

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

### ملخص لواضعي السياسات

تمت الموافقة على الملخص بالتفصيل في الجلسة التاسعة للفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في بانكوك - تايلاندا في أيار/ مايو ٢٠٠٧، وهو يمثل الموقف الرسمي المتفق عليه من قبل الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ حول تخفيف تغير المناخ

#### صاغ الوثيقة:

تيري باركر، إيغور باشماكوف، ليني برنستين، جان بوغنز، بيتر بوش، روتو داف، أوغولاند دافيدسون، بريان فيشر، مايكل غراب، سوجوتا غوبتا، كريستين هالسناس، بيرتجان هيچ، سوزانا كاهن ريبيريو، شيغيكى كوباياشي، مارك ليفين، دانييل مارتينو، عمر مسرة سيروتي، بيرت ميتز، ليومير، جيرت جان نيرس، عادل نجم، نيبوجسا ناكيسينوفيك، هانس هولغر روغنز، جوياشري روي، جايات ساتايي، روبرت شوك، بريارادشي شوكلا، رالف سيمز، بيت سميث، روب سوارت، دنيس تيرباك، ديانا أورج - فورزاتز، زهو دادي.

#### يجب ذكر الملخص الفني على الشكل التالي:

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ IPCC، ٢٠٠٧: ملخص لواضعي السياسات. في تغير المناخ ٢٠٠٧: التخفيف. مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ب. ميتز، أ. ر. ديفدسون، ب. ر. بوش، ر. دايف، ل. أ. ميير (محررون)]. مطبعة جامعة كامبردج، كامبردج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.

## المحتويات:

أ - المقدمة.....	٣
ب - توجّهات إنبعاثات غازات الدفيئة.....	٣
ج - التخفيف على المديين القصير والمتوسط (حتى العام ٢٠٣٠).....	١٠
د - التخفيف الطويل الأمد (بعد العام ٢٠٣٠).....	١٨
هـ - السياسات والتدابير والأدوات اللازمة لتخفيف تغيّر المناخ.....	٢٢
و - التنمية المستدامة وتخفيف تغيّر المناخ.....	٢٣
ز - ثغرات في المعرفة.....	٢٦
الإطار النهائي ١: تجسيد عدم اليقين.....	٢٧

## أ - المقدمة

## ب - توجهات انبعاثات غازات الدفيئة

في التقرير الأساسي.

## ٢. إزادات انبعاثات غازات الدفيئة العالمية منذ ما قبل الثورة

الصناعية مع ارتفاع بنسبة ٧٠٪ ما بين العامين ١٩٧٠ و ٢٠٠٤ (توافق عالٍ وأدلة وافية).

• منذ ما قبل الثورة الصناعية، أدت انبعاثات غازات الدفيئة المتزايدة الناتجة عن النشاطات الإنسانية إلى ارتفاع ملحوظ في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي [الفقرة ١.٢ من الملخص لوضعي السياسات المنبثق عن الفريق العامل الأول].

• بين العامين ١٩٧٠ و ٢٠٠٤، إزادات انبعاثات الغازات التالية: ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهيدروفلوروكربون ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة وسداسي فلوريد الكبريت التي يتم قياسها من خلال إمكانية الاحتراق العالمي، بنسبة ٧٠٪ (وقد سجل ٢٤٪ من هذه الزيادات بين العامين ١٩٩٠ و ٢٠٠٤)، أي أنها ارتفعت من ٢٨.٧ إلى ٤٩ جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ<sup>٢</sup> [راجع الرسم ١ من الملخص لوضعي السياسات]. وإزادات انبعاثات هذه الغازات بمعدلات مختلفة. إذ ارتفعت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بين العامين ١٩٧٠ و ٢٠٠٤ بنسبة ٨٠٪ (٢٨٪ منها بين العامين ١٩٩٠ و ٢٠٠٤)، وهي تشكل ٧٧٪ من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ في العام ٢٠٠٤.

• لقد نتج أكبر إزدياد في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بين العامين ١٩٧٠ و ٢٠٠٤، عن قطاع التزويد بالطاقة (زيادة بنسبة ١٤٥٪). وخلال هذه المرحلة، بلغ الارتفاع في الانبعاثات المباشرة<sup>٣</sup> الناتج عن النقل ١٢٠٪، وذاك الناتج عن الصناعة ٦٥٪، وذاك الناتج عن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة<sup>٤</sup>

١. تركّز مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC على معلومات جديدة حول جوانب علمية وتكنولوجية وبيئية وإقتصادية وإجتماعية لتخفيف تغير المناخ تم نشرها منذ تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC، وفي التقارير الخاصة حول إلقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وحماية طبقة الأوزون والنظام البيئي العالمي.

يُقسم هذا الملخص إلى ستة أقسام تلي المقدمة، وهي:

- توجهات انبعاثات غازات الدفيئة
- التخفيف خلال المديين القصير والمتوسط في مختلف القطاعات الإقتصادية (حتى العام ٢٠٣٠)
- التخفيف في المدى الطويل (بعد العام ٢٠٣٠)
- السياسات والتدابير والأدوات المستخدمة بغية تخفيف تغير المناخ
- التنمية المستدامة وتخفيف تغير المناخ
- الفجوات في المعرفة

يُشار إلى أقسام الفصل المناسبة في كل مقطع بين قوسين. يمكن إيجاد شرح للمصطلحات والتسميات المختصرة والرموز الكيميائية المستخدمة في الملخص لوضعي السياسات في معجم المصطلحات الوارد

<sup>١</sup> لقد تم وضع تقييم «توافق / أدلة» مرفق، لكل موقف رئيسي وتم دعمه من خلال النقاط التالية. وهذا لا يعني بالضرورة أن مستوى «توافق / أدلة» ينطبق على كل نقطة. يقدم الإطار النهائي شرحاً حول تجسيد عدم اليقين.

