى للانبعاثات

قيد إلزامي كحد أقصى للانبعاثات في غضون فترة زمنية معينة. مثلاً، يفرض بروتوكول كيوتو حدوداً قصوى ضمن إطار زمني محدد على انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ التي تطلقها البلدان المدرجة في المرفق باء.

Carbon budget
ميزانية الكربون

المساحة التي يشملها مسار انبعاثات غازات دفيئة (GHG) وتستوفي افتراضات بشأن حدود الانبعاثات التراكمية المقدّرة لتجنّب مستوى معين من الارتفاع في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية. ويجوز تحديد ميزانيات الكربون على المستوى العالمي، أو الوطني، أو دون الوطني.

Carbon credit
الائتمان الكربوني

انظر *Emission allowance*.

Carbon cycle
دورة الكربون

المصطلح المستخدم لوصف تدفق الكربون (بمختلف أشكاله، مثل ثاني أكسيد الكربون) من خلال الغلاف الجوي، أو المحيطات، أو الغلاف الأحيائي الأرضي والبحري، أو القشرة الأرضية. وفي هذا التقرير، الوحدة المرجعية لدورة الكربون العالمية هي طن إجمالي من الكربون (GtC) أو (1015g PgC). والكربون هو المادة الكيميائية

الرئيسية التي يتكون منها معظم المادة العضوية ويُخزن في الخزانات الرئيسية التالية: الجزيئات العضوية في الغلاف الأحيائي، وثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الغلاف الجوي، والمادة العضوية في التربة، وفي القشرة الأرضية، وفي المحيطات.

Carbon dioxide (CO_2)
ثاني أكسيد الكربون

غاز يحدث طبيعياً، ويكون أيضاً ناتجاً ثانوياً لحرق الوقود الأحفوري من رواسب الكربون الأحفوري، مثل النفط والغاز والفحم، وحرق الكتلة الأحيائية، وللتغيرات في استخدام الأراضي *(LUC)*، وللعمليات الصناعية (مثل إنتاج الإسمنت). وهو غاز الدفيئة *(GHG)* البشري المنشأ الرئيسي الذي يؤثر على التوازن الإشعاعي للأرض. وهو الغاز المرجعي الذي تقاس مقابله غازات الدفيئة الأخرى ولذا فإن لديه إمكانية احترار عالمي *(GWP)* قدرها 1. انظر المرفق II.9.1 للاطلاع على قيم إمكانية الاحترار العالمي لغازات الدفيئة (GHGs) الأخرى.

Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS)
احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه

عملية مكونة من فصل (احتجاز) مجرى نقي نسبياً من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من المصادر الصناعية والمرتبطة بالطاقة وتكييفه وضغطه ونقله إلى موقع تخزين لعزله الطويل الأجل عن الغلاف الجوي. انظر أيضا *Bioenergy* و *carbon capture and storage (BECCS)*، و *CCS-ready*، و *Sequestration*.

Carbon dioxide fertilization
التخصيب بثاني أكسيد الكربون

تعزيز نمو النباتات نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

Carbon Dioxide Removal (CDR)
إزالة ثاني أكسيد الكربون

تشير طرق إزالة ثاني أكسيد الكربون إلى مجموعة من التقنيات التي تهدف إلى إزالة ثاني أكسيد الكربون (CO_2) مباشرةً من الغلاف الجوي إما (1) بزيادة المصارف (البالوعات) الطبيعية للكربون أو (2) باستخدام الهندسة الكيميائية لإزالة ثاني أكسيد الكربون، بهدف الحد من تركيزه في الغلاف الجوي. وتشمل طرق إزالة ثاني أكسيد الكربون نظم المحيطات والأراضي والنظم الفنية، بما في ذلك طرق مثل التخصيب بالحديد، وزرع الغابات على نطاق واسع، والاحتجاز المباشر لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي باستخدام الوسائل الكيميائية المعّدة خصيصاً لهذا الغرض. وتندرج بعض طرق إزالة ثاني أكسيد الكربون ضمن فئة الهندسة الأرضية، وإن كان هذا قد لا ينطبق على طرق أخرى، مع استناد التمييز بين الفئتين إلى حجم ونطاق وأثر الأنشطة المعنية لإزالة ثاني أكسيد الكربون. والخط الفاصل بين إزالة ثاني أكسيد الكربون والتخفيف ليس واضحاً وقد يكون هناك قدر من التداخل بين الاثنين بالنظر إلى التعريفيْن الموجودين حالياً (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، 2012، ص 2). انظر أيضا *Solar Radiation Management (SRM)*.

Carbon footprint
الأثر الكربوني

مقياس للكمية الكلية الحصرية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون(CO_2) الناجمة بطريقة مباشرة وغير مباشرة عن نشاط أو المتراكمة على امتداد مراحل عُمر أي مُنتَج (Wiedmann and Minx، 2008).

Carbon intensity
كثافة انبعاثات الكربون

كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) لكل وحدة من متغيّر آخر مثل الناتج المحلي الإجمالي (GDP)، أو استخدام الطاقة لأغراض الإنتاج، أو النقل.

Carbon leakage
تسرّب الكربون

انظر *Leakage*.

Carbon pool
مجمّع/ حوض الكربون

انظر *Reservoir*.

Carbon price
سعر الكربون

سعر تجنُّب أو إطلاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون *(CO_2)* أو انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وقد يشير هذا إلى معدل ضريبة كربون، أو إلى سعر رخص إطلاق الانبعاثات. وفي نماذج كثيرة تُستخدم لتقييم التكاليف الاقتصادية للتخفيف، كثيرا ما يُستخدم سعر الكربون ككناية تمثل مستوى الجهد في سياسات التخفيف.

Carbon sequestration
تنحية الكربون

انظر *Sequestration*.

Carbon tax
ضريبة الكربون

ضريبة على كمية الكربون الموجودة في الوقود الأحفوري. ولأن الكربون الموجود في الوقود الأحفوري يتحول كله تقريباً في نهاية المطاف إلى ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، تعادل ضريبة الكربون ضريبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

CCS-ready
جاهزية احتجاز الكربون وتخزينه

يمكن تصميم مصادر محددة جديدة واسعة النطاق وثابتة لثاني أكسيد الكربون (CO_2) يُقصد بها إعادة تجهيزها بمعدات لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS) وإقامتها حيث يمكن أن تكون 'جاهزة لاحتجاز الكربون وتخزينه' وذلك بتخصيص حيّز لمنشأة الاحتجاز، وتصميم الوحدة على أن يبلغ أداؤها حدّه الأقصى عند إضافة الاحتجاز، وعلى أن يسمح موقع المحطة بالنفاذ السهل إلى مواقع التخزين. انظر أيضاً *Bioenergy* و *Carbon Dioxide Capture and Storage (BECCS)*.

Certified Emission Reduction Unit (CER)
وحدة خفض الانبعاثات المعتمد

تعادل طناً متريا واحداً من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ المخفّضة أو من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) المُزال من الغلاف الجوي من خلال مشروع آلية التنمية النظيفة (CDM) (المعرّفة في المادة 12 من بروتوكول كيوتو)، والمحسوبة باستخدام إمكانيات الاحترار العالمي (GWP). انظر أيضاً *Emissions Reduction Units* و *Emissions trading*.

Chemical oxygen demand (COD)
الحاجة الكيميائية للأكسجين

كمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة مركّبات كيميائية عضوية أكسدة تامة في الماء؛ وهي تُستعمل كمقياس لمستوى الملوِّثات العضوية الموجودة في المياه الطبيعية والمياه العادمة. انظر أيضاً *Biochemical oxygen demand (BOD)*.

Chlorofluorocarbons (CFCs)
مركبات الكلوروفلوروكربون

مركّب الكلوروفلوروكربون هو مركّب عضوي يحتوي على الكلور والكربون والهيدروجين والفلور ويُستخدم في التبريد، أو تكييف الهواء، أو التعبئة، أو الرغوة اللدائنية، أو العزل، أو المذيبات، أو دواسر الهباء الجوي. ونظراً لأن تلك المركّبات

لا تتبدد في الغلاف الجوي السفلي فإنها تنتقل إلى الغلاف الجوي العلوي، حيث تدمّر الأوزون (O_3) إذا ما أتيحت لها الظروف المناسبة. ومركّب الكلوروفلوروكربون هو أحد غازات الدفيئة (GHGs) التي يشملها بروتوكول مونتريال الصادر عام 1987 ونتيجة لذلك جرى إنهاء تصنيع هذه الغازات على مراحل ويجري استبدالها بمركبات أخرى، من بينها مركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs)، وهذه المركّبات هي من غازات الدفيئة (GHGs) التي يشملها بروتوكول كيوتو.

Clean Development Mechanism (CDM)
آلية التنمية النظيفة

آلية معرّفة في إطار المادة 12 من بروتوكول كيوتو يجوز من خلالها للمستثمرين (حكومات أو شركات) من البلدان (المدرجة في المرفق باء) المتقدمة النمو تمويل مشاريع الحد من انبعاثات غازات الدفيئة *(GHGs)* أو إزالتها في البلدان (غير المدرجة في المرفق باء) النامية، وأن يحصلوا على وحدات خفض الانبعاثات المعتمد (CERs) لقيامهم بذلك. ويمكن احتساب تلك الوحدات كائتمانات للوفاء بالتزامات البلدان المتقدمة النمو المعنية. ويُقصد بآلية التنمية النظيفة أن تيسّر تحقيق الهدفين المتمثلين في تشجيع التنمية المستدامة (SD) في البلدان النامية ومساعدة البلدان الصناعية على الوفاء بالتزاماتها المتعلقة بالانبعاثات بطريقة فعالة التكلفة. انظر أيضاً *Kyoto Mechanisms*.

Climate
المناخ

يعرَّف المناخ بمعناه الضيّق عادةً بأنه 'متوسط الطقس' أو بدقة أكبر، كما يصفه خبراء الإحصاء، بأنه متوسط الكميات ذات الصلة وتقلبيتها خلال فترة زمنية تتراوح من أشهر إلى آلاف أو ملايين السنين. وتبلغ الفترة الزمنية التقليدية لحساب متوسط هذه المتغيرات 30 سنة، كما حددتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. والكميات ذات الصلة تكون في أغلب الأحيان من المتغيرات السطحية مثل درجات الحرارة، والتهطال، والرياح. أما المناخ بالمعنى الأوسع فهو حالة نظام المناخ، بما في ذلك وصفه من الناحية الإحصائية.

Climate Change
تغيّر المناخ

يشير تغيّر المناخ إلى حدوث تغيّر في حالة المناخ يمكن تحديده (عن طريق استخدام اختبارات إحصائية مثلاً) بالتغيرات في متوسط خصائصه أو تقلبيتها، ويستمر فترة متطاولة تدوم عموماً عقوداً أو فترات أطول من ذلك. وقد ينجم تغيّر المناخ عن عمليات داخلية طبيعية أو عوامل قسر خارجية مثل عمليات تعديل الدورات الشمسية، أو حالات ثوران البراكين، أو التغيّرات المستمرة البشرية المنشأ التي تحدث في تكوين الغلاف الجوي أو في استخدام الأراضي. ويُشار إلى أن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (UNFCCC) تعرِّف، في المادة الأولى منها، تغيّر المناخ بأنه: 'التغيّر في المناخ الذي يُعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يغيّر من تكوين الغلاف الجوي للعالم والذي يكون إضافة إلى تقلبية المناخ الطبيعية الملاحظة خلال فترات زمنية متماثلة'. وعلى ذلك فإن الاتفاقية الإطارية تميّز بين تغيّر المناخ الذي يُعزى إلى الأنشطة البشرية التي تغيّر من تكوين الغلاف الجوي وتقلبية المناخ التي تُعزى إلى أسباب طبيعية. انظر أيضاً *Climate change commitment*.

Climate change commitment
التزام (أو حتمية) تغيّر المناخ

نتيجة للقصور الذاتي الحراري للمحيطات والعمليات البطيئة التي يشهدها كل من الغلاف الجليدي وأسطح الأراضي، سيستمر المناخ في التغيّر حتى وإن تم الحفاظ على ثبات تكوين الغلاف الجوي عند القيم السائدة حالياً. وتؤدي التغيرات السابقة في تكوين الغلاف الجوي إلى تغيّر مناخي محتّم، يستمر طيلة استمرار اللاتوازن الإشعاعي وإلى أن تتكيف كافة مكونات نظام المناخ مع حالة جديدة. وإذا ظلت التغيرات الأخرى في درجات الحرارة بعد إبقاء تكوين الغلاف الجوي ثابتاً فإنها تسمى حتمية درجة الحرارة الثابتة للتكوين أو ببساطة حتمية الاحترار أو التزام الاحترار. ويشمل التزام تغيّر المناخ تغيرات مستقبلية أخرى، مثلاً في الدورة الهيدرولوجية، وفي ظواهر الطقس المتطرفة، وفي ظواهر المناخ المتطرفة، وفي تغيّر مستوى سطح البحر. أما حتمية الانبعاثات الثابتة فهي تغيّر المناخ المحتوم الذي ينتج عن إبقاء الانبعاثات البشرية المنشأ ثابتة في حين أن حتمية الانبعاثات الصفرية هي حتمية تغيّر المناخ عند إبقاء الانبعاثات صفرية. انظر أيضاً *Climate change*.

Climate (change) feedback
التأثير التفاعلي (المرتجع) (لتغيّر) المناخ

تفاعل يسبب فيه حدوث اضطراب في كمية مناخية واحدة تغيراً في كمية ثانية، ويؤدي فيه التغيّر في الكمية الثانية في نهاية المطاف إلى تغير إضافي في الكمية الأولى. والتأثير التفاعلي السلبي هو التأثير الذي يضعف فيه الاضطراب الأولي نتيجة للتغيرات التي تسبب فيها؛ أما التأثير التفاعلي الإيجابي فهو تأثير يتعزز فيه الاضطراب الأولي. وفي تقرير التقييم هذا، كثيراً ما يُستخدم تعريف أضيق نوعاً ما تكون فيه كمية المناخ التي تضطرب هي المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية، مما يتسبب بدوره في حدوث تغيّرات في ميزانية الإشعاع العالمي. وفي أي من الحالتين، إما قد يكون الاضطراب الأولي نتيجة قسر خارجي وإما ينشأ كجزء من تقلبية داخلية.

Climate engineering
الهندسة المناخية

انظر *Geoengineering*.

Climate finance
تمويل المناخ

لا يوجد تعريف متفق عليه لتمويل المناخ. ويطبّق مصطلح 'تمويل المناخ' على الموارد المالية المخصصة للتصدي لتغير المناخ عالمياً وأيضاً على التدفقات المالية إلى البلدان النامية لمساعدتها في التصدي لتغير المناخ. وتشمل المؤلفات فئات مفاهيم متعددة، من بينها أكثرها شيوعاً ما يلي:

Incremental costs
التكاليف التراكمية

تكلفة رأس مال الاستثمار التراكمي والتغيُّر في تكاليف التشغيل والصيانة المتعلقة بمشروع من مشاريع التخفيف أو التكيف مقارنة بمشروع مرجعي. ويمكن احتساب هذه التكلفة على أنها الفرق بين صافي القيم الحالية للمشروعين. انظر أيضاً *Additionality*.

Incremental investment
الاستثمار التراكمي

رأس المال الإضافي اللازم لمشروع من مشاريع التخفيف أو التكيف مقارنة بمشروع مرجعي. انظر أيضاً *Additionality*.

Total climate finance
مجموع التمويل المناخي

جميع التدفقات المالية التي يتمثل أثرها المتوقع في الحد من صافي انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) و/أو زيادة القدرة على الصمود في مواجهة تأثيرات تقلبية المناخ وتغيّر المناخ المسقط. ويشمل هذا الأموال الخاصة والعامة، والتدفقات المحلية والدولية، ونفقات التخفيف والتكيف مع تقلبية المناخ الحالية وكذلك مع تغيّر المناخ المستقبلي.

Total climate finance flowing to developing countries
مجموع التمويل المناخي المتدفق إلى البلدان النامية

مقدار مجموع التمويل المناخي الذي يستثمر في بلدان نامية ويتأتى من بلدان صناعية. ويشمل هذا الأموال الخاصة والعامة.

Private climate finance flowing to developing countries
التمويل المناخي الخاص المتدفق إلى البلدان النامية

تمويل واستثمار من جانب جهات فاعلة في القطاع الخاص في أو من بلدان صناعية لأنشطة في بلدان نامية يتمثل أثره المتوقع في الحد من صافي انبعاثات

غازات الدفيئة (GHG) أو زيادة القدرة على الصمود في مواجهة تأثيرات تقلبية المناخ وتغيُّر المناخ المسقط.

Public climate finance flowing to developing countries
التمويل المناخي العام المتدفق إلى البلدان النامية

تمويل مقدم من حكومات بلدان متقدمة ومؤسسات ثنائية الأطراف وكذلك مؤسسات متعددة الأطراف من أجل أنشطة التخفيف والتكيّف في بلدان نامية. ويكون معظم الأموال المقدمة في شكل قروض بشروط ميسّرة وفي شكل هبات.

Climate model (spectrum or hierarchy)
نموذج المناخ (الطيف أو الهيكل الهرمي)

تمثيل عددي لنظام المناخ يقوم على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لعناصره وتفاعلاتها وعمليات التأثير التفاعلي، ويعبِّر عن بعض خواصه المعروفة. ويمكن تمثيل نظام المناخ بنماذج تختلف درجات تعقيدها، أي أنه يمكن تحديد طيف أو هيكل هرمي من النماذج لأي عنصر من عناصره أو لمجموعة من تلك العناصر. وهذه النماذج تختلف في بعض الجوانب مثل عدد الأبعاد المكانية، ومدى تمثيل العمليات الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية تمثيلاً واضحاً، أو المستوى الذي تتم عليه عمليات تحديد البارامترات التجريبية. وتوفر النماذج المقترنة للدوران العام فوق المحيطات (AOGCMs) تمثيلاً لنظام المناخ يقارب نهاية الطيف المتاح حالياً الأكثر شمولاً. وهناك تطور نحو نماذج أكثر تعقيداً تشمل التفاعل بين الجانب الكيميائي والجانب الأحيائي. وتُستخدم نماذج المناخ كأداة من أدوات البحوث، لدراسة ومحاكاة المناخ وتُستخدم أيضاً في الأغراض العملية، بما فيها التنبؤات المناخية الشهرية والفصلية وتلك الخاصة بفترات ما بين السنوات.

Climate prediction
التنبؤ بالمناخ

التنبؤ بالمناخ أو توقّع المناخ هما نتيجة محاولة تقدير التطور الفعلي للمناخ (بدءاً من حالة معينة لنظام المناخ) مثلاً على نطاق فصلي أو فيما بين السنوات أو عقدي. وبما أن تطور نظام المناخ في المستقبل قد يكون شديد الحساسية إزاء الظروف الأولية، فإن هذه التنبؤات تكون عادةً احتمالية الطابع. انظر أيضاً Climate projection، و Climate scenario.

Climate projection
إسقاطات المناخ

إسقاطات المناخ هي الاستجابة المحاكاة لنظام المناخ إزاء سيناريو انبعاث أو تركيز غازات الدفيئة (GHGs) والأهباء الجوية في المستقبل، وهي تُستخلص عموماً باستخدام نماذج المناخ. ويميَّز بين إسقاطات المناخ والتنبؤات المناخية باعتمادها على سيناريو الانبعاث/التركيزات/القسر الإشعاعي المستخدم، الذي يعتمد بدوره على افتراضات تتعلق مثلاً بالتطورات الاجتماعية - الاقتصادية والتكنولوجية المستقبلية التي قد تتحقق أو لا تتحقق. انظر أيضاً *Climate scenario*.

Climate scenario
سيناريو المناخ

تمثيل معقول، ومبسّط في معظم الأحيان، للمناخ الذي سيسود في المستقبل، استناداً إلى مجموعة متسقة داخلياً من العلاقات المناخية بُنيت لاستخدامها الصريح في تحري العواقب المحتملة لتغير المناخ البشري المنشأ، والتي تُستخدم في كثير من الأحيان كمدخلات لنماذج التأثير. وكثيرا ما تُستخدم إسقاطات المناخ كمادة خام لبناء سيناريوهات المناخ، إلا أن هذه السيناريوهات تحتاج عادةً إلى معلومات إضافية مثل المناخ الحالي المرصود. انظر أيضا *Baseline/reference scenario* و *Emission scenario*، و *Mitigation scenario (Representative concentration pathways (RCPs*، و *Shared socio-economic pathways*، و *Socio-economic scenario*، و *SRES scenarios*، و *Stabilization*، و *Transformation pathway*.

Climate sensitivity
حساسية المناخ

في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، تشير حساسية المناخ التوازنية (الوحدات: درجات مئوية) إلى تغيّر التوازن (الحالة الثابتة) في المتوسط العالمي السنوي لدرجة الحرارة السطحية بعد تضاعُف تركيز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) المكافئ في الغلاف الجوي. ونظراً لصعوبة الحساب، تقدّر أحياناً حساسية المناخ التوازنية في نموذج مناخ بتطبيق نموذج للدوران العام في الغلاف الجوي مقترناً بنموذج محيطي مختلط الطبقات، لأن حساسية المناخ التوازنية تحددها إلى حد كبير عمليات الغلاف الجوي. ويمكن تشغيل نماذج كفؤة على مستوى التوازن مع محيط دينامي. أما بارامترات حساسية المناخ (الوحدات: درجات مئوية ($W\ m^{-2}$)$^{-1}$) فهي تشير إلى تغيّر التوازن في المتوسط العالمي السنوي لدرجة الحرارة السطحية الذي يحدث بعد تغيّر وحدة القسر الإشعاعي.

وحساسية المناخ الفعالة (الوحدات: درجات مئوية) هي تقدير استجابة المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية لتركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 المضاعف الذي تُحسب قيمته من مخرجات نموذج أو رصدات أحوال اختلال التوازن المتطورة. وهي مقياس لقوة التأثيرات التفاعلية المناخية في وقت معين وقد تتباين تبعاً لتاريخ القسر وحالة المناخ، ولذا فإنها قد تختلف عن حساسية المناخ التوازنية.

أما استجابة المناخ العابرة (الوحدات: درجات مئوية) فهي تغيّر المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية، المحسوب متوسطها على مدى فترة 20 سنة، الذي يحدث عند وقت تضاعف ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الغلاف الجوي، في محاكاة بنموذج مناخ يزيد فيه ثاني أكسيد الكربون (CO_2) بنسبة 1% في السنة. وهي مقياس لقوة وسرعة استجابة درجة الحرارة السطحية لقسر غازات الدفيئة (GHG).

Climate system
نظام المناخ

نظام المناخ هو النظام الشديد التعقيد الذي يتألف من خمسة عناصر رئيسية هي: الغلاف الجوي، والغلاف المائي، والغلاف الجليدي، والقشرة الأرضية، والغلاف الأحيائي، والتفاعلات بينها. ويتطور نظام المناخ عبر الزمن بتأثير ديناميته الداخلية الخاصة وبسبب عوامل القسر الخارجية مثل حالات ثوران البراكين، والتباينات الشمسية، وعوامل القسر البشرية المنشأ مثل تغيّر تكوين الغلاف الجوي و تغير استخدام الأراضي (LUC).

Climate threshold
عتبة المناخ

حد داخل نظام المناخ يحفز، عند تجاوزه، استجابة غير خطية لقسر معين. انظر أيضاً *Abrupt climate change*.

Climate variability
تقلبية المناخ

تشير تقلبية المناخ إلى التباينات في متوسط حالة المناخ وغيرها من الإحصاءات المناخية (مثل الانحرافات المعيارية، وحدوث الظواهر المتطرفة وما إلى ذلك) على جميع النطاقات المكانية والزمنية التي تتجاوز نطاق الظواهر الجوية الإفرادية. وقد تُعزى التقلبية إلى عمليات داخلية طبيعية في إطار نظام المناخ (التقلبية الداخلية)، أو إلى التباينات في القسر الخارجي الطبيعي أو البشري المنشأ (التقلبية الخارجية). انظر أيضا *Climate change*.

CO_2-equivalent concentration
تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون

تركيزات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) التي من شأنها أن تسبب نفس القدر من القسر الإشعاعي كمزيج معين من ثاني أكسيد الكربون وعناصر قسر أخرى. وتلك القيم قد لا يؤخذ في حسابها إلا غازات الدفيئة (GHGs)، أو مزيج من غازات الدفيئة والأهباء الجوية. وتركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون هي مقياس لمقارنة القسر الإشعاعي لمزيج من غازات دفيئة مختلفة في وقت معين ولكنها لا تعني أن تكون مكافئة

لاستجابات تغير المناخ المقابلة ولا للقسر المستقبلي. ولا يوجد عموما أي ارتباط بين انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون وما ينجم عنها من تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

CO_2-equivalent emission
انبعاث مكافئ ثاني أكسيد الكربون

مقدار انبعاث ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي من شأنه أن يسبب نفس القسر الإشعاعي المتكامل، على مدى نطاق زمني محدد، الذي يتسبب فيه مقدار منبعث من غاز دفيئة أو خليط من غازات دفيئة. ويمكن التوصل إلى انبعاث مكافئ ثاني أكسيد الكربون من خلال ضرب انبعاث غاز دفيئة (GHG) في ما ينطوي عليه من إمكانية احترار عالمي *(GWP)* في النطاق الزمني المحدد (انظر المرفق II.9.1 للاطلاع على قيم إمكانية الاحترار العالمي لغازات الدفيئة المختلفة). أما بالنسبة لخليط من غازات الدفيئة فيتم تحديده بجمع انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل غاز. ويُعتبر انبعاث مكافئ ثاني أكسيد الكربون مقياساً شائعاً لمقارنة انبعاثات مختلف غازات الدفيئة ولكنه لا يطابق الاستجابات المقابلة لتغير المناخ. انظر أيضاً *CO_2-equivalent concentration*.

Co-benefits
الفوائد المشتركة (المصاحبة)

ما قد ينجم من آثار إيجابية لسياسة تهدف، أو لتدبير يهدف، إلى تحقيق هدف على أهداف أخرى، بدون أن يكون قد تم تقييم الأثر الصافي على الرفاه الاجتماعي العام. وغالباً ما تخضع الفوائد المشتركة لعدم اليقين وتتوقف على جملة أمور منها الظروف المحلية وممارسات التنفيذ. والفوائد المشتركة كثيرا ما تسمى الفوائد الإضافية. انظر أيضا *Adverse side-effect*، و *Risk*، و *Risk trade-off*.

Cogeneration
التوليد المشترك للطاقة

التوليد المشترك للطاقة (الذي يشار إليه أيضاً بأنه التوليد المشترك للحرارة والطاقة، أو *CHP*) هو التوليد والاستخدام المفيد للكهرباء وللحرارة المفيدة في آن واحد.

Combined-cycle gas turbine
التوربين الغازي ذو الدورة الموحدة

محطة لتوليد الطاقة تجمع بين عمليتين اثنتين لتوليد الكهرباء. وفي العملية الأولى، يدير احتراق الوقود توربيناً غازياً. أما في العملية الثانية، فإن غازات العوادم المنبعثة من التوربين تُستخدم لتسخين المياه لتدير توربيناً بخارياً.

Combined Heat and Power (CHP)
الحرارة والطاقة المشتركتان

انظر *Cogeneration*.

Computable General Equilibrium (CGE) Model
نموذج التوازن العام القابل للحساب

انظر *Models*.

Conference of the Parties (COP)
مؤتمر الأطراف

الهيئة العليا لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، التي تضم البلدان التي لها حق التصويت والتي صدقت على الاتفاقية أو انضمت إليها. انظر أيضاً *Meeting of the Parties (CMP)*.

Confidence
الثقة

صحة استنتاج القائمة على نوع ومقدار ونوعية واتساق الأدلة (مثل الفهم الميكانيكي، والنظرية، والبيانات، والنماذج، وتقدير الخبراء) وعلى درجة الاتفاق. وفي هذا التقرير، يعبّر عن الثقة تعبيراً نوعياً (Mastrandrea وآخرون، 2010). انظر الشكل 1.11 في تقرير التقييم الخامس للفريق العامل الأول للاطلاع على مستويات الثقة، والجدول 1.1 في تقرير التقييم الخامس للفريق العامل الأول للاطلاع على قائمة محدِّدات الأرجحية. وانظر أيضاً *Uncertainty*.

Consumption-based accounting
المحاسبة على أساس الاستهلاك

توفر المحاسبة على أساس الاستهلاك مقياساً للانبعاثات التي تُطلق في الغلاف الجوي من أجل إنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها كيان معين (مثلا شخص، أو شركة، أو بلد، أو إقليم). انظر أيضاً *Production-based accounting*.

Contingent Valuation Method
طريقة التقييم المشروط

هي نهج يهدف إلى إجراء تقييم كمي للقيم المخصصة من قِبَل الأشخاص على المستوى النقدي (الرغبة في الدفع) وعلى المستوى غير النقدي (الرغبة في المساهمة بالوقت، الموارد إلخ). وهي طريقة مباشرة لتقدير القيم الاقتصادية للنظام الإيكولوجي والخدمات البيئية. وهي تقضي بإجراء مسح يُسأل خلاله الأشخاص عن مدى استعدادهم للدفع أو المساهمة للحصول على خدمة بيئية معينة، أو مدى استعدادهم لقبول تعويض عن إزالة تلك الخدمة البيئية، وذلك بناءً على سيناريو فرضي وعلى وصف للخدمة البيئية.

Conventional fuels
الوقود التقليدي

انظر *Fossil fuels*.

Copenhagen Accord
اتفاق كوبنهاغن

الاتفاق السياسي (على الاختلاف من الاتفاق القانوني) الذي انبثق في الدورة الخامسة عشرة لمؤتمر الأطراف (COP) التي نجد أن المندوبين فيها 'اتفقوا على أن يأخذوا علما' وذلك نتيجة لعدم وجود ما يقتضيه اتفاق من توافق في الرأي. وتشمل بعض العناصر الرئيسية ما يلي: الإقرار بأهمية الرأي العلمي بشأن الحاجة إلى قصر الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة على درجتين مئويتين؛ والتزام الأطراف المدرجة في المرفق الأول بتنفيذ أهداف خاصة بالانبعاثات على نطاق الاقتصاد بحلول عام 2020 والتزام الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول بتنفيذ إجراءات تخفيفية؛ والاتفاق على إخضاع الأهداف المتعلقة بالانبعاثات الخاصة بالأطراف المدرجة في المرفق الأول وتوفير تلك الأطراف تمويلاً للبلدان النامية للقياس والإبلاغ والتحقق وإخضاع الإجراءات التي تتخذها البلدان النامية للقياس والإبلاغ والتحقق المحلي؛ ودعوات لتقديم مزيد من التمويل بما في ذلك تمويل سريع المسار قدره 30 مليار دولار أمريكي و 100 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2020؛ وإنشاء صندوق مناخ أخضر (GCF) جديد؛ وإنشاء آلية جديدة للتكنولوجيا. وبعض هذه العناصر اعتُمدت لاحقاً في اتفاقات كانكون.

Cost–benefit analysis (CBA)
تحليل نسبة التكلفة إلى الفائدة

قياس نقدي لكافة التأثيرات السلبية والإيجابية المرتبطة بعمل محدد. وتُقارن التكاليف والفوائد من حيث الفارق و/أو النسبة بينهما كمؤشر على الكيفية التي يجلب بها استثمار معين أو جهد آخر على صعيد السياسات المردود المنتظر منه من وجهة نظر المجتمع.

Cost of conserved energy (CCE)
تكلفة الطاقة المحفوظة

انظر *Levelized cost of conserved energy (LCCE)*.

Cost effectiveness
فعالية التكلفة

تكون تكلفة أي سياسة أكثر فعالية إذا حققت مستويات خفض معينة للتلوث بأقل تكلفة. ومن الشروط البالغة الأهمية لفعالية التكلفة أن تكون تكاليف الخفض متساوية بين

الأطراف الملتزمة. وتحدد النماذج المتكاملة الحلول الفعالة التكلفة تحديداً تقريبياً، إلا إذا كانت مقيدةً بشكل محدد تقييداً يجعلها تسلك سلوكاً مختلفاً. وسيناريوهات التخفيف الفعالة التكلفة هي تلك التي تستند إلى نهج تنفيذ منمّط يطبّق فيه سعر وحيد على ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة *(GHGs)* على نطاق العالم في كل قطاع بكل بلد ويرتفع فيه ذلك السعر بمرور الوقت على نحو يحقق أقل تكاليف عالمية مخفضة.

Cost-effectiveness analysis (CEA)
تحليل فعالية التكلفة

أداة قائمة على تصوّر الوضع الأمثل المقيّد لمقارنة سياسات ترمي إلى تحقيق هدف محدد سلفاً.

Crediting period, Clean Development Mechanism (CDM)
فترة الاستحقاق، آلية التنمية النظيفة

الفترة التي يمكن فيها لنشاط أي مشروع أن يسفر عن وحدات خفض انبعاثات معتمد (CERs). وفي ظل ظروف معينة، يمكن إعادة تجديد فترة الاستحقاق مرتين كحد أقصى.

Cropland management
إدارة الأراضي الزراعية

نظام الممارسات المتبعة في الأراضي التي تُزرع فيها المحاصيل الزراعية وفي الأراضي التي تُنحى جانباً أو لا تُستخدم بصفة مؤقتة في إنتاج المحاصيل (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ، 2002).

Decarbonization
إزالة الكربون

العملية التي تهدف بها البلدان أو كيانات أخرى إلى تحقيق اقتصاد منخفض الانبعاثات الكربونية، أو التي يهدف بها الأفراد إلى الحد من استهلاكهم للكربون.

Decomposition approach
نهج التفكيك

تفكك طرق التفكيك المقدار الكلي للتغيرات التاريخية لمتغيّر على صعيد السياسات إلى المساهمات المقدمة من مختلف محدداته.

Deforestation
إزالة الغابات

تحويل غابة إلى أراضٍ غير حرجية هو أحد المصادر الرئيسية لانبعاثات غازات الدفيئة(GHG) . ووفقاً للمادة 3.3 من بروتوكول كيوتو، "تُستخدم التغيرات الصافية في انبعاثات غازات الدفيئة بحسب المصادر وإزالتها بواسطة المصارف الناجمة عن التغير المباشر بفعل الإنسان في استخدام الأراضي وأنشطة التحريج، القاصرة على زرع الغابات وإعادة زرع الغابات وإزالة الغابات منذ عام 1990، مقيسة كتغيرات يمكن التحقق منها في مخزونات الكربون في كل فترة التزام، للوفاء بالتزامات كل طرف مدرج في المرفق الأول بموجب هذه المادة". ولا يستحق الحد من الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات الاستفادة من مشاريع التنفيذ المشترك أو آلية التنمية النظيفة ولكنه أُدرج في برنامج العمل ضمن تخفيض الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات وتدهورها (REDD) في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (UNFCCC).

وللاطلاع على مناقشة لمصطلح غابة والمصطلحات ذات الصلة مثل زرع الغابات، وإعادة زرع الغابات، وإزالة الغابات انظر التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ عن استخدام الأراضي وتغيّر استخدام الأراضي والحراجة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، 2000). وانظر أيضا: تقرير عن الخيارات من تعاريف ومنهجيات في جرد الانبعاثات الناشئة عن تدهور الغابات وإزالة أنواع أخرى من الغطاء النباتي نتيجة للنشاط البشري المباشر (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2003).

Dematerialization
الاستغناء عن الطابع المادي

الطموح إلى الحد من المدخلات المادية اللازمة لتقديم خدمة نهائية.

Descriptive analysis
تحليل وصفي

نُهُج وصفية (وتسمى أيضاً إيجابية) لتحليل التركيز على الكيفية التي يعمل بها العالم أو التي تتصرف بها العناصر الفاعلة، لا الكيفية التي ينبغي أن تتصرف بها في عالم مثالي ما. انظر أيضاً *Normative analysis*.

Desertification
التصحر

تردي الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والمناطق الجافة شبه الرطبة نتيجة لعوامل مختلفة، من بينها التغيرات المناخية والأنشطة البشرية. وتردي الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والمناطق الجافة شبه الرطبة هو انخفاض أو فقدان الإنتاجية البيولوجية أو الاقتصادية والتعقّد البيولوجي أو الاقتصادي لأراضي المحاصيل البعلية وأراضي المحاصيل المروية أو مراتع الماشية أو الغابات أو أراضي الأحراج بسبب استخدام الأراضي أو بفعل عملية أو مجموعة من العمليات، بما فيها العمليات الناجمة عن الأنشطة البشرية وأنماط السكن من قبيل (1) تحات التربة بسبب الرياح و/أو المياه؛ و (2) تردي الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو الأحيائية أو الاقتصادية للتربة؛ و (3) الفقدان الطويل الأجل للغطاء النباتي الطبيعي (اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، 1994).

Designated national authority (DNA)
السلطة الوطنية المعتمدة

السلطة الوطنية المعتمدة هي مؤسسة وطنية تأذن بمشاريع آلية التنمية النظيفة وتوافق عليها. وفي البلدان المضيفة لتلك الآلية، تجري السلطة الوطنية المعتمدة تقييما لما إذا كانت المشاريع المقترحة تساعد البلد المضيف في تحقيق أهدافه للتنمية المستدامة (SD)، التي يُعتبر اعتمادها شرطا مسبقاً لتسجيل المشروع من قِبَل المجلس التنفيذي لآلية التنمية النظيفة.

Developed/developing countries
البلدان المتقدمة النمو/النامية

انظر *Industrialized/developing countries*.

Development pathway
مسار التنمية

تطوّر يرتكز على مجموعة من الخصائص التكنولوجية والاقتصادية والاجتماعية والمؤسساتية والثقافية والبيولوجية - الفيزيائية التي تحدد التفاعلات بين النظم الطبيعية والبشرية، بما في ذلك أنماط الإنتاج والاستهلاك في كافة البلدان، على مر الزمن وعلى نطاق معين.

Direct Air Capture (DAC)
التقاط الهواء المباشر

عملية كيميائية ينتج بها مسار تدفق ثاني أكسيد كربون *(CO_2)* نقي بالتقاط ثاني أكسيد الكربون من الهواء المحيط.

Direct emissions
الانبعاثات المباشرة

انظر *Emission*

Discounting
الخصم

عملية رياضية تؤدي إلى جعل المبالغ النقدية (أو الأخرى) المستلمة أو المنفقة في أوقات مختلفة (سنوات) متقاربة عبر الزمن. ويستعمل القائم بهذه العملية معدل خصم

ثابتاً أو قابلاً للتغير مع الوقت (> صفر) من سنة إلى سنة، وهو ما يجعل القيمة المستقبلية تساوي أقل منها اليوم. انظر أيضاً *Present value*.

Double dividend
الأرباح المزدوجة

مدى قدرة الأدوات المدرة لإيرادات، مثل ضرائب الكربون أو تراخيص انبعاثات الكربون (القابلة للتداول) على أن (1) تساهم في التخفيف و (2) تعوِّض ولو جزءاً على الأقل من خسائر الرفاه المحتملة الناجمة عن السياسات المناخية من خلال إعادة استخدام الإيرادات في الاقتصاد لخفض الضرائب الأخرى التي قد تسبب التشوهات.

Drivers of behaviour
القوى الدافعة للسلوك

محدِّدات القرارات والأفعال البشرية، بما في ذلك قيَم الشعوب وأهدافها والعوامل التي تقيّد الفعل، بما في ذلك العوامل والحوافز الاقتصادية، والحصول على المعلومات، والمعوقات التنظيمية والتكنولوجية، وقدرة المعالجة الإدراكية والانفعالية، والأعراف الاجتماعية. انظر أيضا *Behaviour* و *Behaviour change*.

Drivers of emissions
القوى الدافعة للانبعاثات

تشير القوى الدافعة للانبعاثات إلى العمليات والآليات والخواص التي تؤثر على الانبعاثات من خلال عوامل. وتشكل العوامل الشروط في تفكيك للانبعاثات. وقد تؤثر العوامل والقوى الدافعة بدورها على السياسات، والتدابير، وقوى دافعة أخرى.

Economic efficiency
الكفاءة الاقتصادية

تشير الكفاءة الاقتصادية إلى تخصيص اقتصاد ما لموارد (سلع، وخدمات، ومدخلات، وأنشطة إنتاجية). ويتسم التخصيص بالكفاءة إذا لم يكن من الممكن إعادة تخصيص الموارد لجعل شخص واحد على الأقل أفضل حالاً بدون جعل شخص ما أسوأ حالاً. ولا يتسم التخصيص بالكفاءة إذا كانت إعادة التخصيص هذه ممكنة. وهذا يُعرف أيضاً بأنه معيار باريتو (Pareto) للكفاءة. انظر أيضاً *Pareto optimum*.

Economies in Transition (EITs)
الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية

البلدان التي تتحول اقتصاداتها من النظام الاقتصادي المخطط إلى اقتصاد السوق. انظر المرفق II.2.1.

Ecosystem
النظام الإيكولوجي

وحدة وظيفية تتألف من كائنات حية، وبيئتها غير الحية، والتفاعلات التي تحدث داخلها وبينها. وتتوقف العناصر التي يشملها نظام إيكولوجي معين وحدوده المكانية على الغرض الذي يعرّف النظام الإيكولوجي من أجله: فهي تكون محددة نسبيا في بعض الحالات، بينما تكون منتشرة في حالات أخرى. وقد تتغير حدود النُظم الإيكولوجية بمرور الوقت. وتوجد نُظم إيكولوجية داخل نظم إيكولوجية أخرى، وقد يتراوح نطاقها من نُظم صغيرة جداً إلى الغلاف الأحيائي بأكمله. وفي الحقبة الحالية، تحتوي النظم الإيكولوجية في معظمها إما على بشر ككائنات حيّة رئيسية، أو تتأثر بتأثيرات الأنشطة البشرية في بيئتها.

Ecosystem services
خدمات النظم الإيكولوجية

العمليات أو الوظائف الإيكولوجية ذات القيمة النقدية أو غير النقدية للأفراد أو للمجتمع عموماً. وهي تقسّم في الغالب إلى (1) خدمات داعمة مثل صيانة الإنتاجية أو صيانة التنوع الأحيائي، و (2) خدمات تموينية مثل الأغذية والألياف أو الأسماك، و (3) خدمات تنظيمية مثل تنظيم المناخ أو تنحية الكربون، و (4) خدمات ثقافية مثل السياحة أو إدراك وتقدير النواحي الروحية والجمالية.

Embodied emissions
الانبعاثات المجسّدة

انظر *Emissions*.

Embodied energy
الطاقة المجسّدة

انظر *Energy*.

Emission allowance
رخصة إطلاق الانبعاثات

انظر *Emission permit*.