<sup>٢</sup> يدل ثاني أكسيد الكربون المكافئ على كمية انبعاث ثاني أكسيد الكربون التي يمكن أن تحدث التأثير التفاعلي نفسه الذي ينتجه أحد غازات الدفيئة الجيد المزج أو مزيج من غازات الدفيئة الجيدة المزج، على أن تكون كل هذه الغازات مخروبة بإمكانية الاحتراق العالمي الخاصة بكل واحدة منها، وينبغي أخذ بعين الاعتبار التوقيتات المختلفة التي تبقى خلالها في الغلاف الجوي [معجم مصطلحات تقرير التقييم الرابع للفريق العامل الأول].

<sup>٣</sup> لا تشمل الانبعاثات المباشرة في كل قطاع الانبعاثات الناتجة عن قطاع الكهرباء في ما يتعلق بالكهرباء المستهلكة في البناء، وفي قطاعي الصناعة والزراعة، أو الانبعاثات الناتجة عن عمليات تكرير الوقود المزدود لقطاع النقل.

<sup>٤</sup> تم استعمال المصطلح «استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة» لوصف الانبعاثات الإجمالية لثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز الناتجة عن إزالة الغابات والكتلة الأحيائية والحريق، وتلك الناتجة أيضاً عن تقلص الكتلة الأحيائية بسبب قطع الأشجار وإزالة الغابات وتراجع الخث وإحتراقه [الفقرة ١-٣-١]. وهذه الانبعاثات هي أقل من الانبعاثات الناتجة عن إزالة الغابات التي تعتبر فرعية. لا تشمل الانبعاثات المسجلة هنا إمتصاص (إزالة) الكربون.

<sup>٥</sup> يمثل هذا التوجه مجموع الانبعاثات الناتجة عن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة، وتجب الإشارة إلى أن الانبعاثات الناتجة عن إزالة الغابات فرعية. ويستند التوجه إلى معلومات واسعة حول عدم اليقين، وهو أقل يقيناً بكثير مما هو عليه في قطاعات أخرى. لقد كان معدل إزالة الغابات عالمياً بين العامين ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ منخفضاً أكثر مما كان عليه بين العامين ١٩٩٠ و ٢٠٠٠ [الفقرة ٩-٢-١].

الرسم ١ من الملخص لوضعي السياسات: تم قياس إمكانية الإحترار العالمي من خلال انبعاثات غازات الدفيئة بين العامين ١٩٧٠ و ٢٠٠٤. واستعملت إمكانيات الإحترار العالمي خلال فترة المئة عام المذكورة في تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ للعام ١٩٩٦ بغية تحويل الانبعاثات إلى ثاني أكسيد الكربون المكافئ. (راجع إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ التي تحوي العناوين الأساسية). وتشمل ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهيدروفلوروكربون ومركبات الهيدروكلوروكربون الكاملة الفروية وسداسي فلوريد الكبريت من كافة المصادر. وتعكس فئتا انبعاث ثاني أكسيد الكربون انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتأتبة من إنتاج الطاقة وإستخدامها (الثانية من الأعلى) ومن تغير إستخدام الأراضي (الثالثة من الأعلى) [الرسم ١.١].

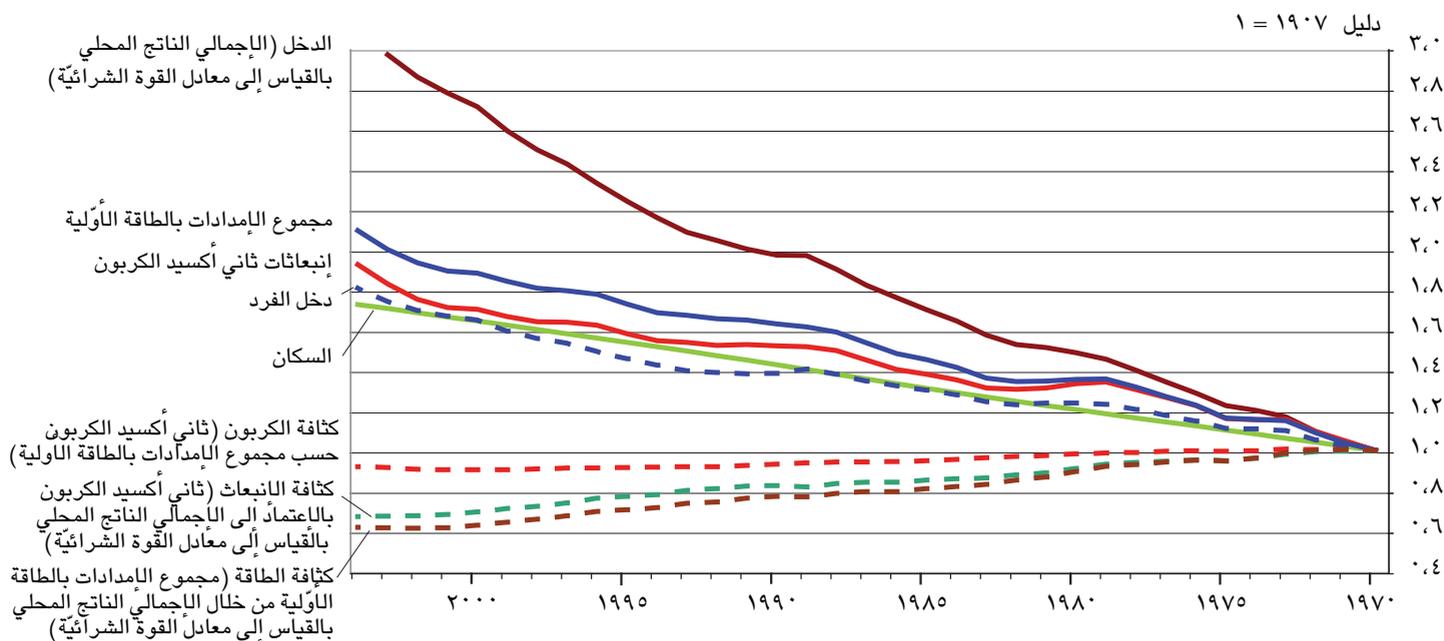
#### الملاحظات:

- ١- ويشمل عدد آخر من أكسيد النيتروز العمليات الصناعية وإزالة الغابات وإحترار السافانا والمياه المستعملة ومخلفات مطامر القمامة.
- ٢- هناك عدد آخر من الميثان ناتج عن العمليات الصناعية وعن إحترار السافانا.
- ٣- انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تفكك الكتلة الأحيائية في الأرض التي تبقى بعد قطع الأشجار وإزالة الغابات والناتج عن إحترار الخث وتراجع الأتربة المنزوعة الخث.
- ٤- الإستخدم التقليدي للكتلة الأحيائية بنسبة ١٠٪ من المجموع، ويقدر أن ٩٠٪ منها ناتجة عن إنتاج الكتلة الأحيائية. وهذا صحيح بالنسبة إلى ١٠٪ فقط من كربون الكتلة الأحيائية الذي من المقدر أن يبقى بعد إحترار الفحم الخشبي.
- ٥- استندت البيانات المسجلة حول إحترار الغابات الواسعة المدى وإحترار الكتلة الأحيائية في أراضي الجنبات بين العامين ١٩٩٧ - ٢٠٠٢ إلى بيانات القمر الصناعي حول انبعاثات الحريق العالمية.
- ٦- إنتاج الاسمنت وإشتعال الغاز الطبيعي.
- ٧- يشمل استخدام الوقود الأحفوري الانبعاثات الناتجة عن المواد الخام.

٤٠٪. بين العامين ١٩٧٠ و ١٩٩٠، إزدادت الانبعاثات المباشرة الناتجة عن الزراعة بنسبة ٢٧٪، أما الانبعاثات الناجمة عن الأبنية فارتفعت بنسبة ٢٦٪، وبقيت بعد ذلك ثابتة على مستويات العام ١٩٩٠ تقريباً. غير أن قطاع الأبنية يستخدم الكهرباء بمستوى عالٍ، لذلك، تكون الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة أكثر إرتفاعاً في هذا القطاع (٧٥٪)، ممّا هي عليه عادةً [١،٣، ٦، ١، ١١، ٣] والرسمان ١،١ و ١،٣].

• وقد كان تأثير إنخفاض كثافة الطاقة العالمي (-٣٣٪) على الانبعاثات العالمية أقل من تأثير نمو الدخل الفردي العالمي (٧٧٪) الممزوج مع نمو السكان العالمي (٦٩٪)، ويقود هذان النموّان إلى إزدياد الطاقة المتعلقة بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الرسم ٢ من الملخص لوضعي السياسات). وقد إنقلب التوجه الطويل الأمد لإنخفاض كثافة الكربون في التزويد بالطاقة بعد العام ٢٠٠٠. ولكن يبقى الإختلاف في الدخل الفردي وفي الانبعاثات





الرسم ٢ من الملخص لوضعي السياسات التوزيع العالمي النسبي لإجمالي الناتج المحلي الذي يتم قياسه من خلال معادل القوة الشرائية (إجمالي الناتج المحلي بالقياس إلى معادل القوة الشرائية PPP GDPppp). مجموع الإمدادات بالطاقة الأولية TPES وإنبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري وإشتعال الغاز وصناعة الأسمنت) والسكان. بالإضافة إلى ذلك، يشير الرسم في الخطوط المنقطعة إلى الدخل الفردي (إجمالي الناتج المحلي بالقياس إلى معادل القوة الشرائية نظراً إلى السكان GDPppp/pop)، وكثافة الطاقة (مجموع الإمدادات بالطاقة الأولية من خلال إجمالي الناتج المحلي بالإستناد على معادل القوة الشرائية TPES GDPpp)، وكثافة الكربون في التزويد بالطاقة CO<sub>2</sub>TPES (ثاني أكسيد الكربون بالإعتماد على مجموع الإمدادات بالطاقة الأولية)، وكثافة الإنبعاثات الناتجة عن العملية الإنتاجية الإقتصادية (ثاني أكسيد الكربون بالإعتماد على الإجمالي الناتج المحلي بالقياس إلى معادل القوة الشرائية CO<sub>2</sub>/GDPpp) في الفترة الممتدة بين العامين ١٩٧٠ و٢٠٠٤. [الرسم ١،٥].

• وأثبتت مجموعة من السياسات بما فيها تلك المتعلقة بتغيير المناخ وأمن الطاقة<sup>٦</sup> والتنمية المستدامة فاعليتها في تقليص إنبعاثات غازات الدفيئة في مختلف القطاعات في عدد من الدول. غير أن نطاق مثل هذه الإجراءات لم يكن واسعاً بما فيه الكفاية للحد من النمو العالمي لهذه الإنبعاثات [١،٣، ١٢، ٢].

٣. سيستمرّ إزدياد إنبعاثات غازات الدفيئة العالمي في العقود المقبلة في ظلّ سياسات تخفيف تغيير المناخ الحالية وعمليات التنمية المستدامة المتصلة بها (توافق عالٍ وأدلة وافية).