Emission factor/Emission intensity
عامل/كثافة الانبعاثات

معدل الانبعاثات لكل وحدة من وحدات النشاط. انظر أيضا *Carbon intensity*.

Emission permit
رخصة إطلاق الانبعاثات

استحقاق تخصصه حكومة لكيان قانوني (شركة أو جهة أخرى تطلق انبعاثات) ويتيح لها أن تطلق كمية محددة من مادة. وتُستخدم رُخص الانبعاثات عادةً كجزء من مخططات الاتجار بالانبعاثات.

Emission quota
حصة الانبعاثات

الحصة من مجموع الانبعاثات المسموح بها التي تخصص لبلد أو مجموعة من البلدان ضمن إطار الحد الأقصى لمجموع الانبعاثات.

Emission scenario
سيناريو الانبعاثات

تمثيل معقول للتطورات المستقبلية لانبعاثات المواد ذات القدرة على النشاط الإشعاعي (مثل غازات الدفيئة، والأهباء الجوية) استناداً إلى مجموعة متجانسة ومتسقة داخلياً من الافتراضات بشأن القوى الدافعة (مثل التطورات الديمغرافية والاجتماعية الاقتصادية والتغيرات التكنولوجية) والعلاقات الرئيسية التي تربط بينها. وتُستخدم سيناريوهات التركيز، المشتقة من سيناريوهات الانبعاثات، كمُدخل في نموذج مناخي لحساب إسقاطات المناخ. وقد عرضت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (عام 1992) مجموعة من سيناريوهات الانبعاثات هذه استُخدمت كأساس لإسقاطات المناخ في الهيئة (1996). ويُشار إلى سيناريوهات الانبعاثات هذه باعتبارها سيناريوهات IS92. وفي التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن سيناريوهات الانبعاثات (Nakićenović and Swart، 2000) نُشرت سيناريوهات انبعاثات، هي ما يُطلق عليها اسم سيناريوهات التقرير الخاص، التي استُخدم بعضها في جملة أمور منها استخدامها كأساس لإسقاطات المناخ المعروضة في الفصول 9 إلى 11 من تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (2001) والفصلين 10 و 11 من تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (2007). ووُضعت سيناريوهات جديدة لتغير المناخ، ومسارات التركيز النموذجية (RCPs) الأربعة، من أجل التقييم الحالي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ولكن على نحو مستقل عنه. انظر أيضاً *Baseline/reference*، و *Climate scenario*، و *Mitigation scenario*، و *Shared socio-economic pathways*، و *Socio-economic scenario*، و *Stabilization*، و *Transformation pathway*.

Emission trajectories
مسارات الانبعاثات

تطور متوقّع في وقت انبعاث غاز من غازات الدفيئة (GHG) أو مجموعة من غازات الدفيئة، والأهباء الجوية، وسلائف غازات الدفيئة.

Emissions
الانبعاثات

Agricultural emissions
الانبعاثات الزراعية

الانبعاثات المرتبطة بالنظم الزراعية - وأساساً الميثان (CH_4)، أو أكسيد النيتروز (N_2O). وهي تشمل الانبعاثات من التخمّر المعوي في الحيوانات الداجنة، وإدارة السماد الطبيعي، وزرع الأرز، والحرق المقرر للسافانا والأراضي العشبية، ومن التربة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، 2006).

Anthropogenic emissions
الانبعاثات البشرية المنشأ

انبعاثات غازات الدفيئة *(GHGs)*، والأهباء الجوية، وسلائف غاز من غازات الدفيئة أو هباء جوي، الناتجة عن الأنشطة البشرية. وتشمل هذه الأنشطة حرق الوقود الأحفوري، وإزالة الغابات، وتغيرات استخدام الأراضي (LUC)، والإنتاج الحيواني، والتخصيب، وإدارة النفايات، والعمليات الصناعية.

Direct emissions
الانبعاثات المباشرة

الانبعاثات التي تنشأ فيزيائيا من الأنشطة المضطلع بها داخل الحدود المعرفة جيداً مثلا لإقليم، أو قطاع اقتصادي، أو شركة، أو عملية صناعية.

Embodied emissions
الانبعاثات المجسدة

الانبعاثات التي تنشأ من إنتاج وتوريد مُنتج أو خدمة أو تعزيز البنى التحتية. وتبعاً لحدود النظام المختار، كثيراً ما تشمل هذه الانبعاثات انبعاثات الإنتاج (مثلاً، الانبعاثات التي تنتج عن استخراج المواد الخام). انظر أيضاً *Lifecycle assessment (LCA)*.

Indirect emissions
الانبعاثات غير المباشرة

الانبعاثات التي تنتج عن الأنشطة المضطلع بها داخل الحدود المعرفة جيداً مثلاً لإقليم، أو قطاع اقتصادي، أو شركة، أو عملية صناعية، ولكنها تحدث خارج الحدود المعينة. فعلى سبيل المثال، توصف الانبعاثات بأنها غير مباشرة إذا كانت تتعلق باستخدام الحرارة ولكنها تنشأ فيزيائياً خارج حدود مستخدم الحرارة أو تتعلق بإنتاج الكهرباء ولكنها تنشأ فيزيائياً خارج حدود قطاع الإمداد بالطاقة.

Scope 1, scope 2, and scope 3 emissions
انبعاثات النطاق 1 والنطاق 2 والنطاق 3

المسؤولية عن الانبعاثات كما يعرّفها بروتوكول غازات الدفيئة، وهي مبادرة من القطاع الخاص. ويشير 'النطاق 1' إلى الانبعاثات المباشرة لغازات الدفيئة التي تنتج من مصادر يملكها أو يسيطر عليها الكيان المُبلغ. ويشير 'النطاق 2' إلى الانبعاثات غير المباشرة لغازات الدفيئة المرتبطة بإنتاج الكهرباء أو الحرارة أو البخار الذي يشتريه الكيان المُبلغ. أما "النطاق 3" فهو يشير إلى جميع الانبعاثات غير المباشرة الأخرى، أي الانبعاثات المرتبطة باستخراج وإنتاج ما هو مُشترى من مواد ووقود وخدمات، بما في ذلك النقل بمركبات لا يملكها أو يسيطر عليها الكيان المُبلغ، والأنشطة الخارجية، والتخلص من النفايات، إلخ (مجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة ومعهد الموارد العالمية، 2004).

Territorial emissions
الانبعاثات الإقليمية

الانبعاثات التي تحدث داخل أقاليم ولاية قضائية معينة.

Emissions Reduction Unit (ERU)
وحدة خفض الانبعاثات

تعادل طناً متريا واحداً من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون المخفّضة أو من ثاني أكسيد الكربون المزال من الغلاف الجوي من خلال مشروع تنفيذ مشترك (JI) (معرّف في المادة 6 من بروتوكول كيوتو)، وتُحسب باستخدام إمكانيات الاحترار العالمي (GWPs). انظر أيضاً *Certified Emission Reduction Unit (CER)* و *Emissions trading*.

Emission standard
معيار الانبعاثات

مستوى الانبعاثات الأقصى الذي لا يجوز تجاوزه بمقتضى قانون أو اتفاق طوعي. وتستعمل معايير كثيرة عوامل الانبعاث في توصيفاتها ولا تفرض بالتالي حدوداً مطلقة للانبعاثات.

Emissions trading
الاتجار بالانبعاثات

أداة معتمدة على السوق تُستخدم للحد من الانبعاثات. ويعبّر عن الهدف البيئي أو مجموع الانبعاثات المسموح بها على أنها سقف الانبعاثات. وينقسم السقف إلى رُخص الانبعاث القابلة للتداول الممنوحة - إما في المزاد أو المقدمة بالمجان - لهيئات خاضعة للولاية القضائية لخطة التداول. وينبغي للهيئات أن تسلّم رُخص انبعاث تساوي مجموع انبعاثاتها (مثلا بالأطنان من ثاني أكسيد الكربون). ويمكن للهيئة أن تبيع الفائض من رخصها. ويمكن لخطط الاتجار أن تحدث داخل الشركة أو على المستوى المحلي أو المستوى الدولي ويمكن أن تطبّق على ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، أو غازات دفيئة أخرى (GHGs)، أو مواد أخرى. ويُعتبر الاتجار بالانبعاثات أيضاً إحدى آليات بروتوكول كيوتو. انظر أيضاً *Kyoto Mechanisms*.

Energy
الطاقة

طاقة 'بذل الجهد' المملوكة في أي لحظة لدى جسم أو منظومة أجسام. وتصنّف الطاقة في أنواع مختلفة وتصبح متاحة للإنسان عندما تتدفق من مكان إلى آخر أو تحوَّل من نوع إلى نوع آخر.

Embodied energy
الطاقة المجسّدة

الطاقة المجسدة هي الطاقة المستخدمة لإنتاج مادة أو مُنتج (مثل المعادن المجهزة أو مواد البناء)، أخذاً في الاعتبار الطاقة المستخدمة في منشأة التصنيع، والطاقة المستخدمة في إنتاج المواد التي تُستعمل في منشأة التصنيع، وغيرها.

Final energy
الطاقة النهائية

انظر *Primary energy*.

Primary energy
الطاقة الأولية

الطاقة الأولية (التي تسمى أيضاً مصادر الطاقة) هي الطاقة المخزونة في الموارد الطبيعية (مثل الفحم، والنفط الخام، والغاز الطبيعي، واليورانيوم، والمصادر المتجددة). وهي تعرّف بأشكال بديلة متعددة. وتستعمل الوكالة الدولية للطاقة طريقة محتوى الطاقة الفيزيائية، التي تعرّف الطاقة الأولية بأنها الطاقة التي لم تخضع لأي تحول من أصل بشري. والطريقة المستخدمة في هذا التقرير هي طريقة المكافئ المباشر (انظر المرفق II.4)، التي تحسب وحدة واحدة من الطاقة الثانوية المستمدة من المصادر غير الاحتراقية على أنها وحدة من الطاقة الأولية، غير أنها تعامل الطاقة الاحتراقية على أنها إمكانية الطاقة الموجودة في الوقود قبل معالجته أو احتراقه. وتحوّل الطاقة الأولية إلى طاقة ثانوية بالتنظيف (الغاز الطبيعي) أو التكرير (من النفط الخام إلى نواتج النفط)، أو بالتحويل إلى كهرباء أو حرارة. وعندما تسلّم الطاقة الثانوية إلى مرافق الاستعمال النهائي فإنها تسمى الطاقة النهائية (الكهرباء في مأخذ الكهرباء على الجدار)، عندها تصبح طاقة قابلة للاستعمال في خدمات الإمداد (مثلاً، الإضاءة).

Renewable energy
الطاقة المتجددة

أي شكل من أشكال الطاقة من المصادر الشمسية أو الجيوفيزيائية أو الأحيائية التي تتجدد تلقائياً بفعل الطبيعة بوتيرة تساوي أو تفوق معدل استخدامها. وللاطلاع على وصف أكثر تفصيلاً، انظر *Bioenergy*، و *Solar energy*، و *Hydropower*، و *Ocean*، و *Geothermal*، و *Wind energy*.

Secondary energy
الطاقة الثانوية

انظر *Primary energy*.

Energy access
الحصول على الطاقة

الحصول على خدمات طاقة نظيفة ويمكن التعويل عليها وميسورة التكلفة للطهي والتدفئة، والإضاءة، والاتصالات، والاستخدامات المنتجة (الفريق الاستشاري المعني بالطاقة وتغير المناخ، 2010).

Energy carrier
ناقل الطاقة

مادة تُستعمل لتوريد العمل الميكانيكي أو لنقل الحرارة. وتشمل أمثلة ناقلات الطاقة الوقود الصلب أو السائل أو الغازي (مثلاً، الكتلة الأحيائية، والفحم، والنفط، والغاز الطبيعي، والهيدروجين)؛ والسوائل المنضغطة والمسخّنة والمبرّدة (الهواء، والماء، والبخار)؛ والتيار الكهربائي.

Energy density
كثافة الطاقة

نسبة الطاقة المخزونة إلى حجم أو كتلة وقود أو بطارية.

Energy efficiency
كفاءة الطاقة

نسبة مخرجات الطاقة المفيدة أو عملية التحويل أو الأنشطة إلى مدخلاتها من الطاقة. وفي علم الاقتصاد، قد يصف هذا المصطلح نسبة المخرجات الاقتصادية إلى المدخلات من الطاقة. انظر أيضاً *Energy intensity*.

Energy intensity
كثافة الطاقة

نسبة استخدام الطاقة إلى الناتج الاقتصادي أو المادي.

Energy poverty
فقر الطاقة

عدم إمكانية الحصول على خدمات طاقة حديثة. انظر أيضاً *Energy access*.

Energy security
أمن الطاقة

هدف بلد معيّن، أو المجتمع العالمي بوجه عام، المتمثل في الحفاظ على إمدادات من الطاقة كافية ومستقرة ويمكن التنبؤ بها. وتشمل الإجراءات تأمين كفاية موارد الطاقة لتلبية الطلب الوطني على الطاقة بأسعار تنافسية ومستقرة وقدرة إمدادات الطاقة على الصمود؛ والتمكين من استحداث تكنولوجيات ونشرها؛ وبناء بنية تحتية كافية لتوليد إمدادات من الطاقة وتخزينها ونقلها؛ وتأمين عقود قابلة للتنفيذ من أجل توريد الطاقة.

Energy services
خدمات الطاقة

خدمة الطاقة هي الفائدة التي يتم الحصول عليها نتيجة لاستخدام الطاقة.

Energy system
نظام الطاقة

يضم نظام الطاقة جميع المكونات المتعلقة بإنتاج الطاقة وتحويلها وتوريدها واستخدامها.

Environmental effectiveness
الفعالية البيئية

تكون أي سياسة فعالة بيئياً بقدر تحقيقها هدفها البيئي المنتظر (مثل الحد من انبعاثات غازات الدفيئة (GHG)).

Environmental input-output analysis
تحليل المدخلات - المخرجات البيئية

طريقة تحليلية تُستخدم لعزو الآثار البيئية التي تنشأ في الإنتاج إلى فئات الاستهلاك النهائي، بواسطة مقلوب ليونتيف (Leontief) لجداول مدخلات - مخرجات بلد الاقتصادية. انظر أيضاً المرفق II.6.2.

Environmental Kuznets Curve
منحنى كوزنيتس البيئي

فرضية أن الآثار البيئية المختلفة تزيد في البداية ثم تقل في النهاية مع تزايد نصيب الفرد من الدخل.

Evidence
البيّنات

المعلومات التي تدل على صدق أو صحة معتقد أو اقتراح ما. وفي هذا التقرير، تعكس درجة البيّنات كمية المعلومات العلمية/الفنية التي استند إليها المؤلفون الرئيسيون في استنتاجاتهم. انظر أيضا *Agreement*، و *Confidence*، و *Likelihood*، و *Uncertainty*.

Externality / external cost / external benefit
الأثر الخارجي/التكلفة الخارجية/الفائدة الخارجية

تنشأ الآثار الخارجية من نشاط بشري عندما لا تراعي الجهات المسؤولة عن ذلك النشاط بصورة كاملة تأثيراته على إمكانيات الآخرين من حيث الإنتاج والاستهلاك، مع عدم وجود أي تعويض عن هذه التأثيرات. ومتى كانت التأثيرات سلبية فإنها تكون تكاليف خارجية. ومتى كانت التأثيرات إيجابية، فإنها تكون فوائد خارجية. انظر أيضاً *Social costs*.

Feed-in tariff (FIT)
تعريفة إمدادات الطاقة

سعر وحدة الطاقة الكهربائية (الحرارة) الذي يتعين أن يدفعه مرفق أو مورِّد الطاقة (الحرارة) نظير الكهرباء (الحرارة) الموزعة أو المتجددة التي تغذي بها المولدات غير التابعة للمرفق شبكة الكهرباء (شبكة الإمداد بالحرارة). وتنظّم سلطة عامة التعريفات.

Final energy
الطاقة النهائية

انظر *Primary energy*.

Flaring
الاشتعال

احتراق غازات النفايات والسوائل المتطايرة في الهواء الطلق، عبر المدخنة، أو في آبار أو حفارات النفط، أو في محطات التكرير أو مصانع المواد الكيميائية، أو في مدافن القمامة.

Flexibility Mechanisms
آليات المرونة

انظر *Kyoto Mechanisms*.

Food security
الأمن الغذائي

الحالة التي تسود عندما تتاح للناس سُبل الحصول المضمونة على كميات كافية من الأغذية المأمونة والمغذية من أجل نموهم الطبيعي وتطورهم وعيشهم حياة نشطة وفي صحة سليمة.

Forest
الغابة

نوع من الغطاء النباتي تغلب عليه الأشجار. وتُستخدم تعاريف كثيرة لمصطلح الغابة في مختلف أنحاء العالم، مما يعكس الفوارق الشاسعة في الأحوال البيولوجية - الفيزيائية، والبنية الاجتماعية، والاقتصاد. ووفقاً للتعريف الوارد في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) الصادرة عام 2005 الغابة هي مساحة من الأرض تبلغ ما يتراوح من 0.05 إلى 1 هكتار، تغطي ظليّة من الأشجار نسبة منها تتراوح من 10 إلى 30 في المائة. ويجب أن تكون للأشجار إمكانية أن يصل ارتفاعها إلى حد أدنى قدره 2-5 أمتار عند بلوغها مرحلة النضج في الموقع. وبإمكان أطراف الاتفاقية اختيار تعريف الغابة من بين تلك النطاقات. وحالياً، لا يعترف التعريف بالوحدات الأحيائية المختلفة، ولا يميز بين الغابات الطبيعية والمزارع، وهو وضع شاذ أشار كثيرون إلى أنه بحاجة إلى تصحيح.

وللاطلاع على مناقشة لمصطلح الغابة والمصطلحات المتصلة به مثل زرع الغابات، وإعادة زرع الغابات، وإزالة الغابات انظر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2000). وانظر أيضاً: تقرير عن الخيارات من تعاريف ومنهجيات في جرد الانبعاثات الناجمة عن تدهور الغابات وإزالة أنواع أخرى من الغطاء النباتي نتيجة النشاط البشري المباشر (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2003).

Forest management
إدارة الغابات

نظام ممارسات من أجل الإشراف على أراضي الغابات واستخدامها يهدف إلى تحقيق الوظائف الإيكولوجية (بما في ذلك التنوع البيولوجي) والاقتصادية والاجتماعية الهامة التي تؤديها الغابة على نحو مستدام (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 2002).

Forestry and Other Land Use (FOLU)
الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي

انظر *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*.

Fossil fuels
الوقود الأحفوري

الوقود الذي يشكل الكربون أساسه والمُستمد من رواسب الهيدروكربون الأحفوري، بما في ذلك الفحم والخث والنفط والغاز الطبيعي.

Free Rider
المنتفع بالمجان

كل من ينتفع من منفعة عامة بدون أن يساهم في تحقيقها أو في الحفاظ عليها.

Fuel cell
خلية وقود

تولّد خلية الوقود الكهرباء بطريقة مباشرة ومستمرة من تفاعل الهيدروجين الكهربائي الكيميائي المحكوم أو من وقود آخر أو من الأكسجين. وبما أن الخلية تستخدم الهيدروجين كوقود فإنها لا تُطلق إلا الماء والحرارة (بدون ثاني أكسيد الكربون) ويمكن استخدام الحرارة (انظر أيضاً *Cogeneration*).

Fuel poverty
فقر الوقود

حالة لا تستطيع فيها الأسرة المعيشية أن تضمن مستوى معيناً من استهلاك خدمات الطاقة المنزلية (لا سيما التدفئة) أو تعاني فيها من أعباء إنفاق غير متناسبة لتلبية هذه الاحتياجات.

Fuel switching
تغيير الوقود

بشكل عام، يعني هذا التعبير إحلال الوقود ألف محل الوقود باء. أما في إطار الحديث عن تغيّر المناخ فإنه يعني بشكل ضمني أن الوقود ألف محتواه الكربوني أقل من المحتوى الكربوني للوقود باء، كإحلال الغاز الطبيعي محل الفحم مثلاً.

General circulation (climate) model (GCM)
نموذج الدوران العام (المناخ)

انظر *Climate model*.

General equilibrium analysis
تحليل التوازن العام

يتناول تحليل التوازن العام في آن واحد جميع الأسواق والتأثيرات التفاعلية عبْر تلك الأسواق في اقتصاد يؤدي إلى التخلص من السلع في الأسواق. ونماذج التوازن العام (CGE) (القابلة للحساب) هي أدوات تشغيلية تُستخدم لإجراء هذا النوع من التحليل. انظر أيضا *Market equilibrium*.

Geoengineering
الهندسة الأرضية

تشير الهندسة الأرضية إلى مجموعة واسعة من الطرق والتكنولوجيات التي تهدف إلى تغيير نظام المناخ عمداً من أجل التخفيف من آثار تغير المناخ. وتُسفر معظم الطرق، ولكن ليس جميعها، عن (1) خفض مقدار الطاقة الشمسية الممتصة في نظام المناخ (إدارة الإشعاع الشمسي) أو (2) زيادة مصارف (أو بالوعات) الكربون الصادر من الغلاف الجوي على نطاق يكون كبيراً بدرجة تكفي لتغيير المناخ (إزالة ثاني أكسيد الكربون). ويتسم النطاق والقصد في هذا الصدد بأهمية محورية. وتتمثل خاصيتان رئيسيتان من خواص طرق الهندسة الأرضية تثيران قلقاً بوجه خاص في أنها تستخدم أو تؤثر في نظام المناخ مثل الغلاف الجوي، أو اليابسة، أو المحيطات) عالمياً أو إقليميا و/أو تكون لها تأثيرات جوهرية غير مقصودة عابرة للحدود الوطنية. وتختلف الهندسة الأرضية عن تغيير الطقس والهندسة الإيكولوجية، ولكن الخط الذي يفصلها عنهما قد يكون ضبابياً (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، 2012، ص 2).