• يتوقع التقرير الخاص بسياريوهات الإنبعاثات SRES (غير التخفيفية) إرتفاعاً في الخط الأساسي لإنبعاثات غازات الدفيئة العالمية من ٩,٧ جيغا طن ثاني أكسيد الكربون المكافئ إلى ٣٦,٧

الفردية وفي كثافة الطاقة بين الدول ملحوظاً. (الرسم ٣ من الملخص لوضعي السياسات). في العام ٢٠٠٤، سجّلت الدول المدرجة في المرفق الأول ضمن الإتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن تغيير المناخ مساهمة بنسبة ٢٠٪ على صعيد سكان العالم، وأنتجت ٥٧٪ من الإجمالي الناتج المحلي العالمي بالقياس إلى معادل القوة الشرائية<sup>٧</sup>، وتسببت بـ ٤٦٪ من إنبعاثات غازات الدفيئة (الرسم ٣ من الملخص لوضعي السياسات) [١،٣].

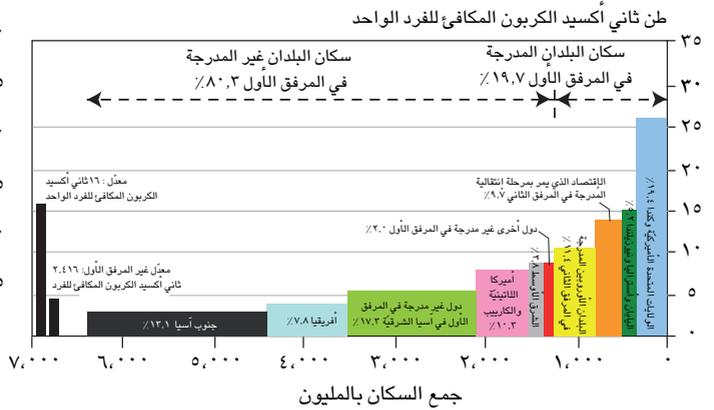
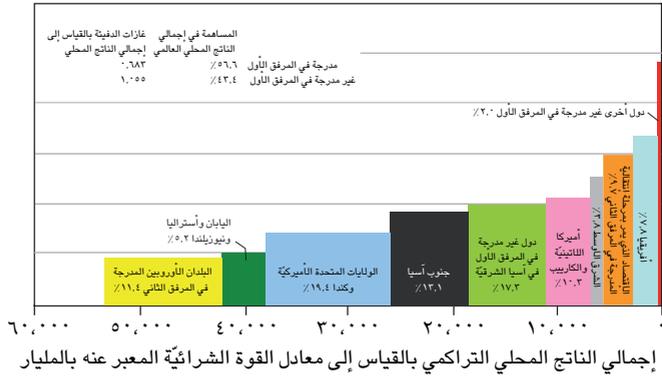
• كما إنخفضت منذ التسعينيات إنبعاثات المواد المسببة لإستنزاف الأوزون التي تمّت السيطرة عليها من خلال بروتوكول مونتريال<sup>٨</sup> والتي تشكّل أيضاً إحدى غازات الدفيئة. وبلغت إنبعاثات هذه الغازات في العام ٢٠٠٤ ما يعادل ٢٠٪ من مستواها في العام ١٩٩٠ [١،٣].

<sup>٦</sup> يتم إستعمال المقياس المتري لإجمالي الناتج المحلي بالقياس إلى معادل القوة الشرائية لأهداف تصويرية فقط في هذا التقرير. لمزيد من الشرح حول كيفية حساب معادل القوة الشرائية وسعر الصرف السوقي وإجمالي الناتج المحلي راجع الحاشية ١٢.

<sup>٧</sup> الهالون ومركبات الهيدروكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروفلوروكربون وثلاثي كلوروميثان ورباعي كلوريد الكربون وأحادي بروم الميثان.

<sup>٨</sup> يقصد بأمن الطاقة الأمن في التزويد بالطاقة.

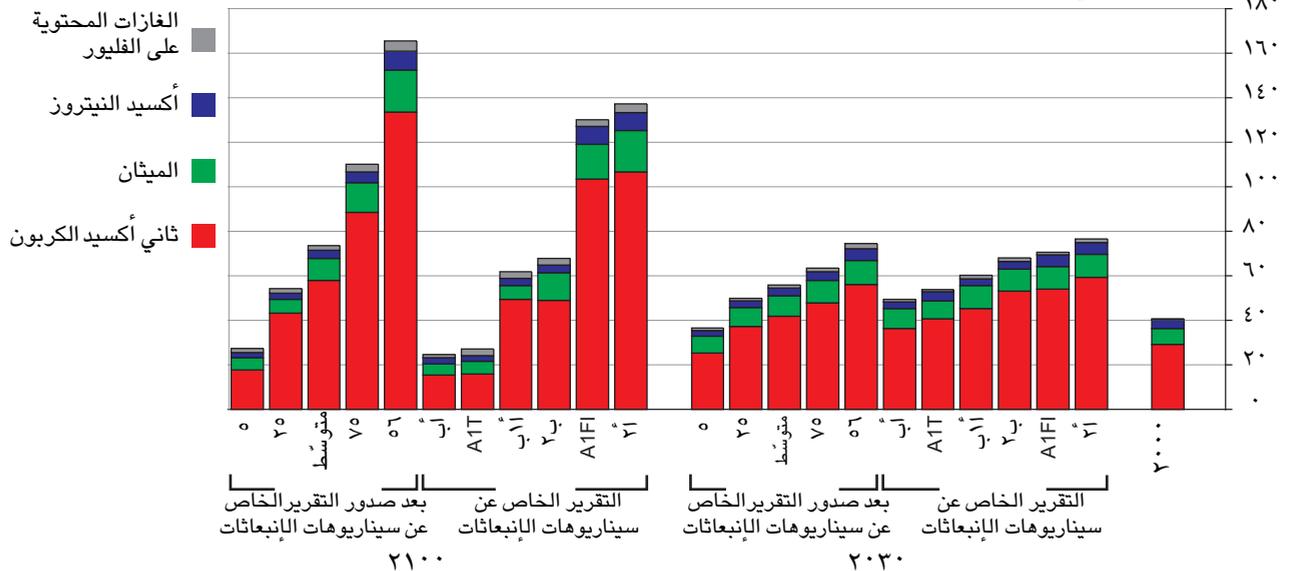
كلغ ثاني أكسيد الكربون المكافئ المعبر عنه بالدولار الأميركي  
حسب إجمالي الناتج المحلي بالقياس إلى معدل القوة الشرائية (٢٠٠٠)



الرسم ٣ من الملخص لوضعي السياسات: التوزيع العالمي النسبي لإجمالي الناتج المحلي (تشمل كل غازات بروتوكول كيوتو استخدام الأراضي) الذي يقاس بالدولار الأميركي لإجمالي الناتج المحلي حسب معادل القوة الشرائية لمجموعات البلدان المختلفة. تشير النسب المئوية في الأعمدة إلى تشارك المناطق في انبعاثات غازات الدفيئة العالمية [الرسم ٤، ١].

الرسم ١٣ من الملخص لوضعي السياسات: التوزيع الإقليمي لانبعاثات غازات الدفيئة للفرد الواحد في العام ٢٠٠٤ (تشمل كل غازات بروتوكول كيوتو الناتجة عن استخدام الأراضي) بالنسبة إلى سكان مجموعات الدول المختلفة. تشير النسب في الأعمدة إلى تشارك المناطق في انبعاثات غازات الدفيئة [الرسم ٤، ١].

جيغا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالسنة الواحدة



الرسم ٤ من الملخص لوضعي السياسات: انبعاثات غازات الدفيئة عالمياً للعام ٢٠٠٠ والخط الأساسي للانبعاثات المتوقعة للعامين ٢٠٣٠ و ٢١٠٠ من خلال التقرير الخاص حول سيناريوهات الانبعاثات SRES الناتج عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمعلومات التالية للتقرير الخاص. يدل الرسم على الانبعاثات من خلال السيناريوهات الستة التصورية في التقرير الخاص. كما أنها تقدم تواتر توزيع الانبعاثات في سيناريوهات التقرير الخاص المستقبلية (المئين الخامس، والخامس والعشرين، والمتوسط، والخامس والسبعين). وتمت الإشارة إليها في الفصل الثالث. تشمل الغازات المحتوية على الفلورين ومركبات الهيدروفلوروكربون ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفروية وسداسي فلوريد الكبريت. [الفقرتان ١، ٣ و ٣، ٢ والرسم ٧، ١] [التغيير في التحضير: مدون في الدليل].

## الكربون المكافئ بالسنة في العام ٢٠١٠، راجع الرسم ٤ من الملخص لوضعي السياسات) (توافق عالٍ وأدلة وافية).

- استعملت الدراسات منذ التقرير الخاص قيمياً منخفضة لبعض مسببات الانبعاثات، خاصة إسقاطات السكان. لكن، بالنسبة إلى هذه الدراسات التي تشمل إسقاطات السكان الجديدة، أدى التغيير في المؤديات الأخرى، مثل النمو الإقتصادي، إلى تغيير بسيط في مستويات الانبعاثات الشامل. وتبدو إسقاطات النمو الإقتصادي لأفريقيا وأميركا اللاتينية وللشرق الأوسط حتى العام ٢٠٣٠ جهة خط الأساس في سيناريوهات التقرير الخاص المستقبلية، منخفضة أكثر مما أورده التقرير الخاص حول الانبعاثات، في حين يؤدي ذلك دوراً بسيطاً في التأثير على النمو الإقتصادي العالمي والانبعاثات الشاملة.
- تحسّن تمثيل الهباء الجوي وانبعاثات سلاّث الهباء الجوي، بما فيها ثاني أكسيد الكبريت والكربون الأسود والكربون العضوي التي تملك تأثيراً تبريدياً واضحاً<sup>١١</sup>. بالإجمال، من المتوقع أن تنخفض بنسبة أكبر مما أورده التقرير الخاص حول سيناريوهات الانبعاثات. [٣، ٢].
- تشير دراسات متوفرة إلى أن خيار سعر الصرف في إجمالي الناتج المحلي (سعر الصرف السوقي أو معادل القوة الشرائية) لا يؤثر على الانبعاثات المتوقعة حين يتم استعماله بشكل ثابت<sup>١٢</sup>. أمّا الاختلافات، وإن وجدت، فهي صغيرة مقارنةً مع عدم اليقين الناتج عن الفرضيات حول بارامترات أخرى في السيناريوهات، على سبيل المثال التغيير التكنولوجي [٣، ٢].