Geothermal energy
الطاقة الحرارية الأرضية

الطاقة الحرارية المخزونة داخل كوكب الأرض ويمكن الحصول عليها.

Global Environment Facility (GEF)
مرفق البيئة العالمية

يساعد مرفق البيئة العالمية، الذي أنشئ سنة 1991، البلدان النامية على تمويل مشروعات وبرامج تحمي البيئة العالمية. فالمرفق يقدم الدعم لبرامج تتعلق بالتنوع البيولوجي وتغيّر المناخ والموارد المائية الدولية وتدهور الأراضي وطبقة الأوزون (O_3) والملوّثات العضوية الثابتة.

Global mean surface temperature
المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية

المتوسط العالمي المقدّر لدرجة حرارة الهواء السطحي. ولكن، نظراً للتغيرات التي حدثت بمرور الزمن، لم تعد تُستخدم سوى حالات الشذوذ، بوصفها انحرافات عن علم المناخ تستند في الأغلب إلى المتوسط العالمي المرجّح بالمنطقة لشذوذ درجة حرارة سطح البحر ودرجة حرارة الهواء السطحي في اليابسة.

Global warming
الاحترار العالمي
يشير الاحترار العالمي إلى الزيادة التدريجية، المرصودة أو المسقطة، في درجة حرارة سطح العالم، كأحد تداعيات القسر الإشعاعي الناتج عن الانبعاثات البشرية المنشأ.

Global Warming Potential (GWP)
إمكانية الاحترار العالمي
مؤشر مبني على الخصائص الإشعاعية لغازات الدفيئة (GHGs)، يقيس القسر الإشعاعي بعد انبعاث تنبذبي لكتلة وحدة واحدة من غاز دفيئة (GHG) معين في الغلاف الجوي الحالي والمدمج خلال فترة زمنية مختارة، بالنسبة إلى القسر الإشعاعي لثاني أكسيد الكربون (CO_2). وتمثل إمكانية الاحترار العالمي التأثير المشترك على طول الفترات الزمنية المختلفة التي تبقى خلالها تلك الغازات في الغلاف الجوي وفعاليتها النسبية في التسبب في القسر الإشعاعي. ويستند بروتوكول كيوتو إلى إمكانيات الاحترار العالمي الناتجة عن انبعاثات تنبذبية ضمن إطار زمني يبلغ 100 عام. وهذا التقرير يستخدم قيَماً لإمكانية الاحترار العالمي محسوبة بأفق زمني يبلغ 100 عام مستمدة في الغالب من تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ، ما لم يُذكر خلاف ذلك. (انظر المرفق II.9.1 للاطلاع على قيم إمكانية الاحترار العالمي لمختلف غازات الدفيئة).

Governance
الحوكمة
مفهوم كامل وشامل لتشكيلة كاملة من سُبل اتخاذ القرار والإدارة وتنفيذ السياسات والتدابير. وفي حين أن الحكم يرتبط بشكل وثيق بمفهوم الدولة - الأمة، فإن مفهوم الحوكمة الأكثر شمولاً يقر بمختلف مستويات الحكم (العالمي والدولي والإقليمي والمحلي) وبمساهمة القطاع الخاص والعناصر الفاعلة من المنظمات غير الحكومية والمجتمع المدني في معالجة مختلف أنواع القضايا التي تواجه المجتمع العالمي.

Grazing land management
إدارة أراضي الرعي
نظام الممارسات في الأراضي المستخدمة لأغراض الإنتاج الحيواني الذي يهدف إلى التلاعب بمقدار ونوع الغطاء النباتي والثروة الحيوانية المنتجة (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ، 2002).

Green Climate Fund (GCF)
صندوق المناخ الأخضر
أنشأت الدورة السادسة عشرة لمؤتمر الأطراف (COP) عام 2010 صندوق المناخ الأخضر ككيان تشغيلي تابع للآلية المالية لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (UNFCCC)، وفقا للمادة 11 من الاتفاقية، لدعم المشاريع والبرامج والسياسات وغيرها من الأنشطة في الأطراف من البلدان النامية. والصندوق يديره مجلس ويحصل على توجيه من مؤتمر الأطراف. ويوجد مقر الصندوق في سونغدو، بجمهورية كوريا.

Greenhouse effect
ظاهرة الدفيئة (ظاهرة الاحتباس الحراري)
الأثر الإشعاعي دون الأحمر لجميع المكونات التي تمتص ذلك الإشعاع في الغلاف الجوي. وتمتص غازات الدفيئة (GHGs)، والسحب، والأهباء الجوية (إلى حد قليل) الإشعاع الأرضي الذي ينبعث من سطح الأرض ومن أماكن أخرى في الغلاف الجوي. وينبعث من هذه المواد إشعاع دون أحمر في جميع الاتجاهات، ولكن، مع بقاء كل شيء آخر متعادلاً، يكون صافي المقدار المنبعث إلى الفضاء أقل عادةً مما كان سينبعث في حالة عدم وجود هذه المكونات الماصة بسبب الانخفاض في درجة الحرارة مع الارتفاع في التروبوسفير وما ينجم عن ذلك من إضعاف للانبعاث. ويؤدي حدوث زيادة في تركيز غازات الدفيئة (GHGs) إلى زيادة حجم هذا التأثير؛ ويسمى الفارق أحياناً ظاهرة الدفيئة المعززة. ويُسهم التغيّر في تركيز غازات الدفيئة (GHGs) بسبب الانبعاثات البشرية المنشأ في حدوث قسر إشعاعي فوري. وترتفع درجة حرارة سطح الأرض والتروبوسفير استجابة لهذا القسر، مما يعيد تدريجيا التوازن الإشعاعي في أعلى الغلاف الجوي.

Greenhouse gas (GHG)
غاز الدفيئة (غاز الاحتباس الحراري)
غازات الدفيئة هي المكونات الغازية للغلاف الجوي، سواء كانت طبيعية أو بشرية المنشأ، التي تمتص وتطلق الإشعاع عند أطول موجات محددة في نطاق طيف الإشعاع الأرضي الذي ينبعث من سطح كوكب الأرض، والغلاف الجوي ذاته، والسُحب. وتؤدي هذه الخاصية إلى تكوّن ظاهرة الدفيئة. وغازات الدفيئة الرئيسية الموجودة في الغلاف الجوي لكوكب الأرض هي بخار الماء (H_2O)، وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، وأكسيد النيتروز (N_2O)، والميثان (CH_4)، والأوزون (O_3). وعلاوة على ذلك، يوجد في الغلاف الجوي عدد من غازات الدفيئة البشرية المنشأ كلياً، مثل المواد الهالوكربونية وغيرها من المواد المحتوية على الكلور والبروم، التي يتناولها بروتوكول مونتريال. وإضافة إلى ثاني أكسيد الكربون، وأكسيد النيتروز، والميثان، يتناول بروتوكول كيوتو غازات الدفيئة التالية: سادس فلوريد الكبريت (SF_6)، ومركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs)، والهيدروكربون المشبّع بالفلور (PFCs). وللاطلاع على قائمة غازات الدفيئة الممتزجة جيداً، انظر الجدول 2 - ألف - 1 في تقرير التقييم الخامس للفريق العامل الأول.

Gross Domestic Product (GDP)
الناتج المحلي الإجمالي
مجموع القيمة الإجمالية المضافة، بسعر الشراء، من طرف المنتجين المقيمين وغير المقيمين في الاقتصاد، مضافاً إليه جميع الضرائب ومطروحاً منه الإعانات التي لا تدرج في قيمة المنتجات في بلد أو منطقة جغرافية لفترة زمنية محددة تكون عاماً عادةً. ويُحسب الناتج المحلي الإجمالي بدون خصم انخفاض قيمة الأصول المصنوعة أو نضوب الموارد الطبيعية أو تدهورها.

Gross National Expenditure (GNE)
الإنفاق القومي الإجمالي
القيمة الكلية للاستهلاك العام والخاص والنفقات الرأسمالية لأمة. وبوجه عام، يكون الحساب القومي متوازناً بحيث يكون الناتج المحلي الإجمالي (GDP) + الاستيراد = الإنفاق القومي الإجمالي + التصدير.

Gross National Product
الناتج القومي الإجمالي
القيمة المضافة من المصادر المحلية والخارجية التي يطالب بها المقيمون. ويتألف الناتج القومي الإجمالي من الناتج المحلي الإجمالي (GDP) زائداً صافي إيرادات الدخل الأولي من غير المقيمين.

Gross World Product
الناتج العالمي الإجمالي
تجميع للنواتج المحلية الإجمالية (GDP) لفرادى البلدان للتوصل إلى الناتج المحلي الإجمالي العالمي.

Heat island
جزر الاحترار الحضرية
الدفء النسبي في مدينة ما مقارنةً بالمناطق الريفية المحيطة بها، والمرتبط بالتغيرات في السيح، والآثار على الاحتفاظ بالحرارة، والتغيرات في الألبيدو السطحي.

Human Development Index (HDI)
دليل التنمية البشرية
يتيح دليل التنمية البشرية تقييم مدى التقدم الذي أحرزته البلدان في مجال التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وهو مركب من ثلاثة مؤشرات هي: (1) الصحة وتقاس بالعمر المتوقع عند الولادة؛ و (2) المعرفة وتقاس بمزيج من معدل تمكُّن الكبار من القراءة والكتابة ونسبة القيد في التعليم الابتدائي والثانوي والعالي و (3) مستوى المعيشة ويقاس بحصة الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (GDP) (حسب تعادل القوة الشرائية). ويحدد دليل التنمية البشرية حداً أدنى وحداً أقصى لكل بُعد من الأبعاد، تسمى

المواقع المستهدفة، ثم يبيّن موقع كل بلد بالنسبة إلى تلك المواقع المستهدفة، معبراً عنه كقيمة بين صفر و 1. ولا يكون دليل التنمية البشرية إلا بمثابة كناية عامة عن بعض القضايا الرئيسية للتنمية البشرية؛ فهو لا يعبّر مثلاً عن قضايا من قبيل المشاركة السياسية أو أوجه انعدام المساواة بين الجنسين.

Hybrid vehicle
المركبة الهجينة

أي مركبة تستعمل مصدريّ دسر (دفع)، خاصة المركبة التي تجمع بين محرّك داخلي الاحتراق ومحرك كهربائي.

Hydrofluorocarbons (HFCs)
مركّبات الهيدروفلوروكربون

أحد الأنواع الستة من غازات الدفيئة (GHGs) أو مجموعات غازات الدفيئة التي يتعين التخفيف منها بمقتضى بروتوكول كيوتو. وهي تُنتج تجارياً كبديل عن مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs). وتُستعمل مركبات الهيدروفلوروكربون على نطاق واسع في التبريد وصناعة أشباه الموصّلات. انظر أيضاً *Global Warming Potential (GWP)* والمرفق II.9.1 للاطلاع على قيم إمكانية الاحترار العالمي.

Hydropower
الطاقة المائية

الطاقة المسخّرة من تدفق المياه.

Incremental costs
التكاليف التراكمية

انظر *Climate finance*.

Incremental investment
الاستثمار التراكمي

انظر *Climate finance*.

Indigenous peoples
الشعوب الأصلية

الشعوب والأمم الأصلية هي تلك التي، لما لديها من استمرارية تاريخية مع مجتمعات ما قبل الغزو وما قبل الاستعمار التي نشأت على أراضيها، تعتبر نفسها متميزة عن القطاعات الأخرى من المجتمعات التي تسود الآن في تلك الأراضي، أو في أجزاء منها. وهي تشكّل حالياً بصفة أساسية قطاعات غير سائدة من قطاعات المجتمع تكون مصمّمة في أغلب الأحيان على أن تصون أراضي أسلافها، وهويتها الإثنية، وأن تنميها وتنقلها إلى أجيال المستقبل، باعتبار ذلك هو أساس وجودها المستمر كشعوب، وفقاً لأنماطها الثقافية، ومؤسساتها الاجتماعية، ونظامها القانوني العرفي.

Indirect emissions
الانبعاثات غير المباشرة

انظر *Emissions*.

Indirect land use change (iLUC)
التغيّر غير المباشر في استخدام الأراضي

انظر *Land use*.

Industrial Revolution
الثورة الصناعية

حقبة نمو صناعي سريع ذي عواقب اجتماعية واقتصادية بعيدة المدى، بدأت في بريطانيا أثناء النصف الثاني من القرن الثامن عشر وامتدت إلى بقية أوروبا ثم إلى بلدان أخرى من بينها الولايات المتحدة. وكان اختراع المحرّك البخاري مفجّراً هاما لهذا التطور. وتمثل الثورة الصناعية بداية حدوث زيادة كبيرة في استخدام الوقود الأحفوري، وفي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري بوجه خاص. وفي هذا التقرير يشير مصطلحا ما قبل العصر الصناعي والعصر الصناعي، بشكل تعسفي إلى حد ما، إلى الفترة التي سبقت عام 1750 وإلى الفترة التالية لذلك العام، على الترتيب.

Industrialized countries/developing countries
البلدان الصناعية/البلدان النامية

يوجد تنوع في نُهج تصنيف البلدان على أساس مستوى التنمية لديها، وتعريف مصطلحات مثل الصناعية، أو المتقدمة النمو، أو النامية. وتُستعمل تصنيفات متعددة في هذا التقرير. (1) ففي منظومة الأمم المتحدة، لا يوجد عُرف مستقر لتسمية البلدان أو المناطق المتقدمة النمو والنامية. (2) تحدِّد شعبة الإحصاءات بالأمم المتحدة الأقاليم المتقدمة النمو والأقاليم النامية استناداً إلى ممارسة عامة. وإضافة إلى ذلك، تسمى بلدان محددة أقل البلدان نمواً (LCD)، والبلدان النامية غير الساحلية، والدول الجزرية الصغيرة النامية، والبلدان ذات الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية. وترد بلدان كثيرة في أكثر من فئة واحدة من هذه الفئات. (3) يستعمل البنك الدولي الدخل باعتباره المعيار الرئيسي لتصنيف البلدان في فئة المنخفضة الدخل، والمنتمية إلى الشريحة الدنيا من المتوسطة الدخل، والمنتمية إلى الشريحة العليا من المتوسطة الدخل، والمرتفعة الدخل. (4) يقوم برنامج الأمم المتحدة الإنمائي بتجميع مؤشرات تتعلق بمتوسط العمر المتوقع، والتحصيل التعليمي، والدخل في دليل تنمية بشرية مركّب *(HDI)* وحيد لتصنيف البلدان في فئة البلدان ذات التنمية البشرية المنخفضة أو المتوسطة أو العالية أو العالية جداً. انظر الإطار 1-2 في تقرير التقييم الخامس للفريق العامل الثاني.

Input-output analysis
تحليل المدخلات - المخرجات

انظر *Environmental input-output analysis*.

Institution
المؤسسة

المؤسسات هي القواعد والأعراف المشتركة بين عناصر فاعلة اجتماعية التي توجّه التفاعل الإنساني وتقيّده وتشكّله. وقد تكون المؤسسات رسمية، مثل القوانين والسياسات، أو غير رسمية، مثل الأعراف والأساليب المتعارف عليها. وتنشأ المنظمات - مثل البرلمانات، والوكالات التنظيمية، والشركات الخاصة، والهيئات المجتمعية - وتعمل استجابة لأطر مؤسسية وللحوافز التي تؤطرها. ويمكن أن توجه المؤسسات التفاعل الإنساني وتقيّده وتشكّله من خلال السيطرة المباشرة، ومن خلال الحوافز، ومن خلال عمليات التنشئة الاجتماعية.

Institutional feasibility
الجدوى المؤسسية

الجدوى المؤسسية ذات جزأين أساسيين: (1) مدى حجم العمل الإداري، للسلطات العامة وللكيانات الخاضعة للتنظيم، و (2) مدى اعتبار السياسة مشروعة، ونيلها قبولاً، واعتمادها، وتنفيذها.

Integrated assessment
التقييم المتكامل

طريقة في التحليل تجمع ما بين نتائج ونماذج من علوم الفيزياء والأحياء والاقتصاد والعلوم الاجتماعية، والتفاعلات بين هذه العناصر، وذلك ضمن إطار متسق لتقييم حالة وعواقب التغير البيئي واستجابات السياسات له. انظر أيضاً *Integrated Models*.

Integrated models
النماذج المتكاملة

انظر *Models*.

IPAT identity
هوية إيبات

IPAT هي حروف صيغة طُرحت لوصف تأثير النشاط البشري على البيئة. والتأثير (I) يُنظر إليه على أنه نتاج حجم السكان (P)، والوفرة (A= الناتج المحلي الإجمالي للشخص) والتكنولوجيا (T= التأثير لكل وحدة من وحدات الناتج المحلي الإجمالي). وفي هذا التصوير المفاهيمي، يؤدي النمو السكاني بحكم تعريفه إلى تأثير بيئي أكبر إذا كان A و T ثابتين، ويؤدي كذلك الدخل الأعلى إلى تأثير أكبر (Ehrlich and Holdren، 1971).

Iron fertilization
التخصيب بالحديد

الإدخال العمدي للحديد في الطبقة العلوية من المحيط المقصود به تعزيز الإنتاجية الأحيائية التي يمكن أن تقوم بتنحية كمية إضافية من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الموجود في الغلاف الجوي في المحيطات. انظر أيضاً *Geoengineering* و *Carbon Dioxide Removal (CDR)*.

Jevon›s paradox
تناقض جيفون

انظر *Rebound effect*.

Joint Implementation (JI)
التنفيذ المشترك

آلية معرّفة في المادة 6 من بروتوكول كيوتو، يجوز من خلالها للمستثمرين (حكومات أو شركات) من البلدان المتقدمة النمو (المدرجة في المرفق باء) تنفيذ مشروعات تنفيذا مشتركاً للحد من الانبعاثات أو تقليلها أو لتحسين المصارف، وتقاسم وحدات خفض الانبعاثات (ERU). انظر أيضاً *Kyoto Mechanisms*.

Kaya identity
هوية كايا

في هذه الهوية تساوي الانبعاثات العالمية حجم السكان، مضروباً في نصيب الفرد من الناتج العالمي الإجمالي، مضروباً في كثافة استخدام الإنتاج للطاقة، مضروباً في كثافة الكربون في الطاقة.

Kyoto Mechanisms (also referred to as Flexibility Mechanisms)
آليات كيوتو (تسمى أيضا آليات المرونة)

آليات قائمة على السوق يمكن للأطراف في بروتوكول كيوتو استخدامها في محاولة للتقليل من التأثيرات الاقتصادية المحتملة لالتزامها بالحد من انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) أو التقليل منها. وهي تشمل التنفيذ المشترك (المادة 6)، وآلية التنمية النظيفة (المادة 12)، والاتجار بالانبعاثات (المادة 17).

Kyoto Protocol
بروتوكول كيوتو

اعتُمد بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) عام 1997 في كيوتو، باليابان، في الدورة الثالثة لمؤتمر الأطراف (COP) في الاتفاقية. ويشمل البروتوكول تعهدات ملزمة قانوناً إضافة إلى تلك التعهدات الواردة في الاتفاقية. وقد وافقت البلدان المدرجة في المرفق باء بالبروتوكول (معظم بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية) على تخفيض انبعاثاتها من غازات الدفيئة(GHG) البشرية المنشأ (ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والميثان(CH_4) ، وأكسيد النيتروز (N_2O)، ومركّبات الهيدروفلوروكربون (HFCs)، ومركبات الكربون المشبعة بالفلور (PFCs)، وسداسي فلوريد الكبريت (SF_6) بنسبة 5 في المائة على الأقل دون مستويات عام 1990 وذلك خلال فترة الالتزام الممتدة من عام 2008 إلى عام 2002. ودخل بروتوكول كيوتو حيز النفاذ في 16 شباط/فبراير 2005.

(Land use (change, direct and indirect
استخدام الأراضي (التغيّر، المباشر وغير المباشر)

يشير استخدام الأراضي إلى مجموع الترتيبات والأنشطة والمدخلات التي يُضطلع بها في نوع معين من غطاء الأراضي (مجموعة من الأفعال البشرية). ويُستعمل مصطلح استخدام الأراضي أيضا بمعنى الأغراض الاجتماعية والاقتصادية المنشودة من إدارة الأراضي (مثل الرعي واستخراج الأخشاب والحفظ). وهو يتعلق في المستوطنات الحضرية باستخدامات الأراضي داخل المدن وأطرافها النائية. ولاستخدام الأراضي الحضرية انعكاسات على إدارة المدن وبنيتها وشكلها ومن ثم على الطلب على الطاقة، وانبعاثات غازات الدفيئة (GHG)، والتنقل، بين جوانب أخرى.

Land use change (LUC)
التغيّر في استخدام الأراضي

يشير التغيّر في استخدام الأراضي إلى التغير في استخدام أو إدارة الإنسان للأراضي بطريقة تفضي إلى تغيّر الغطاء الأرضي. وقد يؤثر الغطاء الأرضي التغير في استخدام الأراضي على الألبيدو السطحي، أو التبخر النتحي، أو مصادر ومصارف غازات الدفيئة، أو على خواص أخرى يتسم بها نظام المناخ وقد يولّد بذلك قسراً إشعاعياً و/أو تأثيرات أخرى على المناخ، على الصعيد المحلي أو العالمي. انظر أيضا التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2000).