جيجا طن ثاني أكسيد الكربون المكافئ (٢٥-٩٠٪). بين العامين ٢٠٠٠ و ٢٠٣٠<sup>١٠</sup> (الإطار ١ والرسم ٤ من الملخص لوضعي السياسات). في هذه السيناريوهات، من المتوقع أن يحافظ الوقود الأحفوري على موقعه المسيطر في مزيج الطاقة العالمي حتى العام ٢٠٣٠ وما بعده. ولهذا السبب، من المتوقع أن تزيد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بين العامين ٢٠٠٠ و ٢٠٣٠ من جرّاء استخدام الطاقة من ٤٠٪ إلى ١١٠٪ خلال هذه الفترة. ومن المتوقع أن يتأتى إزدياد بنسبة الثلث أو ثلاثة الأرباع في انبعاثات طاقة ثاني أكسيد الكربون من المناطق غير المدرجة في المرفق الأول، على أن يبقى معدّل انبعاثات طاقة ثاني أكسيد الكربون الفردي أكثر ممّا هو عليه (٢,٨-٥,١ طن من ثاني أكسيد الكربون للفرد الواحد) في المناطق المدرجة في المرفق الأول (٩,٦-١٥,١ طن من ثاني أكسيد الكربون للفرد الواحد في العام ٢٠٣٠. إستناداً إلى سيناريوهات التقرير الخاص حول سيناريوهات الانبعاثات SRES، من المتوقع أن يتمتع إقتصاد هذه الدول الأخيرة بطاقة استخدام أقل بالنسبة إلى الوحدة من إجمالي الناتج المحلي (٦,٢ و ٩,٩ / US\$ ميغا جول في إجمالي الناتج المحلي) أكثر من البلدان غير المدرجة في المرفق الأول (١١,٠-٦,٢١ / US\$ ميغا جول لإجمالي الناتج المحلي) [٣، ٢، ١، ٢].

٤. تمكن مقارنة الخط الأساس لسيناريوهات الانبعاثات الصادرة منذ سيناريوهات التقرير الخاص حول الانبعاثات<sup>١١</sup> بتلك الواردة في التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ حول سيناريوهات الانبعاثات (٢٥-١٣٥ جيجا طن من ثاني أكسيد

<sup>١٠</sup> تبلغ انبعاثات غازات الدفينة للعام ٢٠٠٠ المقدرة في التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات SRES ٣٩,٨ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ، أي أنها أدنى من الانبعاثات المسجّلة في بيانات إيدار للعام ٢٠٠٠ (٤٥ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ)، ويعود ذلك إلى الاختلاف في الانبعاثات الناتجة عن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة.

<sup>١١</sup> لا يشمل خط الأساس للسيناريوهات سياسة المناخ الإضافية إلى جانب السياسات الحالية، ويختلف عدد من الدراسات الحديثة في ما يتعلق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ وبرتوكول كيوتو.

<sup>١٢</sup> راجع تقرير الفريق العامل الأول لتقرير التقييم الرابع، الفصل ١٠-٢. حصل نقاش حول استخدام أسعار الصرف المختلفة في سيناريوهات الانبعاثات منذ تقرير التقييم الرابع. ويجري استعمال مقياسان مترين بغية مقارنة إجمالي الناتج المحلي بين الدول. ويستحسن استخدام سعر الصرف السوقي في التحليلات التي تشمل السلع التي يتم المتاجرة بها دولياً. في حين يستحسن استخدام معادل القوة الشرائية في التحليلات التي تشمل مقارنات عائدات المنتوجات بين الدول التي تشهد إختلافات كبيرة في مراحل النمو. إختلافات كبيرة في مستويات التنمية. تم التعبير عن معظم الوحدات المالية في هذا التقرير من خلال سعر الصرف السوقي. ويعكس ذلك الأغلبية الكبيرة لبيانات انبعاثات التخفيف التي تم قياسها من خلال سعر الصرف السوقي. وعند الدلالة على الوحدات المالية من خلال معادل القوة الشرائية تم التعبير عنها من خلال إجمالي الناتج المحلي بالقياس إلى معادل القوة الشرائية.

## الإطار ١ من الملخص لوضعي السياسات. سيناريوهات الانبعاثات الناتجة عن التقرير الخاص حول سيناريوهات الانبعاثات (SRES)

١أ. يصف الواقع المنظور وأسرة سيناريو ١أ (A1) العالم المستقبلي حيث يكون النمو الاقتصادي عالٍ جداً، وتصل النسبة السكانية العالمية إلى العتبة القصوى بحلول منتصف القرن لتعود وتنخفض من جديد بعد ذلك، ويجري إدخال سريع لتكنولوجيات جديدة وأكثر فاعلية. أما المواضيع الأساسية التي يشير إليها فهي التقارب بين الأقاليم وبناء القدرات والتفاعلات الثقافية والاجتماعية المتزايدة، مع انخفاض ملموس في الاختلافات الإقليمية على مستوى دخل الفرد الواحد. تفصل أسرة سيناريو ١أ في ثلاث مجموعات التوجهات البديلة للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة. ويمكن التمييز بين مجموعات السيناريوهات الثلاث ١أ تبعاً لأهميتها التكنولوجية: سيناريوهات الوقود الأحفوري المركز A1FI، وسيناريوهات الوقود غير الأحفوري A1T، أو توازن المصادر كافة ١أ ب (A1B) (حيث يُحدّد التوازن على أنه لا يعتمد بشكل كبير على مورد طاقة واحد، على اعتبار أن نسب التحسن عينها تنطبق على كافة مصادر التزويد بالطاقة وعلى كافة تكنولوجيات الاستخدام النهائي).

٢أ. يصف الواقع المنظور وأسرة سيناريو ٢أ (A2) عالماً غير متجانس بشكل كبير، أما الموضوع الأساسي الذي يشير إليه فهو الاعتماد على الذات والمحافظة على الهويات المحلية. أما أنماط الخصوبة فتقترب ببطء، ما يؤدي إلى زيادة سكانية مستمرة. أما التنمية الاقتصادية فهي إقليمية التوجه بشكل أساسي، مع نمو اقتصادي للفرد الواحد وتغير تكنولوجي أكثر تفككاً وبطئاً من خطوط الأحداث الأخرى.

١ ب. يصف الواقع المنظور وأسرة سيناريو ١ ب (B1) عالماً متقارباً مع نسبة السكان عينها عالمياً، حيث تصل الكثافة السكانية إلى العتبة القصوى بحلول منتصف القرن لتعود وتنخفض بعد ذلك كما هو الحال في الواقع المنظور ١أ ولكن مع تغير سريع في الهيكليات الاقتصادية نحو اقتصاد معلومات وخدمات، في ظلّ إنخفاضات في القوة المادية وفي ظل إدخال تكنولوجيات نظيفة وذات كفاءة من حيث استخدام الموارد. أما التركيز فهو على الطول العالمية للإستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك تحسن التكافؤ، لكن من دون مبادرات مناخية إضافية.

٢ ب. يصف الواقع المنظور وأسرة سيناريو ٢ ب (B2) عالماً يتم التركيز فيه على الطول المحلية للإستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. هو عالم يشهد كثافة سكانية دائمة التزايد لكن بنسبة أدنى من نسبة الواقع المنظور ٢أ، كما يعرف مستويات متوسطة من التنمية الاقتصادية، وتغيراً تكنولوجياً أقل سرعة وأكثر تنوعاً من الواقع المنظور في ١ ب و ١أ. ومع أن ذلك يترافق مع توجه السيناريو نحو حماية البيئة والتكافؤ الاجتماعي، إلا أنه يركز أيضاً على المستويين المحلي والإقليمي.

وتمّ اختيار سيناريو توضيحي لكلّ من مجموعات السيناريوهات الستة A1B، A1FI، A1T، A2، B1، B2. ويجب اعتبار جميع السيناريوهات فاعلة بالمستوى عينه.

ولا يضمّ التقرير الخاص حول سيناريوهات الانبعاثات مبادرات مناخية إضافية، ما يعني أنه ما من سيناريوهات، في هذا التقرير، تقرّ بشكل واضح تطبيق إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف الانبعاثات التي نصّ عليها بروتوكول كيوتو.

تمّ أخذ الإطار الحالي الذي يلخص التقرير الخاص حول سيناريوهات الانبعاثات من تقرير التقييم الثالث بعد إعادة النظر فيه وإعتماده من قبل الهيئة.

## الإطار ٢ من الملخص لوضعي السياسات: إمكانيّة التخفيف والمقاربات التحليلية

لقد تمّ تطوير مبدأ «إمكانيّة التخفيف» بغية تقييم نطاق الحدّ من غازات الدفيئة التي يمكن القيام به نظراً للخطوط الأساسية للانبعاثات في ما يتعلّق بمستوى معين لسعر الكربون (الذي يتم التعبير عنه من خلال سعر وحدة ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل الانبعاثات التي تمّ تجنبها أو تخفيضها). إلى جانب ذلك، يتمّ التعريف بإمكانية التنمية من خلال «الإمكانية السوقية والإمكانية الاقتصادية».

الإمكانية السوقية: هي إمكانية التخفيف المرتكزة على التكاليف الخاصة وعلى مستويات التخفيض الخاصة<sup>١٢</sup> التي يمكن حصولها في ظل توقع الشروط السوقية بما فيها السياسات والإجراءات المتخذة في الوقت الراهن، مع الإشارة إلى أن الحواجز الحالية تحدّ الإمتصاص الحالي [٢،٤].

<sup>١٢</sup> تعكس التكاليف الخاصة وأسعار التخفيض منظور الشركات الخاصة والمستهلكين، أنظر معجم المصطلحات للحصول على شرح مفصّل.

## (تتمت الإطار ٢)

الإمكانية الاقتصادية تمثل إمكانية التخفيف التي تأخذ بالحسبان التكاليف الاجتماعية والفوائد ومستويات التخفيض الاجتماعية<sup>١٤</sup> في ظل الإقرار بان الكفاءة السوقية تحسنت من خلال السياسات والتدابير، كما تمت إزالة الحواجز [٤، ٢].

يمكن استخدام الدراسات حول الإمكانية السوقية بغية إعلام صانعي السياسة حول إمكانية التخفيف في ظل السياسات والحواجز الموجودة، في حين تشير الدراسات حول الإمكانية الاقتصادية إلى ما يمكن تحقيقه إذا ما تم إدخال سياسات إضافية وجديدة مناسبة حين التنفيذ من أجل إزالة الحواجز وشمل التكاليف الاجتماعية والفوائد. ولهذا السبب، فإن الإمكانية الاقتصادية غالباً ما تكون أكبر من الإمكانية السوقية.

ويتم توقع إمكانية التخفيف من خلال استخدام أنواع مختلفة من المقاربات. ويوجد نوعان متباعدتان من المقاربات: «المقاربة من خلال النماذج المصممة من الأسفل إلى الأعلى، والمقاربة من خلال النماذج المصممة من الأعلى الأسفل» التي تم استعمالها سابقاً بغية تقييم الإمكانية الاقتصادية.

دراسات النماذج المصممة من الأسفل إلى الأعلى تركز إلى تقييم خيارات التخفيف والتشديد على التكنولوجيات والتشريعات المحددة. وهي دراسات قطاعية إلى حد نموذجي تعتبر أن الاقتصاد الكلي ثابت. وكانت التنبؤات حول القطاع شاملة، كما هو الحال في تقرير التقييم الثالث، من أجل تأمين توقع حول إمكانية التخفيف لهذا التقييم.

دراسات النماذج المصممة من الأعلى إلى الأسفل تقيم الإمكانية الاقتصادية الواسعة لخيارات التخفيف. وهي تستعمل أطر ثابتة عالمياً ومعلومات شاملة حول خيارات التخفيف، وتلتقط التأثيرات التفاعلية السوقية والاقتصادية الكلية.