Indirect land use change (iLUC)
التغيّر غير المباشر في استخدام الأراضي

يشير التغيّر غير المباشر في استخدام الأراضي إلى تحولات تحدث في استخدام الأراضي بفعل تغيّر في مستوى إنتاج مُنتج زراعي في مكان آخر، تحت تأثير الأسواق في الغالب أو مدفوعاً بالسياسات. فعلى سبيل المثال، إذا جرى تحويل أرض زراعية إلى إنتاج الوقود، قد تُزال غابة في مكان آخر لتحل محل الإنتاج الزراعي السابق. انظر أيضا *Afforestation*، و *Deforestation*، و *Reforestation*.

Land use, land use change and forestry (LULUCF)
استخدام الأراضي، والتغيّر في استخدام الأراضي، والحراجة (LULUCF)

قطاع من مخزونات غازات الدفيئة (GHG) يغطي انبعاثات غازات الدفيئة (GHGs) الناتجة عن استخدام الأراضي المباشر البشري؛ والتغيّر في استخدام الأراضي، وأنشطة الحراجة باستثناء الانبعاثات الزراعية، ويغطي عمليات إزالة تلك الغازات. انظر أيضاً *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*.

Land value capture
التعبير عن قيمة الأراضي

آلية تمويل تدور عادةً حول نظم النقل، أو بنى تحتية أو خدمات أخرى، تعبّر عن زيادة قيمة الأرض نتيجة لتحسن إمكانية الاستفادة منها.

Leakage
التسرُّب

ظواهر تقابل بها إلى درجة ما الانخفاض في الانبعاثات (بالنسبة إلى خط أساس) في ولاية قضائية مرتبطة أو في قطاع مرتبط بتنفيذ سياسة تخفيف زيادة تحدث خارج الولاية القضائية أو القطاع من خلال تغييرات مستحثّة في الاستهلاك والإنتاج والأسعار والتجارة بين الولايات القضائية/القطاعات. ويمكن أن يحدث التسرب على عدد من المستويات، قد تكون مشروعاً، أو دولة، أو مقاطعة، أو أمة، أو إقليماً عالميا. انظر أيضا *Rebound effect*.

وفي سياق ثاني أكسيد الكربون وتخزينه *(CCS)*، يشير 'تسرب ثاني أكسيد الكربون' إلى إفلات ثاني أكسيد الكربون *(CO_2)* المحقون من موقع التخزين وانبعاثه في نهاية المطاف إلى الغلاف الجوي. وفي سياق المواد الأخرى، يُستخدم المصطلح بشكل أكثر عمومية، مثلما يحدث في حالة 'تسرب الميثان *(CH_4)*' (مثلاً، من أنشطة استخراج الوقود الأحفوري) و'تسرب المواد الهيدروفلوروكربونية *(HFC)*' (مثلاً، من نظم التبريد وتكييف الهواء).

Learning curve/rate
منحنى/معدل التعلّم

انخفاض تكلفة أو ثمن التكنولوجيات كدالة على تزايد الإمدادات (المجموع أو سنويا). ومعدل التعلّم هو النسبة المئوية للانخفاض في التكلفة أو الثمن لكل تضاعُف في الإمدادات التراكمية (ويسمى أيضا نسبة التقدم).

Least Developed Countries (LDCs)
أقل البلدان نمواً

قائمة بلدان يحددها المجلس الاقتصادي والاجتماعي التابع للأمم المتحدة (ECOSOC) باعتبار أنها تستوفي ثلاثة معايير: (1) معيار انخفاض الدخل دون عتبة معيّنة لنصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي تتراوح من 750 دولاراً أمريكياً إلى 900 دولار أمريكي، و (2) ضعف في الموارد البشرية استناداً إلى مؤشرات الصحة والتعليم ومعرفة الكبار للقراءة والكتابة، و (3) ضعف اقتصادي استناداً إلى مؤشرات بشأن انعدام استقرار الإنتاج الزراعي، وانعدام استقرار تصدير السلع والخدمات، والأهمية الاقتصادية للأنشطة غير التقليدية، وتركيز الصادرات السلعية، وعائق صغر الحجم الاقتصادي. والبلدان التي تصنّف في هذه الفئة تستحق الاستفادة من عدد من البرامج التي تركز على مساعدة البلدان الأشد احتياجاً. وتشمل هذه الامتيازات فوائد معينة بمقتضى مواد اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ(UNFCCC) . انظر أيضا *Industrialized/developing countries*.

Levelized cost of conserved carbon (LCCC)
التكلفة المستوية للكربون المحفوظ

انظر المرفق II.3.1.3 للاطلاع على المفاهيم والتعريف.

Levelized cost of conserved energy (LCCE)
التكلفة المستوية للطاقة المحفوظة

انظر المرفق الثاني II.3.1.2 للاطلاع على المفاهيم والتعريف.

Levelized cost of energy (LCOE)
التكلفة المستوية للطاقة

انظر المرفق الثاني II.3.1.1 للاطلاع على المفاهيم والتعريف.

Lifecycle Assessment (LCA)
تقييم دورة العُمر

تقييم دورة العمر هو تقنية تُستخدم على نطاق واسع يعرّفها معيار الأيزو 14040 بأنها "تجميع وتقييم المدخلات والمخرجات والتأثيرات البيئية المحتملة لنظام منتج على امتداد دورة عمره". ونتائج دراسات ذلك التقييم تعتمد اعتماداً شديداً على حدود النظام التي تجري داخله. والمقصود بالتقنية هو المقارنة النسبية لوسيلتين متماثلتين لاستكمال مُنتج. انظر أيضاً المرفق II.6.3.

Likelihood
الأرجحية

أرجحية حدوث نتيجة محددة، بحيث يمكن تقديرها على نحو احتمالي. ويشار إلى ذلك في هذا التقرير باستعمال المصطلحات المعيارية (Mastrandrea وآخرون، 2010): يقال عن حالات حدوث/نتائج، أو نطاق حالات حدوث/نتائج،معينة ظاهرة غير مؤكدة لديها درجة احتمال قدرها >99 % إنها 'مؤكدة تقريباً'، ويقال عن تلك التي لديها درجة احتمال قدرها >90% إنها 'مرجحة جداً'، ويقال عن تلك التي لديها درجة احتمال قدرها >66% إنها 'مرجحة'، ويقال عن تلك التي لديها درجة احتمال تتراوح من 33 إلى 66 % إن 'أرجحية حدوثها تقارب أرجحية عدمه'، ويقال عن تلك التي لديها درجة احتمال قدرها >33% إنها 'غير مرجحة'، ويقال عن تلك التي لديها درجة احتمال قدرها >10% إنها 'غير مرجحة إلى حد كبير'، ويقال عن تلك التي لديها درجة احتمال قدرها >1% إنها 'غير مرجحة بشكل استثنائي'. انظر أيضاً *Agreement*، و *Confidence*، و *Evidence*، و *Uncertainty*.

Lock-in
عدم القدرة على الفكاك (الانحباس)

يحدث عدم القدرة على الفكاك عندما يظل سوق مقيّداً بمعيار حتى وإن كان المشاركون في السوق سيصبحون أفضل حالاً في حالة وجود بديل لذلك المعيار.

Marginal abatement cost (MAC)
التكاليف الحدية للحد من الانبعاثات

تكلفة وحدة واحدة من التخفيف الإضافي.

Market barriers
الحواجز السوقية

تعني الحواجز السوقية في سياق التخفيف من آثار تغيّر المناخ الظروف التي تمنع أو تعيق انتشار التكنولوجيات أو الممارسات الفعالة التكلفة والتي من شأنها التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة (GHG).

Market-based mechanisms, GHG emissions
الآليات القائمة على السوق، انبعاثات غازات الدفيئة

نُهج تنظيمية تستخدم آليات الأسعار (كالضرائب والاتجار بالحصص القابلة للتداول)، من بين أدوات أخرى، للحد من مصادر غازات الدفيئة (GHGs) أو لتعزيز مصارف تلك الغازات.

Market exchange Rate (MER)
سعر الصرف السائد في السوق

سعر صرف العملات الأجنبية. وتقوم معظم الاقتصادات بنشر تلك الأسعار يومياً وهي قليلة التباين بين جميع البورصات. وقد يظهر اختلاف كبير لدى بعض الاقتصادات النامية بين أسعار الصرف الرسمية وأسعار الصرف في السوق السوداء، بحيث يصعب تحديد سعر الصرف السائد في السوق. انظر أيضاً *Purchasing power parity (PPP)* والمرفق II.1.3 للاطلاع على عملية التحويل النقدي المستخدمة في هذا التقرير كله.

Market failure
إخفاق السوق

عندما تُتخذ القرارات الخاصة على أساس أسعار السوق التي لا تعكس الندرة الفعلية للسلع والخدمات، بل تعكس تشوهات السوق، فإنها لا تخصص الموارد بشكل فعال وإنما تتسبب في نقص في مستوى المعيشة. ويحدث تشوّه السوق عندما يبلغ السوق سعر تصفية سلعه المختلف اختلافاً كبيراً عن السعر الذي كان السوق سيحققه عندما يعمل في ظل ظروف منافسة تامة وإنفاذ الدولة للعقود القانونية وملكية الممتلكات الخاصة. ومن أمثلة العوامل التي تتسبب في حيود أسعار السوق عن الندرة الاقتصادية الآثار الخارجية البيئية والمنافع العامة، وقوة الاحتكار، وعدم تماثل المعلومات، وتكاليف المعاملات، والسلوك غير الرشيد. انظر أيضا *Economic efficiency*.

Material flow analysis (MFA)
تحليل تدفق المواد

تقييم منتظم لتدفقات ومخزونات المواد في إطار نظام محدد مكانياً وزمنياً (Brunner and Rechberger، 2004). انظر أيضاً المرفق II.6.1.

Measures
التدابير

التدابير في السياسة المناخية هي تكنولوجيات وعمليات وممارسات تُسهم في التخفيف من تأثيرات غازات الدفيئة، ومن الأمثلة على هذه التدابير تكنولوجيات الطاقة المتجددة، وعمليات تقليل النفايات إلى الحد الأدنى، وممارسات التنقل باستخدام وسائل النقل العام، وغير ذلك.

Meeting of the Parties (CMP)
اجتماع الأطراف

يعمل مؤتمر الأطراف (COP) في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) كاجتماع للأطراف (CMP)، وهو الهيئة العليا لبروتوكول كيوتو، منذ أن دخل البروتوكول حيّز النفاذ في 16 شباط/فبراير 2005. والأطراف في بروتوكول كيوتو هي وحدها التي يمكنها أن تشارك في المداولات وأن تتخذ القرارات.

Methane (CH4)
الميثان

أحد غازات الدفيئة (GHGs) الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو وهو المكوّن الرئيسي للغاز الطبيعي ويرتبط بكافة أنواع وقود الهيدروكربون. وتحدث انبعاثات كبيرة منه نتيجة لتربية الحيوانات والزراعة وتمثل إدارتهما خياراً رئيسياً من أجل التخفيف. انظر أيضاً *Global Warming Potential (GWP)* والمرفق II.9.1 للاطلاع على قيم إمكانية الاحترار العالمي.

Methane recovery
استخلاص الميثان

أي عملية تُحتجز بها انبعاثات الميثان (CH_4) (مثلاً من آبار النفط أو الغاز، أو طبقات الفحم، أو مستنقعات الخث، أو أنابيب نقل الغاز، أو مدافن القمامة، أو الهواضم اللاهوائية) وتُستعمل كوقود أو في غرض اقتصادي آخر (كخام تغذية كيميائي مثلاً).

Millennium Development Goals (MDGs)
الأهداف الإنمائية للألفية

مجموعة من ثمانية أهداف ذات أطر زمنية محددة وقابلة للقياس القصد منها مكافحة الفقر، والجوع، والمرض، والأمية، والتمييز ضد المرأة، وتردي البيئة. وقد اتُفق على هذه الأهداف في قمة الأمم المتحدة للألفية التي عُقدت في عام 2000 مع خطة عمل لتحقيق الأهداف.

Mitigation (of climate change)
التخفيف (من آثار تغير المناخ)

تدخُّل بشري للحد من مصادر، أو تعزيز مصارف، غازات الدفيئة. ويقيِّم هذا التقرير أيضاً التدخلات البشرية للحد من مصادر مواد أخرى التي ربما كانت تساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في الحد من آثار تغير المناخ، ومن هذه التدخلات مثلاً الحد من انبعاثات الجسيمات (PM) التي يمكن أن تغيّر مباشرةً التوازن الإشعاعي (مثل الكربون الأسود) أو التدابير التي تتحكم في انبعاثات أحادي أكسيد الكربون، وأكسيدات النيتروجين، والمركّبات العضوية المتطايرة (VOCs) وغيرها من الملوثات التي يمكن أن تغيّر تركيز الأوزون في التروبوسفير الذي يؤثر تأثيراً غير مباشر على المناخ.

Mitigation capacity
القدرة على التخفيف

قدرة بلد ما على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) البشرية المنشأ أو على تعزيز المصارف الطبيعية، حيث تعني القدرة المهارات والكفاءات والآلية والبراعات التي اكتسبها البلد المعني والتي تعتمد على التكنولوجيا والمؤسسات والثروة والإنصاف والبنية التحتية والمعلومات. وتعتبر القدرة على التخفيف متأصلة في مسار التنمية المستدامة (SD) لذلك البلد.

Mitigation scenario
سيناريو التخفيف

تصوير معقول للمستقبل، يصف الكيفية التي يستجيب بها النظام (المدروس) لتنفيذ سياسات وتدابير للتخفيف. انظر أيضاً *Baseline/reference*، و *Climate scenario*، و *Emission scenario*، و *Representative Concentration Pathways*، و *Scenario*، و *Shared socio-economic pathways*، و *Socio-economic scenarios*، و *SRES scenarios*، و *Stabilization*، و *Transformation pathways*.

Models
النماذج

محاكاة منظَّمة هيكلياً لخصائص نظام ما وآلياته تحاكي مظاهر النُظم وأنماط عملها، ومنها مثلاً المناخ، واقتصاد بلد ما أو محصول. وتشمل النماذج الرياضية تجميعاً لمتغيرات وعلاقات (كثيرة) (عادةً في شفرة حاسوبية) لمحاكاة طريقة عمل النظام وأدائه من حيث التقلبات في المعالم والمدخلات.

Computable General Equilibrium (CGE) Model
نموذج التوازن العام القابل للحساب

فئة من النماذج الاقتصادية التي تستخدم بيانات اقتصادية فعلية (أي بيانات المدخلات/المخرجات)، وتبسّط توصيف السلوك الاقتصادي، وتحل النظام بأكمله عددياً. وتحدد هذه النماذج جميع العلاقات الاقتصادية في مصطلحات رياضية وتتنبأ بالتغيرات في المتغيرات مثل الأسعار والإنتاج والرفاه الاقتصادي التي تنجم عن حدوث تغيّر في السياسات الاقتصادية، والمعلومات المعطاة عن التكنولوجيات وأفضليات المستهلكين (Hertel، 1997). انظر أيضا *General equilibrium analysis*.

Integrated Model
النموذج المتكامل

تستكشف النماذج المتكاملة التفاعلات بين قطاعات متعددة في الاقتصاد أو مكونات نُظم معينة، مثل نظام الطاقة. وهي تشير في سياق مسارات التحول إلى النماذج التي تشمل، كحد أدنى، تمثيلاً كاملاً ومفصلاً لنظام الطاقة وصلته بالاقتصاد العام مما يتيح النظر في التفاعلات فيما بين مختلف عناصر ذلك النظام. وقد تشمل النماذج المتكاملة أيضاً تمثيلاً للاقتصاد بأكمله، واستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي، ونظام المناخ. انظر أيضاً *Integrated assessment*.

Sectoral Model
النموذج القطاعي

في سياق هذا التقرير لا تتناول النماذج القطاعية إلا قطاعاً واحداً من القطاعات الأساسية التي ترد مناقشتها في هذا التقرير، مثل المباني والصناعة والنقل والإمداد بالطاقة والزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي.

Montreal Protocol
بروتوكول مونتريال

اعتُمد بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة لطبقة الأوزون في مونتريال في عام 1987 وعُدِّل بعد ذلك ونُقح في لندن (1990)، وفي كوبنهاغن (1992)، وفي فيينا (1995)، وفي مونتريال (1997)، وفي بيجين (1999). وهو ينظّم استهلاك وإنتاج الكيماويات المحتوية على الكلور والبروم التي تدمر أوزون (O_3) الستراتوسفير مثل مركّبات الكلوروفلوروكربون(CFCs)، والميثيل كلوروفورم، وتتراكلوريد الكربون، وغيرها كثير.

Multi-criteria analysis
تحليل متعدد المعايير

تحليل يُدمج مختلف بارامترات اتخاذ القرارات والقيم بدون إعطاء قيم نقدية لكافة البارامترات. ويمكن أن يجمع التحليل المتعدد المعايير بين المعلومات الكمية والنوعية. وهو يشار إليه أيضاً باسم *Multi-attribute analysis*.

Multi-attribute analysis
تحليل متعدد الخصائص

انظر *Multi-criteria analysis*.

Multi-gas
الغازات المتعددة

إلى جانب ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ، هناك مكونات قسر أخرى تؤخذ في الاعتبار مثلا في الحد من مجموعة من انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) (ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والميثان (CH_4)، وأكسيد النيتروز (N_2O)، والغازات المفلورة) أو تثبيت تركيزات مكافئ ثاني أكسيد الكربون (تثبيت الغازات المتعددة، ومن بينها غازات الدفيئة GHGs والأهباء الجوية).

Nationally Appropriate Mitigation Action (NAMA)
تدابير التخفيف المناسبة على الصعيد الوطني

تدابير التخفيف المناسبة على الصعيد الوطني هي مفهوم لإقرار وتمويل تخفيضات الانبعاثات من قِبَل البلدان النامية في نمط مناخي لما بعد عام 2012 يتحقق من خلال اتخاذ إجراءات تُعتبر مناسبة في سياق وطني معيّن. وقد أُدخل هذا المفهوم لأول مرة في خطة عمل بالي في عام 2007 ويرد في اتفاقات كانكون.

Nitrogen oxides (NO_x)
أكسيدات النيتروجين

أي أكسيد من أكسيدات النيتروجين المتعددة.

Nitrous oxide (N_2O)
أكسيد النيتروز

أحد غازات الدفيئة (GHGs) الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو. والمصدر الرئيسي البشري المنشأ لأكسيد النيتروز هو الزراعة (إدارة التربة والسماد الحيواني) ولكن من مصادره أن الهامة أيضاً معالجة مياه الصرف، وحرق الوقود الأحفوري، والعمليات الصناعية الكيميائية. وينتُج أكسيد النيتروز بصورة طبيعية أيضاً من مصادر بيولوجية متعددة متنوعة في التربة والماء، ولا سيما فعل الجراثيم في الغابات المدارية الرطبة. انظر أيضا *Global Warming Potential (GWP)* والمرفق II.9.1 للاطلاع على قيم إمكانية الاحترار العالمي.

Non-Annex I Parties/countries
الأطراف/البلدان غير المدرجة في المرفق الأول

الأطراف المدرجة في المرفق الأول هي في معظمها بلدان نامية. وتعترف الاتفاقية بأن مجموعات معيّنة من البلدان النامية عرضة للتأثر على وجه الخصوص بالتأثيرات السلبية لتغير المناخ، بما في ذلك البلدان التي توجد لديها مناطق ساحلية منخفضة وتلك المعرضة للتصحر والجفاف. وتشعر بلدان أخرى، مثل البلدان التي تعتمد اعتماداً شديداً على دخلها من إنتاج الوقود الأحفوري وتجارته، بأنها أكثر تعرضاً للتأثيرات الاقتصادية المحتملة لتدابير التصدي لتغير المناخ. وتشدد الاتفاقية على الأنشطة التي تبشر بتلبية الاحتياجات والشواغل الخاصة لهذه البلدان الهشة، مثل الاستثمار والتأمين ونقل التكنولوجيا. انظر أيضاً *Annex I Parties/countries*.

Normative analysis
التحليل المعياري

تحليل يتضمن آراء بشأن مدى استصواب مختلف السياسات. وتستند استنتاجاته إلى الأحكام التقديرية والحقائق والنظريات. انظر أيضاً *Descriptive analysis*.

Ocean energy
الطاقة البحرية

الطاقة المستمدة من المحيطات عن طريق الأمواج وحركات المد والجزر وتيارات المحيطات والتدرجات في الحرارة والملوحة.

Offset (in climate policy)
المعاوضة (في سياسة المناخ)

وحدة من وحدات انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون جرى خفضها أو تفاديها أو تنحيتها للتعويض عن الانبعاثات التي أُطلقت في مكان آخر.

Oil sands and oil shale
الرمال النفطية والطَفْلُ الزيتي

رمال غير متحجرة وذات مسام، وصخور رملية، وطفول زيتية، تحتوي كلها على مواد قارية قابلة للاستخراج والتحويل إلى وقود. انظر أيضا *Unconventional fuels*.

Overshoot pathways
مسارات التجاوز

مسارات الانبعاثات أو التركيزات أو درجة الحرارة التي يتخطى فيها مؤقتاً المقياس الذي يكون محل الاهتمام، أو "يتجاوز"، الهدف الطويل الأجل.

Ozone (O_3)
الأوزون

الأوزون، وهو الشكل الثلاثي الذرّات للأكسجين (O_3)، هو أحد المكونات الغازية للغلاف الجوي. وهو يتكون في التروبوسفير بصورة طبيعية وعن طريق التفاعلات الكيميائية الضوئية التي تشترك فيها غازات ناشئة عن الأنشطة البشرية (الضباب الدخاني). ويلعب أوزون التروبوسفير دور أحد غازات الدفيئة. أما في الستراتوسفير فهو ينتج عن التفاعل بين الإشعاع الشمسي فوق البنفسجي وبين الأكسجين الجزيئي (O_2). ويلعب أوزون الستراتوسفير دوراً رئيسياً في التوازن الإشعاعي للستراتوسفير. ويبلغ تركيزه حده الأقصى في طبقة الأوزون (O_3).

Paratransit
شبه النقل

يشير إلى نقل الركاب المرن، عادة ولكن ليس حصرياً في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة، الذي لا يتبع مسارات أو جداول زمنية ثابتة. وتشمل الخيارات الحافلات الصغيرة (matatus، و marshrutka)، وسيارات الأجرة المشتركة. ويسمى شبه النقل أحياناً النقل المجتمعي.

Pareto optimum
درجة باريتو القصوى

حالة يصبح فيها من غير الممكن زيادة رفاه فرد بدون الإضرار برفاه فرد آخر. انظر أيضاً *Economic efficiency*.

Particulate matter (PM)
الجسيمات

جزيئات صلبة صغيرة جداً تنبعث أثناء حرق الكتلة الأحيائية والوقود الأحفوري. وقد تتكون الجسيمات من طائفة واسعة من المواد. والجسيمات الأدعى للقلق هي جسيمات يقل قطرها عن 10 نانومترات أو يعادلها، تسمى عادةً PM10. انظر أيضا *Aerosol*.

Passive design
التصميم السالب

تعني كلمة 'السالب' في هذا السياق الهدف المثالي المتمثل في أن تتأتى الطاقة اللازمة لاستخدام المُنتج المصمم أو الخدمة المصممة من مصادر متجددة.

Path dependence
تكافل المسارات (اعتمادية المسارات)

الحالة النوعية التي تقيد فيها القرارات أو الأحداث أو النتائج في نقطة زمنية التكيف أو التخفيف أو إجراءات أو خيارات أخرى في نقطة زمنية لاحقة.

Payback period
فترة العائد (فترة الاسترداد)

يستخدم هذا المفهوم عادةً في تقييم الاستثمار بوصفه عائداً مالياً، ويشير إلى المدة الزمنية اللازمة لتسديد الاستثمار الأولي بفضل نتائج مشروع. وتحدث فجوة في العائد، على سبيل المثال، عندما يطالب المستثمرون من القطاع الخاص ومخططات التمويل

المتناهي الصغر بمعدلات ربحية أعلى بالنسبة للمشروعات المتصلة بالطاقة المتجددة مقارنةً بتلك التي تعتمد على الوقود الأحفوري.وعائد الطاقة هو المدة الزمنية التي يحتاج لها مشروع طاقة لإنتاج قدر من الطاقة مماثل لذلك الذي استُخدم لتنفيذه. أما عائد الكربون فهو المدة الزمنية التي يحتاج لها مشروع من مشاريع الطاقة المتجددة لتحقيق قدر من الوفورات الصافية في غازات الدفيئة (GHG) (فيما يتعلق بالنظام المرجعي للطاقة الذي يستعمل الوقود الأحفوري) مماثلا لانبعاثات غازات الدفيئة التي تسبب فيها إنجازه من زاوية تقييم دورة العمر (LCA) (بما يشمل التغيرات في استخدام الأراضي *(LUC)* وفقدان مخزونات الكربون الأرضية).

Perfluorocarbons (PFCs)
مركبات الكربون المشبعة بالفلور

أحد أنواع غازات الدفيئة (GHGs) الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو. ومركبات الكربون المشبعة بالفلور هي منتجات ثانوية لصهر الألمونيوم وتخصيب اليورانيوم. وهي تحل أيضا محل مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) في صناعة أشباه الموصلات. انظر أيضا *GlobalWarmingPotential (GWP)* والمرفق II.9.1 للاطلاع على قيم الاحترار العالمي.

Photovoltaic cells (PV)
الخلايا الفلطائية الضوئية

أجهزة إلكترونية تولّد الكهرباء من طاقة الضوء. انظر أيضا *Solar energy*.

Policies (for mitigation of or adaptation to climate change)
سياسات (للتخفيف من أثر تغيّر المناخ أو التكيّف معه)

السياسات هي مسار عمل تتبعه و/أو تقرره حكومة، مثلاً لتعزيز التخفيف والتكيف. ومن أمثلة السياسات الرامية إلى التخفيف آليات الدعم لإمدادات الطاقة المتجددة، وضرائب الكربون أو الطاقة، ومعايير كفاءة الوقود للسيارات، إلخ. انظر أيضاً *Measures*.

Polluter pays principle (PPP)
مبدأ الملوِّث يدفع

مسؤولية الطرف الذي يتسبب في التلوث عن دفع تكاليف إصلاح الضرر أو التعويض عنه.

Positive analysis
التحليل الإيجابي

انظر *Descriptive analysis*.

Potential
الإمكانية

إمكانية حدوث شيء ما أو قيام أحد ما بشيء ما في المستقبل. وتُستخدم مقاييس مختلفة في هذا التقرير كله للتحديد الكمي لمختلف أنواع الإمكانيات، من بينها ما يلي:

Technical potential
الإمكانية الفنية

الإمكانية الفنية هي المقدار الذي يمكن به السعي إلى تحقيق هدف محدد من خلال زيادة في استخدام تكنولوجيات أو تنفيذ عمليات وممارسات لم تكن تُستخدم أو تُنفذ سابقاً. والتحديد الكمي للإمكانيات الفنية قد يأخذ في الحسبان اعتبارات أخرى غير الفنية، من بينها الاعتبارات الاجتماعية أو الاقتصادية و/أو البيئية.

Precautionary Principle
المبدأ الوقائي

حكم يرد في المادة 3 من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (UNFCCC)، ينص على أن تستخدم الأطراف تدابير لاستباق أسباب تغير المناخ أو لمنعها أو للتقليل منها إلى أدنى حد ممكن وللتخفيف من آثاره الضارة. وحيثما توجد مخاطر حدوث ضرر جسيم أو غير قابل للإصلاح ينبغي عدم التذّرع بالافتقار إلى يقين علمي قاطع كسبب لتأجيل اتخاذ هذه التدابير على أن يؤخذ في الاعتبار أن السياسات والتدابير المتعلقة بالتعامل مع تغير المناخ ينبغي أن تكون فعالة التكلفة، بهدف ضمان تحقيق فوائد عالمية بأقل تكلفة ممكنة.

Precursors
السلائف

مركّبات في الغلاف الجوي، غير غازات الدفيئة (GHGs) أو الأهباء الجوية، ولكنها تؤثر على تركيزات غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية عن طريق القيام بدور في العمليات الفيزيائية أو الكيميائية التي تنظّم معدلات إنتاجها أو تدميرها.

Pre-industrial
ما قبل العصر الصناعي

انظر *Industrial Revolution*.

Present value
القيمة الحالية

كميات النقود التي تتوافر خلال أوقات مختلفة في المستقبل وتخفّض لإعادتها إلى قيمة حالية وتُجمع للتوصل إلى القيمة الحالية لسلسلة من التدفقات المالية في المستقبل. انظر أيضا *Discounting*.

Primary production
الإنتاج الأوّلي

جميع أشكال الإنتاج التي تقوم بها المصانع، وتسمى أيضاً المنتجون الأولون.

Primary energy
الطاقة الأولية

انظر *Energy*.

Private costs
التكاليف الخاصة

التكاليف الخاصة يتحملها الأفراد أو الشركات أو الكيانات الخاصة الأخرى التي تضطلع بعمل، بينما تشمل التكاليف الاجتماعية إضافة إلى ذلك التكاليف الخارجية بالنسبة للبيئة وبالنسبة للمجتمع ككل. وقد تكون التقديرات الكمية لكل من التكاليف الخاصة والتكاليف الاجتماعية غير كاملة، بسبب الصعوبات في قياس جميع التأثيرات ذات الصلة.

Production-based accounting
المحاسبة القائمة على الإنتاج

توفر المحاسبة القائمة على الإنتاج مقياساً للانبعاثات التي تُطلق في الغلاف الجوي من أجل إنتاج سلع وخدمات من قِبَل كيان معيّن (مثلاً شخص أو شركة أو بلد أو إقليم). انظر أيضاً *Consumption-based accounting*.

Public good
المنفعة العامة

المنافع العامة هي منافع غير تنافسية (لا يمنع استهلاكها من أحد المستهلكين استهلاكها في الوقت نفسه من مستهلكين آخرين) ومنافع غير قابلة للاستبعاد (لا يتسنى منع الأشخاص الذين لم يدفعوا ثمناً لها من حصولهم عليها).

Purchasing power parity (PPP)
تعادل القوة الشرائية

تُحتسب القوة الشرائية لعملة باستعمال سلّة من السلع والخدمات التي يمكن شراؤها بمبلغ معيّن من المال في البلد الأم. ويمكن أن تستند المقارنة الدولية للناتج المحلي الإجمالي للبلدان مثلاً إلى القوة الشرائية للعملات بدلاً من استنادها إلى أسعار الصرف الحالية. وتميل تقديرات

تعادل القوة الشرائية إلى خفض نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في البلدان الصناعية وإلى زيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في البلدان النامية(ويعني أيضاً المختصر الانكليزي PPP مبدأ الملوِّث يدفع). انظر أيضاً *Market exchange rate (MER)* والمرفق II.1.3 للاطلاع على عملية التحويل النقدي المستخدمة في هذا التقرير كله.

Radiation management
إدارة الإشعاع

انظر *Solar Radiation Management*.

Radiative forcing
القسر الإشعاعي

القسر الإشعاعي هو التغيّر الذي يحدث في صافي التدفق الإشعاعي (أي التدفق المتجه إلى أسفل مطروحاً منه التدفق المتجه إلى أعلى) (ويُقاس بالواط في المتر المربع الواحد) في التروبوبوز أو أعلى الغلاف الجوي نتيجة لتغيّر في قوة دافعة خارجية لتغير المناخ، كحدوث تغير في تركيز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) أو إجمالي الإشعاع الشمسي على سبيل المثال. ولأغراض هذا التقرير، يعرَّف أيضاً القسر الإشعاعي بأنه التغيّر بالنسبة إلى عام 1750 ويشير إلى متوسط قيمة عالمي أو سنوي.

Rebound effect
الارتداد

الظواهر التي يتم بها التعويض إلى حد ما عن الانخفاض في استهلاك الطاقة أو الانبعاثات (بالنسبة إلى خط أساس) المرتبط بتنفيذ تدابير تخفيفية في ولاية قضائية من خلال تغييرات مستحثة في الاستهلاك والإنتاج والأسعار داخل نفس الولاية القضائية. ويُعزى الارتداد في الأغلب إلى التحسينات التكنولوجية لكفاءة الطاقة. انظر أيضاً *Leakage*

Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD)
الحد من الانبعاثات الناتجة عن إزالة الغابات وتدهورها

محاولة لإعطاء قيمة مالية للكربون المخزون في الغابات، مما يوفر حوافز للبلدان النامية للحد من الانبعاثات الناتجة عن الأراضي الحرجية وللاستثمار في مسارات للتنمية المستدامة (SD) منخفضة الانبعاثات الكربونية. ولذا فهو آلية للتخفيف تنشأ عن تجنّب إزالة الغابات. والتدابير المعززة للحد من تلك الانبعاثات تتجاوز إعادة زرع الغابات وتدهور الغابات، ويتضمن دور الحفظ، والإدارة المستدامة للغابات، وتعزيز مخزونات الكربون الموجودة في الغابات. وقد طُرح المفهوم لأول مرة عام 2005 في الدورة الحادية عشرة لمؤتمر الأطراف (COP) التي عُقدت في مونتريال ونال إقرارا أكبر لاحقاً في الدورة الثالثة عشر لمؤتمر الأطراف التي عُقدت عام 2007 في بالي وأُدرج في خطة عمل بالي التي دعت إلى 'اتباع نُهج على صعيد السياسات وتوفير حوافز إيجابية بشأن المسائل المتعلقة بالحد من الانبعاثات الناتجة عن إزالة الغابات وتدهورها (REDD) في البلدان النامية، ودور الحفظ، والإدارة المستدامة للغابات، وتعزيز مخزونات الكربون الموجودة في الغابات في البلدان النامية'. ومنذ ذلك الحين زاد تأييد الحد من الانبعاثات الناتجة عن إزالة الغابات وتدهورها وأصبح ببطء إطاراً للعمل يؤيده عدد من البلدان.

Reference scenario
السيناريو المرجعي

انظر *Baseline/reference*.

Reforestation
إعادة زرع الغابات

زرع غابات على أراضٍ كانت تحتوي من قبل على غابات ولكنها تحولت إلى استخدامات أخرى. وتُعتبر إعادة زرع الغابات، بمقتضى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) وبروتوكول كيوتو، التحويل المباشر الذي يحدث بفعل الإنسان للأراضي غير الحرجية إلى أراضٍ حرجية من خلال الزرع وغرس البذور و/أو التعزيز البشري لمصادر البذور الطبيعية، على أراضٍ كانت تحتوي من قبل على غابات ولكنها تحولت إلى أراضٍ غير حرجية. وفيما يتعلق بفترة الالتزام الأولى لبروتوكول كيوتو، ستقتصر أنشطة إعادة زرع الغابات على إعادة زرع الغابات التي تحدث في الأراضي التي لم تكن تحتوي على غابات في 31 كانون الأول/ديسمبر 1989.

وللاطلاع على مناقشة لمصطلح الغابة وما يتصل به من مصطلحات مثل زرع الغابات، وإعادة زرع الغابات، وإزالة الغابات، انظر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2000). وانظر أيضا: تقرير عن الخيارات من تعاريف ومنهجيات في جرد الانبعاثات الناجمة عن تدهور الغابات وإزالة أنواع أخرى من الغطاء النباتي نتيجة النشاط البشري المباشر (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2003).

Renewable energy
الطاقة المتجددة

انظر *Energy*.

Representative Concentration Pathways (RCPs)
مسارات التركيز النموذجية

سيناريوهات تشمل سلسلة زمنية من انبعاثات وتركيزات المجموعة الكاملة من غازات الدفيئة (GHGs) والأهباء الجوية والغازات النشطة كيميائياً، فضلاً عن استخدام الأراضي/ غطاء الأراضي (Moss وآخرون، 2008). وتشير كلمة "نموذجية" إلى أن كل مسار من هذه المسارات يوفر واحداً فقط من سيناريوهات محتملة كثيرة من شأنها أن تؤدي إلى خصائص القسر الإشعاعي المحددة. ويؤكد مصطلح "مسار" على أن مستويات التركيز الطويلة الأجل ليست هي وحدها المهمة، بل أيضاً المسار المتخذ عبر الزمن للوصول إلى تلك النتيجة (Moss وآخرون، 2010).

وتشير عادةً مسارات التركيز النموذجية إلى ذلك الجزء من مسار التركيز الذي يمتد حتى سنة 2100، الذي أنتجت له نماذج التقييم المتكاملة سيناريوهات للانبعاثات مقابلة. أما مسارات التركيز الممتدة (RCPs) فهي تصف امتدادات مسارات التركيز النموذجية من سنة 2100 إلى سنة 2500 التي حُسبت باستخدام قواعد بسيطة تولدت عن مشاورات أصحاب المصلحة ولا تمثّل سيناريوهات متسقة اتساقاً تاماً.

وقد اختيرت أربعة مسارات تركيز نموذجية من نماذج التقييم المتكاملة من المؤلفات المنشورة وتُستخدم في التقييم الحالي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ كأساس للتنبؤات والإسقاطات المناخية المعروضة في الفصول 11 إلى 14 من تقرير التقييم الخامس للفريق العامل الأول:

مسار التركيز النموذجي 2.6 وهو مسار يبلغ فيه القسر الإشعاعي ذروة قدرها 3 واط في المتر المربع قبل سنة 2100 ثم ينخفض (مسار التركيز الممتد المقابل بافتراض وجود تركيزات ثابتة بعد سنة 2100)؛

مسار التركيز النموذجي 4.5 ومسار التركيز النموذجي 6.0 وهما مساران وسيطان للاستقرار يستقر فيهما القسر الإشعاعي عند 4.5 واط في المتر المربع و 6.0 واط في المتر المربع تقريباً بعد سنة 2100 (مسارا التركيز الممتدان المقابلان بافتراض وجود انبعاثات ثابتة بعد سنة 2100 ووجود تركيزات ثابتة بعد سنة 2150).

مسار التركيز النموذجي 8.5 وهو مسار تركيز مرتفع يبلغ فيه القسر الإشعاعي أكثر من 8.5 واط في المتر المربع بحلول سنة 2100 ويستمر في الارتفاع لفترة زمنية ما (مسار التركيز الممتد بافتراض وجود انبعاثات ثابتة بعد سنة 2100 وتركيزات ثابتة بعد سنة 2550).

وللاطلاع على مزيد من الوصف لسيناريوهات المستقبل، انظر الإطار 1.1 في تقرير التقييم الخامس للفريق العامل الأول. وانظر أيضاً *Baseline*، و *Climate prediction*، و *Climate projection*، و *Climate scenario*، و *Shared socio-economic pathways*، و *Socio-economic scenario*، و *SRES scenarios*، و *Transformation pathway*.

Reservoir
المستودع (الخزان)

عنصر من عناصر نظام المناخ، غير الغلاف الجوي، يتسم بقدرة على تخزين مادة مثيرة للقلق أو مراكمتها أو إطلاقها، مثل الكربون أو أحد غازات الدفيئة (GHG) أو أحد السلائف. وتُعتبر المحيطات والتربة والغابات أمثلة لخزانات الكربون. أما المجمّع (Pool) فهو مصطلح مرادف (وتجدر ملاحظة أن تعريف المجمّع يشمل الغلاف الجوي في كثير من الأحيان). ويُطلق على الكمية المطلقة من المادة المثيرة للقلق المحتجزة في الخزان في فترة زمنية محددة اسم المخزون (stock). وفي سياق احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، يُستعمل هذا المصطلح أحياناً للإشارة إلى موقع تخزين جيولوجي للكربون. انظر أيضاً *Sequestration*.

Resilience
القدرة على الصمود

قدرة النظم الاجتماعية والاقتصادية والبيئية على التأقلم مع ظاهرة خطرة أو اتجاه أو اضطراب خطِرْ بحيث تستجيب أو تعيد تنظيم نفسها بطرائق تحافظ على وظيفتها الأساسية وهويتها وبنيتها، مع الحفاظ أيضاً على القدرة على التكيُّف، والتعلّم، والتحوّل (مجلس المنطقة القطبية الشمالية، 2013).

Revegetation
إعادة زرع الغطاء النباتي

نشاط بشري مباشر يهدف إلى زيادة مخزونات الكربون في مواقع من خلال إنشاء غطاء نباتي يغطي مساحة حدها الأدنى 0.05 هكتار ولا يستوفي تعريفيّ زرع الغابات وإعادة زرع الغابات الواردين هنا (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 2002).

Risk
المخاطرة

إمكانية حدوث تداعيات مناوئة، عندما تكون النتيجة غير مؤكدة، على الأرواح، وسُبل الرزق، والصحة، والنظم الإيكولوجية، والأصول الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، والخدمات (بما في ذلك الخدمات البيئية)، والبنية التحتية.

Risk assessment
تقييم المخاطر

التقدير العلمي النوعي و/أو الكمي للمخاطر.

Risk management
إدارة المخاطر

الخطط أو الإجراءات أو السياسات التي تُنفذ للحد من أرجحية و/أو تداعيات مخاطرة معينة.

Risk perception
تصوّر المخاطر

الحكم الذاتي الذي يصدره الناس بشأن خصائص مخاطرة وشدتها.

Risk tradeoff
المفاضلة بين المخاطر

التغيّر في حافظة المخاطر الذي يحدث عندما تتولد مخاطرة مقابلة (عن علم أو بدون قصد) بواسطة تدخل للحد من المخاطرة المستهدفة (Wiener and Graham، 2009). انظر أيضاً *Adverse side-effect*، و *Co-benefit*.

Risk transfer
نقل المخاطر

ممارسة النقل الرسمي أو غير الرسمي لمخاطرة العواقب المالية لأحداث سلبية معينة من طرف إلى آخر.

Scenario
سيناريو

وصف معقول للطريقة التي قد يتطور بها المستقبل، استناداً إلى مجموعة افتراضات متجانسة ومتسقة داخلياً بشأن القوى المحرّكة الرئيسية (مثل معدل التغير التكنولوجي (TC)، والأسعار) والعلاقات الرئيسية. ويجدر بالذكر أن السيناريوهات ليست بتنبؤات أو بتوقعات ولكنها مفيدة إذ تعطي فكرة عن تداعيات التطورات والإجراءات. انظر أيضاً *Baseline/reference*، و *Climate scenario*، و *Emission scenario*، و *Mitigation scenario*، و *Representative Concentration Pathways*، و *Shared socio-economic pathways*، و *Socioeconomic scenarios*، و *SRES scenarios*، و *Stabilization*، و *Transformation pathway*.

Scope 1, Scope 2, and Scope 3 emissions
انبعاثات النطاق 1 والنطاق 2 والنطاق 3

انظر *Emissions*

Secondary energy
الطاقة الثانوية

انظر *Primary energy*

Sectoral Models
النماذج القطاعية

انظر *Models*.

Sensitivity analysis
تحليل الحساسية

تحليل الحساسية فيما يتعلق بالتحليل الكمي يقيّم كيف يؤدي تغيير الافتراضات إلى تغيير النتائج. فعلى سبيل المثال، يختار المرء قيمًا مختلفة أو بارامترات محددة ويعيد تشغيل نموذج معين لتقييم تأثير هذه التغيرات على ناتج النموذج.

Sequestration
التنحية

امتصاص (أي إضافة مادة مثيرة للقلق إلى خزان) كربون يحتوي على مواد، لا سيما ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، في خزانات أرضية أو بحرية. وتشمل التنحية البيولوجية الإزالة المباشرة لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي من خلال تغير استخدام الأراضي (LUC)، وزرع الغابات، وإعادة زرع الغابات، وإعادة زرع الغطاء النباتي، وتخزين الكربون في مدافن القمامة، والممارسات التي تزيد من كربون التربة في الزراعة (إدارة أراضي المحاصيل، وإدارة أراضي الرعي). وفي أجزاء من المؤلفات، ولكن ليس في هذا التقرير، تُستعمل تنحية (الكربون) للإشارة إلى احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS).

Shadow pricing
التسعير الاعتباري (الصوري)

تحديد أسعار المنتجات والخدمات التي لم تسّعرها قوى السوق أو التشريعات الإدارية أو لم تسّعرها بالكامل، وذلك بأعلى قيمتها الحدّية الاجتماعية. وتُستعمل هذه التقنية في تحليل المنافع بالقياس إلى التكلفة (CBA).

Shared socio-economic pathways (SSPs)
المسارات الاجتماعية - الاقتصادية المشتركة

حالياً، نشأت فكرة المسارات الاجتماعية - الاقتصادية المشتركة كأساس لسيناريوهات انبعاثات وسيناريوهات اجتماعية - اقتصادية جديدة وأي مسار من هذا النوع هو واحد من مجموعة مسارات تصف المستقبل البديل للتنمية الاجتماعية - الاقتصادية في غياب تدخّل على صعيد السياسات بشأن المناخ. وينبغي أن يوفر مزيج من السيناريوهات الاجتماعية - الاقتصادية القائمة على المسارات الاجتماعية - الاقتصادية المشتركة

وإسقاطات المناخ القائمة على مسارات التركيز النموذجية (RCPs) إطاراً تكاملياً مفيداً لتأثيرات المناخ وتحليل السياسات. انظر أيضاً *Baseline/reference*، و *Climate scenario*، و *Emission scenario*، و *Mitigation scenario*، و *Scenario*، و *SRES scenarios*، و *Stabilization*، و *Transformation pathway*.

Short-lived climate pollutant (SLCP)
الملوّث المناخي القصير العُمر

انبعاثات الملوثات التي تؤثر تأثيراً احترارياً على المناخ وتكون مدة عمرها في الغلاف الجوي قصيرة نسبياً (بضعة أيام إلى بضعة عقود). والملوثات المناخية القصيرة العمر الرئيسية هي الكربون الأسود (BC) ('السناج')، والميثان (CH_4) وبعض مركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs) التي يُنظِّم بروتوكول كيوتو بعضها. وبعض الملوثات من هذا النوع، ومن بينها الميثان، هي أيضاً سلائف لتكوين أوزون التروبوسفير، وهو عامل احترار قوي. وهذه الملوثات مثار اهتمام لسببين على الأقل. أولاً، لأنها قصيرة العُمر فإن الجهود الرامية إلى مكافحتها ستكون لها آثار فورية على الاحترار العالمي، وذلك على الاختلاف من الملوثات الطويلة العمر التي تتراكم في الغلاف الجوي وتستجيب للتغيرات في الانبعاثات بوتيرة أبطأ. ثانياً، لكثير من هذه الملوثات أيضاً تأثيرات محلية سلبية، مثلاً على صحة الإنسان.

Sink
مصرف (بالوعة)

أي عملية أو نشاط أو آلية تزيل غازاً من غازات الدفيئة (GHG)، أو هباءً جوياً، أو سليفة غاز من غازات الدفيئة أو هباء جوي، من الغلاف الجوي.

Smart grids
الشبكات الذكية

تستخدم الشبكة الذكية تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لجمع بيانات عن سلوكيات الموردين والمستهلكين في إنتاج الكهرباء وتوزيعها واستخدامها. ويمكن عندئذ، من خلال الاستجابات الآلية أو توفير إشارات سعرية، استخدام هذه المعلومات لتحسين كفاءة شبكة الكهرباء وإمكانية التعويل عليها واقتصادها واستدامتها.

Smart meter
العدّاد الذكي

عدّاد ينقل بيانات استهلاك الكهرباء أو الغاز إلى الجهة التي تقدم هذه المنفعة.

Social cost of carbon (SCC)
تكلفة الكربون الاجتماعية

صافي القيمة الحالية للأضرار المناخية (مع التعبير عن الأضرار المؤذية كعدد موجب) التي تنجم عن طن إضافي من الكربون ينبعث على شكل ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، رهناً بمسار انبعاث عالمي بمرور الزمن.

Social costs
التكاليف الاجتماعية

انظر *Private costs*.

Socio-economic scenario
سيناريو اجتماعي - اقتصادي

سيناريو يصف مستقبلاً محتملاً من حيث السكان، والناتج المحلي الإجمالي، والعوامل الاجتماعية - الاقتصادية الأخرى الهامة لفهم تداعيات تغير المناخ. انظر أيضاً *Baseline/reference*، و *Climate scenario*، و *Emission scenario*، و *Mitigation scenario*، و *Representative Concentration Pathways ((RCPs*، و *Scenario*، و *Shared socio-economic pathways*، و *SRES scenarios*، و *Stabilization*، و *Transformation pathway*.

Solar energy
الطاقة الشمسية

الطاقة المستمدة من الشمس. وكثيراً ما تُستخدم هذه العبارة لتعني الطاقة التي تُستقطب من الإشعاع الشمسي إما كحرارة أو ضوء ويتم تحويلها إلى طاقة كيميائية بفضل التمثيل الضوئي الطبيعي أو الاصطناعي أو بالصفائح الفلطائية الضوئية ويتم تحويلها مباشرةً إلى كهرباء.

Solar Radiation Management (SRM)
إدارة الإشعاع الشمسي

تشير إدارة الإشعاع الشمسي إلى التعديل المتعمّد لميزانية أشعة الموجات القصيرة الخاصة بالأرض بهدف الحد من تغير المناخ وفقاً لمقياس معين (مثل درجة الحرارة السطحية، أو التهطال، أو التأثيرات الإقليمية، إلخ). وعملية الحقن الاصطناعي للأهباء الجوية الستراتوسفيرية وعملية تسطيع لون السُحب هما مثالان لتقنيات إدارة الإشعاع الشمسي. ويمكن أن تكون طُرق تعديل بعض العناصر السريعة الاستجابة من عناصر ميزانية الإشعاع الطويل الموجة (مثل السُحب السمحاقية) متصلة بإدارة الإشعاع الشمسي، مع أنها لا تمثل إدارة للإشعاع الشمسي بالضبط. ولا تندرج تقنيات إدارة الإشعاع الشمسي ضمن التعاريف المعتادة لمصطلحي التخفيف والتكيف (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2012، ص 2). انظر أيضاً *Carbon Dioxide Removal(CDR)* و *Geoengineering*.

Source
المصدر

أي عملية أو نشاط أو آلية تُطلق غازاً من غازات الدفيئة (GHG)، أو هباءً جوياً، أو سليفة لغاز دفيئة أو لهباء جوي، في الغلاف الجوي. وقد يشير المصدر أيضاً إلى مصدر طاقة، مثلاً.

Spill-over effect
الأثر غير المباشر

آثار تدابير التخفيف المحلية أو القطاعية على بلدان أو قطاعات أخرى. ويمكن أن تكون الآثار غير المباشرة موجبة أو سالبة وتشمل الآثار على التجارة، وتسرّب (الكربون)، ونقل الابتكارات، ونشر التكنولوجيا السليمة بيئياً، وغير ذلك.

SRES scenarios
سيناريوهات التقرير الخاص

سيناريوهات التقرير الخاص هي سيناريوهات للانبعاثات وضعها ناكيسينوفيتش وسوارت (2000) وتُستخدم، بين سيناريوهات أخرى، كأساس لبعض إسقاطات المناخ المعروضة في الفصول 9 إلى 11 من تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الصادر عام 2001 والفصلين 10 و 11 من تقرير الهيئة الصادر عام 2007. وتساعد المصطلحات التالية على وجود فهم أفضل لهيكلية مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص وكيفية استخدامها.

أسرة السيناريوهات: السيناريوهات التي لها خط أحداث متشابه من التغيّر الديمغرافي والاجتماعي والاقتصادي والتقني. وتشكل أربع أسر من السيناريوهات مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص: ألف 1، وألف 2، وباء 1، وباء 2.

السيناريو التوضيحي: سيناريو يصوّر كل فئة من فئات السيناريوهات الستة الواردة في الملخص لصانعي السياسات الذي وضعه ناكيسينوفيتش وسوارت (2000). وتشمل هذه الفئات أربعة سيناريوهات دليلية منقحة لفئات السيناريوهات ألف 1 باء، وألف 2، وباء 1، وباء 2، وسيناريوهين إضافيين لفئة سيناريوهات الوقود الأحفوري المركز (A1FI) وفئة سيناريوهات الوقود غير الأحفوري (A1T). وجميع فئات السيناريوهات سليمة وصحيحة بنفس الدرجة.

السيناريو الدليلي: سيناريو تم نشره أصلاً في شكل مشروع سيناريو على الموقع الشبكي للتقرير الخاص ليمثل أسرة معينة من السيناريوهات. واستند اختيار السيناريوهات الدليلية إلى أفضل القياسات الكمية الأولية التي تعبّر عن خط الأحداث وسمات النماذج المحددة. ولا تعد السيناريوهات الدليلية أرجح من السيناريوهات الأخرى، ولكن فريق كتابة التقرير الخاص يعتبرها موضحة لخط معين من الأحداث. وقد أورد ناكيسينوفيتش

وسوارت (2000) السيناريوهات الدليلية بشكلها المنقح. وخضعت هذه السيناريوهات للتدقيق من جانب فريق الكتابة بأكمله ومن خلال العملية المفتوحة المتعلقة بالتقرير الخاص. وتم أيضا اختيار السيناريوهات لتصوير الفئتين الأخريين من السيناريوهات.

خط الأحداث: وصف سردي لأي سيناريو (أو أسرة من السيناريوهات)، يبرز السمات الأساسية للسيناريو، والعلاقات بين القوى المحرّكة الرئيسية وديناميات تطورها.

انظر أيضاً *Baseline/reference*، و *Climate scenario*، و *Emission scenario*، و *Mitigation scenario*، و *Representative Concentration Pathways (RCPs)*، و *Shared socio-economic pathways*، و *Socio-economic scenario*، و *Stabilization*، و *Transformation pathway*.

Stabilization (of GHG or CO_2-equivalent concentration)
تثبيت (تركيزات غازات الدفيئة أو مكافئ ثاني أكسيد الكربون)

حالة تظل فيها تركيزات غاز من غازات الدفيئة (GHG) (مثل ثاني أكسيد الكربون) أو مجموعة غازات دفيئة من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (أو مزيج من غازات الدفيئة والأهباء الجوية) ثابتة بمرور الزمن.

Standards
المعايير

مجموعة قواعد أو مبادئ تفرض أو تحدد أداء المُنتج (مثل الدرجات، والأبعاد، والخصائص، وطرق الاختبار، وقواعد الاستخدام). وتحدد معايير المنتجات أو التكنولوجيا أو الأداء المتطلبات الدنيا بالنسبة للمنتجات أو التكنولوجيا ذات الصلة. وتفرض المعايير تخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بتصنيع المنتجات أو استخدامها و/أو بتطبيق التكنولوجيا.

Stratosphere
الستراتوسفير

منطقة الغلاف الجوي المعروفة بكثرة طبقاتها والواقعة فوق التروبوسفير ويتراوح ارتفاعها من نحو 10 كيلومترات (بحيث يتراوح في المتوسط من 9 كيلومترات في مناطق خطوط العرض العليا إلى 16 كيلومترا في المنطقة المدارية) إلى قرابة 50 كيلومتراً.

Structural change
تغيير هيكلي

التغييرات، على سبيل المثال، في الحصة النسبية من الناتج المحلي الإجمالي(GDP) التي تنتجها قطاعات الصناعة أو الزراعة أو الخدمات في اقتصاد ما، أو، بعبارة أعم، التحولات التي تُجرى في النُظم للاستعاضة بصورة كلية أو جزئية عن بعض المكونات بمكونات أخرى.

Subsidiarity
تفرّع السلطات

مبدأ أن أفضل طريقة لاتخاذ القرارات الحكومية (مع تعادل جميع الأمور الأخرى) وتنفيذها هو حدوث ذلك، إن أمكن، على أدنى مستوى لامركزي، أي الأقرب إلى المواطن. والقصد من تفرع السلطات هو تعزيز المساءلة والحد من أخطار اتخاذ القرارات في أماكن بعيدة عن نقطة تطبيقها. ولا يحد المبدأ بالضرورة من عمل المستويات الحكومية الأعلى أو يقيده، ولكنه ينصح فحسب بعدم تولي مسؤوليات بلا داعٍ على مستوى أعلى.

Sulphur hexafluoride (SF6)
سداسي فلوريد الكبريت

أحد غازات الدفيئة(GHGs) الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو. ويُستخدم سداسي فلوريد الكبريت على نطاق واسع في الصناعات الثقيلة لعزل المعدات العالية الفلطية وللمساعدة في تصنيع شبكات تبريد الكابلات وأشباه الموصّلات. انظر *Global Warming Potential (GWP)* والمرفق II.9.1 للاطلاع على قيم إمكانية الاحترار العالمي.

Sustainability
الاستدامة

عملية ديناميكية تضمن استمرار النظم الطبيعية والبشرية بطريقة منصفة.

Sustainable development (SD)
التنمية المستدامة

التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون الإخلال بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها (اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، 1987).

Technical Potential
الإمكانية الفنية

انظر Potential.

Technological change (TC)
التغيير التكنولوجي

تفرّق النماذج الاقتصادية بين التغيير الذاتي (الخارجي)، والداخلي المنشأ، والمستحث.

Autonomous (exogenous) technological change
التغيير التكنولوجي الذاتي (الخارجي)

يُفرض التغيير التكنولوجي الذاتي (الخارجي) من خارج النموذج (أي بوصفه بارامتراً)، عادةً في شكل عامل زمني مؤثر على الاتجاه و/أو إنتاجية الطاقة وبالتالي على طلب الطاقة و/أو النمو الاقتصادي.

Endogenous technological change
التغيير التكنولوجي الداخلي المنشأ

التغيير التكنولوجي الداخلي المنشأ هو نتيجة نشاط اقتصادي داخل النموذج (أي بوصفه متغيراً) بحيث تندرج ضمن النموذج إنتاجية العوامل أو اختيار التكنولوجيات ويؤثران على الطلب على الطاقة و/أو النمو الاقتصادي.

Induced technological change
التغيير التكنولوجي المستحث

يعني التغيير التكنولوجي المستحث تغييراً تكنولوجياً داخلي المنشأ ولكنه يضيف مزيداً من التغييرات التي تستحثها سياسات وتدابير، مثل ضرائب الكربون التي تؤدي إلى بذل جهود في مجال البحث والتطوير.

Technological learning
التعلم التكنولوجي

انظر *Learning curve/rate*.

Technological/knowledge spillovers
الآثار غير المباشرة التكنولوجية/المعرفية

أي تأثير خارجي إيجابي ينتج عن استثمار مقصود في الابتكار التكنولوجي أو التنمية (Weyant and Olavson، 1999).

Territorial emissions
الانبعاثات الإقليمية

انظر *Emissions*.

Trace gas
غاز نزر

مكوّن ثانوي من مكونات الغلاف الجوي، إلى جانب النيتروجين والأكسجين، بحيث يشكل معهما حوالي 99% من كل حجم الغلاف الجوي. أما أهم الغازات النزرة المساهمة في ظاهرة الدفيئة فهي ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والأوزون (O_3)،

والميثان (CH_4)، وأكسيد النيتروز (N_2O)، ومركبات الكربون المشبعة بالفلور (PFCs)، ومركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs)، ومركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs)، وسداسي فلوريد الكبريت (SF_6)، وبخار الماء (H_2O).

Tradable (green) certificates scheme
مخطط إصدار الشهادات (الخضراء) القابلة للتداول

آلية قائمة على السوق لتحقيق نتيجة مستصوبة بيئياً (توليد الطاقة المتجددة، ومتطلبات كفاءة الطاقة) بطريقة فعالة التكلفة بالسماح بشراء وبيع شهادات تمثل الامتثال الناقص والزائد لحصة معينة.

Tradable (emission) permit
رخصة (انبعاثات) قابلة للتداول

انظر *Emission permit*.

Tradable quota system
نظام الحصص القابلة للتداول

انظر *Emissions trading*.

Transaction costs
تكاليف المعاملات

التكاليف التي تنشأ من بدء المعاملات وإكمالها، مثل العثور على الشركاء، أو إجراء المفاوضات، أو التشاور مع المحامين أو الخبراء الآخرين، أو رصد الاتفاقات، أو تكاليف الفرصة الضائعة، من قبيل الوقت الضائع أو الموارد الضائعة (Michaelowa وآخرون، 2003).

Transformation pathway
مسار التحول

المسار المتخذ بمرور الزمن لتحقيق أهداف مختلفة بشأن انبعاثات غازات الدفيئة (GHG)، أو تركيزات تلك الغازات في الغلاف الجوي، أو التغير في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية، مما يعني مجموعة من التغييرات الاقتصادية والتكنولوجية والسلوكية. وهذا يمكن أن يشمل التغييرات في الطريقة التي تُستخدم بها الطاقة والبنية التحتية وتُنتج، وتُدار بها الموارد الطبيعية، وتقام بها المؤسسات، والتغييرات في وتيرة واتجاه التغيير التكنولوجي (TC). انظر أيضاً *Baseline/reference*، و *Climate scenario*، و *Emission scenario*، و *Mitigation scenario*، و *Representative Concentration Pathways ((RCPs)*، و *Scenario*، و *Shared socio-economic pathways (RCPs)*، و *Socio-economic scenarios*، و *SRES scenarios*، و *Stabilization*.

Transient climate response
الاستجابة المناخية العابرة

انظر *Climate sensitivity*.

Transit oriented development (TOD)
التنمية الموجهة من النقل

التنمية الحضرية التي تحدث في حدود مسافة من محطة نقل تُقطع سيراً على الأقدام، وتكون عادةً كثيفة وممزوجة بطابع بيئة مسافة تقطع سيراً على الأقدام.

Troposphere
التروبوسفير

الجزء السفلي من الغلاف الجوي، الممتد من سطح الأرض إلى ارتفاع قدره نحو 10 كم من منطقة خطوط العرض الوسطى (ويتراوح في المتوسط من 9 كيلومترات إلى 16 كيلومتراً على خطوط العرض العالية في المناطق المدارية) حيث تظهر السحب وظواهر الطقس. وتنخفض درجات الحرارة في التروبوسفير بصفة عامة تبعاً للارتفاع. انظر أيضاً *Stratosphere*.

Uncertainty
عدم اليقين

حالة وجود معرفة غير كاملة يمكن أن تنتج عن افتقار إلى معلومات أو عدم الاتفاق على ما هو معروف أو حتى على ما يمكن معرفته. وقد يكون لعدم اليقين الكثير من المصادر، ابتداءً من عدم الدقة في البيانات إلى التعريف الغامض للمفاهيم أو المصطلحات، أو الإسقاطات غير المؤكدة للسلوك البشري. ولذا يمكن تمثيل عدم اليقين بمقاييس كمية (مثل دالة لكثافة الاحتمال) أو بالبيانات عن النوعية (مثل التعبير عن رأي فريق خبراء) (انظر Moss and Schneider، 2000؛ و Manning وآخرين، 2004؛ و Mastrandrea وآخرين، 2010). وانظر أيضاً *Agreement*، و *Evidence*، و *Confidence*، و *Likelihood*.

Unconventional resources
الموارد غير التقليدية

مصطلح فضفاض لوصف احتياطيات الوقود الأحفوري التي لا يمكن استخراجها بعمليات الحفر والتعدين المستقرة جيداً التي سادت في استخراج الفحم والغاز والنفط طيلة القرن العشرين. والحد الفاصل بين الموارد التقليدية والموارد غير التقليدية ليس محدداً بوضوح. وتشمل الزيوت غير التقليدية الطفل الزيتي، والرمال القارية/ القار، والزيوت الخام الثقيلة والثقيلة جداً، وعمليات ظهور النفط في أعماق البحار. ويشمل الغاز الطبيعي غير التقليدي الغاز الموجود في طَفل ديفون، وتكوينات الصخور الرملية المحكمة، والمستودعات المضغوطة جيولوجياً، وغاز طبقات الفحم، والميثان (CH_4) الموجود في بنى من الهيدرات (الهيدرات الغازية) (Rogner، 1997).

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

اعتُمدت الاتفاقية في 9 أيار/مايو 1992 في نيويورك ووُقعت في قمة الأرض 1992 في ريو دي جانيرو من قِبَل أكثر من 150 بلداً ومن قِبَل الجماعة الأوروبية. وهدف الاتفاقية النهائي هو 'تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يمنع التدخل الخطير البشري المنشأ في نظام المناخ'. وهي تحتوي على التزامات بالنسبة لجميع الأطراف بمقتضى مبدأ 'مسؤوليات مشتركة ولكنها متمايزة'. وبمقتضى الاتفاقية، يتعين على الأطراف المدرجة في المرفق الأول أن تهدف إلى إعادة انبعاثات غازات الدفيئة التي لا ينظمها بروتوكول مونتريال إلى مستويات عام 1990 بحلول عام 2000. وقد دخلت الاتفاقية حيز النفاذ في آذار/مارس 1994. وفي عام 1997، اعتمدت الاتفاقية بروتوكول كيوتو.

Urban heat island
جزر الاحترار الحضرية

انظر *Heat island*.

Verified Emissions Reductions
تخفيضات الانبعاثات المتحقق منها

تخفيضات الانبعاثات التي يتحقق منها طرف ثالث مستقل خارج إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ(UNFCCC) وبروتوكول كيوتو الملحق بها. وهي تسمى أيضاً 'تخفيضات الانبعاثات الطوعية'.

Volatile Organic Compounds (VOCs)
المركبات العضوية المتطايرة

فئة هامة من ملوثات الجو الكيميائية العضوية التي تتطاير في أحوال الهواء المحيط. والمصطلحات الأخرى التي تُستخدم لتمثيل تلك المركبات هي مركبات الهيدروكربون (HCs)، والغازات العضوية المتفاعلة (ROGs)، والمركبات العضوية المتطايرة التي لا تحتوي على الميثان (NMVOCs). وتساهم المركبات العضوية المتطايرة التي لا تحتوي على الميثان (NMVOCs) بصورة رئيسية - مع أكاسيد النيتروجين (NO_x) ، وأحادي أكسيد الكربون (CO) - في تكوين مؤكسدات كيميائية ضوئية مثل الأوزون (O_3).

Voluntary action
العمل الطوعي

برامج غير رسمية والتزامات ذاتية وإعلانات تقوم على أساسها الأطراف (شركات فردية أو مجموعات من الشركات) المساهمة في العمل الطوعي بتحديد أهدافها بأنفسها وغالبا ما تقوم بالرصد ووضع التقارير بأنفسها.

Voluntary agreement (VA)
الاتفاق الطوعي

اتفاق بين هيئة حكومية وطرف واحد أو أكثر من القطاع الخاص لتحقيق أهداف بيئية أو لتحسين الأداء البيئي بما يتجاوز نطاق الامتثال للالتزامات المنظمة. وليست كل الاتفاقات الطوعية طوعية فعلاً؛ فبعضها يضم مكافآت و/أو عقوبات ترتبط بتحمّل الالتزامات أو بتحقيقها.

Voluntary Emission Reductions
تخفيضات الانبعاثات الطوعية

انظر *Verified Emissions Reductions*.

Watts per square meter (W/m^2)
بالواطات للمتر المربع (W/m^2)

انظر *Radiative forcing*.

Wind energy
طاقة الرياح

الطاقة الحركية المستمدة من تيارات الهواء الناجمة عن التفاوت في درجات حرارة سطح الأرض. وتوربين الريح هو آلة دوارة لتحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة عمود تدوير ميكانيكية من أجل إنتاج الكهرباء. ولطاحونة الهواء زعانف أو أجنحة مائلة والطاقة الميكانيكية التي يُحصل عليها تُستعمل في أغلب الأحيان مباشرة لضخ المياه، على سبيل المثال. أما مزرعة الرياح، أو مشروع الرياح، أو محطة الطاقة الريحية فهي مجموعة من توربينات الريح الموصولة فيما بينها بمرفق مشترك بواسطة نظام للمحولات وخطوط التوزيع و (عادة) بمحطة فرعية.

الأسماء المختصرة والرموز الكيميائية

AAU	وحدة الكمية المخصصة
ADB	مصرف التنمية الآسيوي
AfDB	مصرف التنمية الأفريقي
AFOLU	الزراعة والحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي
AME	عملية النمذجة الآسيوية
AMPERE	تقييم مسارات التخفيف من تغيّر المناخ وتقييم قوة تقديرات تكلفة التخفيف
AOSIS	تحالف الدول الجزرية الصغيرة
APEC	التعاون الاقتصادي بين دول آسيا والمحيط الهادئ
AR4	تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
ASEAN	رابطة أمم جنوب شرق آسيا
ASIA	دول آسيا غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
BAMs	تدابير تعديل الحدود
BAT	أفضل تكنولوجيا متاحة
BAU	سير الأمور كالمعتاد
BC	الكربون الأسود
BECCS	الطاقة الأحيائية مع احتجاز ثاني أكيد الكربون وتخزينه
BEVs	المركبات الكهربائية التي تعمل ببطارية
BNDES	مصرف التنمية البرازيلي
BOD	النقص الأحيائي الكيميائي للأكسجين
BRT	النقل السريع بالحافلات
C	الكربون
C40	مجموعة المدن الأربعين القيادية في مجال حماية المناخ
CBA	تحليل التكلفة - الفائدة
CBD	اتفاقية التنوع البيولوجي
CBD	منطقة أعمال مركزية
CCA	الاتفاق المتعلق بتغير المناخ
CCE	تكلفة الطاقة المحفوظة
CCL	ضريبة تغيّر المناخ
CCS	احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه
CDM	آلية التنمية النظيفة
CDR	إزالة ثاني أكسيد الكربون
CEA	تحليل الفعالية من حيث التكلفة أو (تحليل فعالية التكلفة)
CERs	تخفيضات الانبعاثات المعتمدة
CFCs	مركّبات الكلوروفلوروكربون
CGE	التوازن العام المحسوب
CH_4	الميثان
CHP	الحرارة والقدرة المختلطتان
CIFs	صناديق الاستثمار المناخية
CMIP	مشروع مقارنة النماذج المتقارنة
CNG	الغاز الطبيعي المضغوط
CO	أحادي أكسيد الكربون
CO_2	ثاني أكسيد الكربون
CO_2eq	مكافئ ثاني أكسيد الكربون
COD	العوز الكيميائي للأكسجين
COP	مؤتمر الأطراف
CRF	مُعامل استرداد رأس المال
CSP	الطاقة الشمسية المركزة
CTCN	مركز وشبكة تكنولوجيا المناخ
DAC	احتجاز الهواء المباشر
DAC	لجنة المساعدة الإنمائية
DALYs	سنوات العُمر المعدلّة لمراعاة الإعاقة
DANN	السلطة الوطنية المعتمدة
DCs	البلدان النامية
DRI	الحديد المختزل المباشر
DSM	إدارة جانب الطلب
EAF	الفُرن القوسي الكهربائي
EAS	شرق آسيا
ECA	اللجنة الاقتصادية لأفريقيا
ECN	المركز الهولندي لبحوث الطاقة
ECOWAS	الجماعة الاقتصادية لدول غرب أفريقيا
EDGAR	قاعدة بيانات الانبعاثات من أجل حماية الغلاف الجوي العالمي
EE	كفاءة الطاقة
EIA	إدارة معلومات الطاقة التابعة للولايات المتحدة
EITs	الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية
EMF	منتدى نمذجة الطاقة
EPA	وكالة حماية البيئة التابعة للولايات المتحدة
EPC	التعاقد على الأداء في مجال الطاقة
ERU	وحدة خفض الانبعاثات
ESCOs	شركات خدمات الطاقة
ETS	نظام الاتجار بالانبعاثات
EU	الاتحاد الأوروبي
EU ETS	مخطط الاتجار بالانبعاثات التابع للاتحاد الأوروبي
EVs	المركبات الكهربائية
F-gases	الغازات المشبّعة بالفلور
FAO	منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة
FAQ	الأسئلة المتكررة
FAR	تقرير التقييم الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
FCVs	المركبات التي تعمل بخلايا وقودية
FDI	الاستثمار الأجنبي المباشر
FE	الطاقة النهائية
FEEM	مؤسسة Eni Enrico Mattei
FF&I	الوقود الأحفوري والصناعي
FIT	تعريفة إمدادات الطاقة
FOLU	الحراجة والاستخدامات الأخرى للأراضي
FSF	تمويل البداية السريعة
G20	وزراء مالية مجموعة العشرين
G8	وزراء مالية مجموعة الثمانية
GATT	الاتفاق العام بشأن التعريفات الجمركية والتجارة
GCAM	نموذج تقييم التغير العالمي
GCF	صندوق المناخ الأخضر
GCM	نموذج الدوران العام
GDP	الناتج المحلي الإجمالي
GEA	تقييم الطاقة في العالم
GEF	مرفق البيئة العالمية
GHG	غاز من غازات الاحتباس الحراري

GNE	الإنفاق القومي الإجمالي
GSEP	الشراكة العالمية للأداء الفائق في مجال الطاقة
GTM	النموذج العالمي للأخشاب
GTP	إمكانية تغيير درجة حرارة العالم
GWP	القدرة على إحداث احترار عالمي
H_2	الهيدروجين
HCFCs	مركبّات الهيدروكلوروفلوروكربون
HDI	دليل التنمية البشرية
HDVs	المركبات الثقيلة
HFCs	مركبّات الهيدروفلوروكربون
HFC-23	ثلاثي فلورر الميثان
Hg	الزئبق
HHV	ارتفاع قيمة التدفئة
HIC	البلدان المرتفعة الدخل
HVAC	التدفئة والتهوية وتكييف الهواء
IAEA	الوكالة الدولية للطاقة الذرية
IAMC	اتحاد نمذجة التقييم المتكامل
ICAO	منظمة الطيران المدني الدولي
ICE	محرّك يعمل بالاحتراق الداخلي
ICLEI	المجلس الدولي للمبادرات البيئية المحلية
ICT	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
IDB	مصرف التنمية للبلدان الأمريكية
IDP	عملية التصميم المتكاملة
IEA	الوكالة الدولية للطاقة
IET	الاتجار الدولي بالانبعاثات
IGCC	الدورة المختلطة المتكاملة للتحويل إلى غاز
IIASA	المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية
iLUC	التغير غير المباشر في استخدام الأراضي
IMF	صندوق النقدي الدولي
IMO	المنظمة البحرية الدولية
INT TRA	النقل الدولي
IO	منظمة دولية
IP	الملكية الفكرية
IPAT	الدخل - السكان - الوفرة - التكنولوجيا
IPCC	الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
IRENA	الوكالة الدولية للطاقة المتجددة
IRR	معدل العائد الداخلي
ISO	المنظمة الدولية للتوحيد القياسي
JI	التنفيذ المشترك
JICA	الوكالة اليابانية للتعاون الدولي
KfW	مصرف التنمية الألماني
LAM	أمريكا اللاتينية
LCA	التقييم على امتداد دورة العُمر
LCCC	التكاليف المستوية للكربون المحفوظ
LCD	(أجهزة) العرض ذات البلورات السائلة
LCCE	التكاليف المستوية للطاقة المحفوظة
LCOE	التكاليف المستوية للطاقة
LDCs	أقل البلدان نموا
LDCF	صندوق أقل البلدان نموا
LDVs	المركبات الخفيفة
LED	الصمام الثنائي الباعث للضوء
LHV	انخفاض قيمة التدفئة
LIC	البلدان المنخفضة الدخل
LIMITS	سيناريوهات الأثر المناخي المنخفض وتداعيات الاستراتيجيات المطلوبة للتحكم التام في الانبعاثات
LMC	بلدان الشريحة الدنيا من الدخل المتوسط
LNG	الغاز الطبيعي المسيَّل
LPG	غاز النفط المسيَّل
LUC	التغير في استخدام الأراضي
LULUCF	استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة
MAC	التكاليف الحدية للحد من الانبعاثات
MAF	الشرق الأوسط وأفريقيا
MAGICC	نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن غازات الاحتباس الحراري
MCA	تحليل باستخدام معايير متعددة
MDB	مصرف تنمية متعدد الأطراف
MDGs	الأهداف الإنمائية للألفية
MEF	منتدى الاقتصادات الرئيسية المعني بالطاقة والمناخ
MER	سعر الصرف في السوق
MFA	تحليل تدفق المواد
MNA	الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
MRIO	تحليل المدخلات - المخرجات في مناطق متعددة
MRV	القياس والإبلاغ والتحقق
MSW	النفايات الصلبة من المدن
N	النيتروجين
N_2O	أكسيد النيتروز
NAM	أمريكا الشمالية
NAMA	إجراءات التخفيف الملائمة على الصعيد الوطني
NAPA	برامج العمل الوطنية للتكيف
NAS	أكاديمية العلوم الوطنية التابعة للولايات المتحدة
NF_3	ثلاثي فلوريد النيتروجين
NGCC	الدورة المختلطة للغاز الطبيعي
NGO	منظمة غير حكومية
NH_3	الأمونيا (النشادر)
NOx	أكاسيد النيتروجين
NPV	صافي القيمة الحالية
NRC	المجلس الوطني للبحوث التابع للولايات المتحدة
NREL	المختبر الوطني للطاقة المتجددة التابع للولايات المتحدة
NZEB	المباني ذات الطاقة الصفرية الصافية
O_3	الأوزون
O&M	التشغيل والصيانة
OC	الكربون العضوي
ODA	المساعدة الإنمائية الرسمية
ODS	المواد المستنفدة للأوزون
OECD	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
OPEC	منظمة البلدان المصدِّرة للنفط
PACE	الطاقة النظيفة المقيّمة حسب الممتلكات
PAS	جنوب شرق آسيا والمحيط الهادئ
PBL	وكالة التقييم البيئي التابعة لهولندا
PC	الفحم المسحوق
PDF	دالة كثافة الاحتمال
PEVs	المركبات الكهربائية بالكامل
PFC	المركبات الكربونية المشبّعة بالفلور
PHEVs	المركبات الكهربائية بالكامل المختلطة

PIK	معهد بوتسدام لبحوث تغير المناخ
PM	المواد الجسيمية
PNNL	المختبرات الوطنية في شمال غرب المحيط الهادئ
POEDC	دول المحيط الهادئ التي أصبحت أعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي في عام 1990 (اليابان، واستراليا، ونيوزيلندا)
PPP	مبدأ الملوِّث يدفع
PPP	تعادل القوة الشرائية
PV	كهربائي ضوئي
R&D	البحث والتطوير
RCPs	مسارات التركيز النموذجية
RD&D	البحث والتطوير والإيضاح
RE	الطاقة المتجددة
RECIPE	تقرير السياسة المتعلقة بالطاقة والمناخ في أوروبا
REDD	خفض الانبعاثات من إزالة الغابات وتدهورها
REEEP	شراكة الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة
RES	مصادر الطاقة المتجددة
RGGI	مبادرة إقليمية بشأن غازات الاحتباس الحراري
RoSE	خرائط طرق من أجل مستقبل الطاقة المستدامة
ROW	بقية العالم
RPS	معايير الحافظة المتجددة
SAR	تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
SAS	جنوب آسيا
SCC	تكلفة الكربون الاجتماعية
SCCF	الصندوق الخاص لتغير المناخ
SCP	أنماط الاستهلاك والإنتاج المستدامة
SD	التنمية المستدامة
SF_6	سداسي فلوريد الكبريت
SLCP	مادة ملوِّثة للمناخ قصيرة الأجل
SMEs	المؤسسات الصغيرة والمتوسطة
SO_2	ثاني أكسيد الكبريت
SPM	ملخص لصانعي السياسات
SRES	التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن سيناريوهات الانبعاثات
SREX	التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن إدارة مخاطر الظواهر المتطرفة والكوارث لتعزيز التكيف مع تغير المناخ
SRM	إدارة الأشعة الشمسية
SRREN	التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من تغير المناخ
SRCSS	التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه
SSA	أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى
SUVs	المركبات الرباعية الدفع
SWF	دالة الرفاه الاجتماعي
TAR	تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
TC	التغير التكنولوجي
TCR	الاستجابة المناخية العابرة
Th	الثوريوم
TNAs	تقييمات الاحتياجات في مجال التكنولوجيا
TOD	التنمية الموجهة نحو استخدام وسائل النقل العام
TPES	مجموع الإمدادات من الطاقة الأولية
TRIPs	الجوانب المتصلة بالتجارة من حقوق الملكية الفكرية
TT	نقل التكنولوجيا
U	اليورانيوم
UHI	جزيرة احترار حضرية
UMC	بلدان الشريحة العليا من الدخل المتوسط
UN	الأمم المتحدة
UN DESA	إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية بالأمم المتحدة
UNCCD	اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر
UNCSD	مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
UNESCO	منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة
UNFCCC	اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ
UNIDO	منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية
USD	دولارات أمريكية
VAs	اتفاقات طوعية
VOCs	مركبَّات عضوية متطايرة
VKT	الكيلومترات المقطوعة بالمركبات
WACC	التكاليف المرجحة لرأس المال
WBCSD	المجلس العالمي للأعمال من أجل التنمية المستدامة
WCED	اللجنة العالمية للبيئة والتنمية
WCI	مبادرة المناخ الغربية
WEU	أوروبا الغربية
WGI	الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
WGII	الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
WGIII	الفريق العامل الثالث التابعة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
WHO	منظمة الصحة العالمية
WTP	الاستعداد للدفع
WWTP	محطة لمعالجة المياه العادمة
WTO	منظمة التجارة العالمية

المراجع

IPCC (2003). Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types [Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, and F. Wagner (eds.)]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, 32 pp.

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme [Eggleston H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe K. (eds.)]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan.

IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC (2012). Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Geoengineering [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, C. Field, V. Barros, T.F. Stocker, Q. Dahe, J. Minx, K. Mach, G.-K. Plattner, S. Schlömer, G. Hansen, and M. Mastrandrea (eds.)]. IPCC Working Group III Technical Support Unit, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany, 99 pp.

Manning, M.R., M. Petit, D. Easterling, J. Murphy, A. Patwardhan, H-H. Rogner, R. Swart, and G. Yohe (eds.) (2004). IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options. Workshop Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.

Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers (2010). Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Published online at: http://www.ipcc-wg2.gov/meetings/CGCs/index.html#UR

Michaelowa, A., M. Stronzik., F. Eckermann, and A. Hunt (2003). Transaction costs of the Kyoto Mechanisms. Climate policy, 3(3), 261–278.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). Ecosystems and Human Well-being: Current States and Trends. World Resources Institute, Washington, D.C. [Appendix D, p. 893].

Moss, R., and S. Schneider (2000). Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to Lead Authors for More Consistent Assessment and Reporting. In: IPCC Supporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the Third Assessment Report of the IPCC [Pachauri, R., T. Taniguchi, and K. Tanaka (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, pp. 33–51.

United Nations Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate (AGECC) (2010). Energy for a Sustainable Future. New York, NY, USA.

Arctic Council (2013). Glossary of terms. In: Arctic Resilience Interim Report 2013. Stockholm Environment Institute and Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Sweden.

Brunner, P.H. and H. Rechberger (2004). Practical handbook of material flow analysis. The International Journal of Life Cycle Assessment, 9(5), 337–338.

Cobo, J.R.M. (1987). Study of the problem of discrimination against indigenous populations. Sub-commission on Prevention of Discrimination and Protection of Minorities. New York: United Nations, 1987.

Ehrlich, P.R. and J.P. Holdren (1971). Impact of population growth. Science, 171(3977), 1212–1217.

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) (2000). State of food insecurity in the world 2000. Rome, Italy.

Hertel, T.T.W. (1997). Global trade analysis: modeling and applications. T.W. Hertel (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Heywood, V.H. (ed.) (1995). The Global Biodiversity Assessment. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

IPCC (1992). Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment [Houghton, J.T., B.A. Callander, and S.K. Varney (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 116 pp.

IPCC (1996). Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp.

IPCC (2000). Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T., I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo, and D.J. Dokken (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 377 pp.

IPCC (2001). Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.

UNFCCC (2000). Report on the Conference of the Parties on its Seventh Session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Addendum. Part Two: Action Taken by the Conference of the Parties. (FCCC/CP/2001/13/Add.1).

United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) (1994). Article 1: Use of terms. United Nations Convention to Combat Desertification. 17 June 1994: Paris, France.

Weyant, J.P. and T. Olavson (1999). Issues in modeling induced technological change in energy, environmental, and climate policy. Environmental Modeling & Assessment, 4(2–3), 67–85.

World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) and World Resources Institute (WRI). (2004). The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard. Geneva and Washington, DC.

Wiedmann, T. and J. Minx (2007). A definition of'carbon footprint. Ecological economics research trends, 1, 1–11.

Wiener, J.B. and J.D. Graham (2009). Risk vs. risk: Tradeoffs in protecting health and the environment. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). Our Common Future. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom

Moss, R., M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J.F. Lamarque, M. Manning, B. Matthews, J. Meehl, L. Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. van Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J.P. van Ypersele, and M. Zurek (2008). Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts and response strategies. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 132 pp.

Moss, R., J.A. Edmonds, K.A. Hibbard, M.R. Manning, S.K. Rose, D.P. van Vuuren, T.R. Carter, S. Emori, M. Kainuma, T. Kram, G.A. Meehl, J.F.B. Mitchell, N. Nakicenovic, K. Riahi, S.J. Smith, R.J. Stouffer, A.M. Thomson, J.P. Weyant, and T.J. Wilbanks (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463, 747–756.

Nakićenović, N. and R. Swart (eds.) (2000). Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.

Rogner, H.H. (1997). An assessment of world hydrocarbon resources. Annual review of energy and the environment, 22(1), 217–262.