وقد أصبحت النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى، والنماذج المصممة من أعلى إلى أسفل، أكثر تشابهاً منذ تقرير التقييم الثالث. فقد دمجت النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل خيارات تخفيف تكنولوجية إضافية، في حين دمجت النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى تأثيرات تفاعلية سوقية، ذات إقتصاد كلي، كما أدخلت تحليلاً للحواجز في هيكليات نموذجها الخاص. ويتم الاستفادة من دراسات النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى بشكل خاص في فرص السياسة المحددة على المستوى القطاعي، كفرص تحسين كفاءة الطاقة، في حين يُستفاد من الدراسات المصممة من أعلى إلى أسفل في تقييم تغيير سياسات المناخ القطاعية والاقتصادية الواسعة، مثل الضريبة على الكربون وسياسات التثبيت.

لكن، هناك حدود لهذه الدراسات الحالية حول الإمكانية الاقتصادية بالنظر إلى خيارات أسلوب الحياة، بما فيها كافة العوامل الخارجية كتلوث الهواء المحلي. ولقد تم حصر تمثيلها في بعض المناطق والدول والقطاعات والغازات والحواجز. غير أن تكاليف التخفيف المتوقعة لا تأخذ بعين الاعتبار الفوائد الممكن جنيهاً من تجنب تغيير المناخ.

### الإطار ٣ ملخص صانعي السياسات: الفرضيات في الدراسات حول محفظات التخفيف وتكاليف الإقتصاد الكلي.

ترتكز الدراسات المقيمة لمحفظات التخفيف وتكاليف الإقتصاد الكلي على النمذجة من خلال التصاميم من أعلى إلى أسفل. تستخدم معظم النماذج التكلفة الأدنى العالمية من أجل محفظات التخفيف، وذلك مع الإنبعثات التجارية العالمية، مفترضة ألا وجود لكلفة على الصفقات في الأسواق الشفافة، ما يجعل تطبيق إجراءات التخفيف خلال القرن ٢١ مثالية. وتحدد التكاليف بالإستناد إلى نقطة زمنية محددة.

سترتفع التكاليف المنمذجة في بعض المناطق والقطاعات (مثلاً، في استخدام الأراضي) ويتم إستبعاد الغازات والخيارات. في حين ستخفض التكاليف المنمذجة مع انخفاض خطوط الأساس واستخدام العائدات الناتجة عن الضرائب على الكربون والرخص القابلة للتداول، وإذا ما تم تحفيزها فهي تشمل التعليم التكنولوجي. ولا تأخذ هذه النماذج بعين الاعتبار الفوائد المناخية والإجراءات ذات المنفعة المشتركة لتدابير التخفيف أو مسائل التكافؤ.

<sup>١٤</sup> تعكس التكاليف الخاصة وأسعار التخفيض منظور المجتمع. أسعار التخفيض الاجتماعية أقل من تلك المستخدمة من قبل المستثمرين الخاصين. أنظر معجم المصطلحات للحصول على شرح مفصل.

## الإطار ٤ في الملخص لوضعي السياسات: التغير التكنولوجي الناتج عن النمذجة

تشير المنشورات ذات الصلة إلى أن السياسات والتدابير قد تؤدي إلى تغيير تكنولوجي. وقد تم تحقيق تطور ملموس عبر تطبيق نهج تستند إلى التغيير التكنولوجي المدرج في الدراسات حول التثبيت؛ غير أن بعض المفاهيم لا تزال عالقة. وفي إطار النماذج التي تعتمد تلك النهج، تخفّض التكاليف المتوقعة بخصوص مستوى تثبيت معين؛ وتجدر الإشارة إلى أن تلك التخفيضات تزداد كلما تضاعلت مستويات التثبيت.

تمت الإشارة إلى نسبة عدم اليقين في التوقعات بواسطة أعمدة الجداول، بغية التعبير عن مستويات خطوط الأساس ومعدلات التغيير التكنولوجي وعوامل أخرى تختص بالمقاربات المختلفة. إلى جانب ذلك، تزداد نسبة عدم اليقين بسبب المعلومات المحدودة عن التغطية العالمية للدول والقطاعات والغازات.

### الدراسات المصممة من الأسفل إلى الأعلى

- تم تجسيد الإمكانية الاقتصادية المتوقعة لهذا التقييم للعام ٢٠٣٠ من خلال المقاربات المصممة من أسفل إلى أعلى (راجع

### ج - التخفيف على المديين القصير والمتوسط (حتى العام ٢٠٣٠)

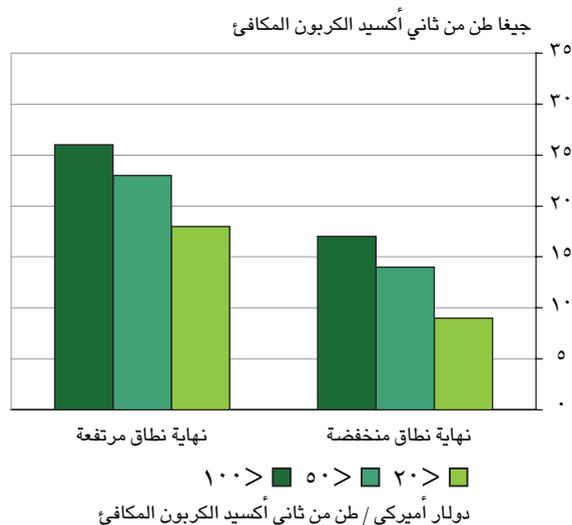
٥- تدل الدراسات المنفذة بواسطة النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى وتلك المصممة من أعلى إلى أسفل على وجود إمكانية اقتصادية هامة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة خلال العقود المقبلة يمكن أن توازي النمو المتوقع للإنبعاثات العالمية أو أن تقلص الإنبعاثات إلى مستوى أدنى من المستويات الحالية (توافق عالٍ وأدلة وافية).

الجدول ١ من الملخص لوضعي السياسات: إمكانية التخفيف العالمي في العام ٢٠٣٠ من خلال الدراسات المصممة من الأسفل إلى الأعلى.

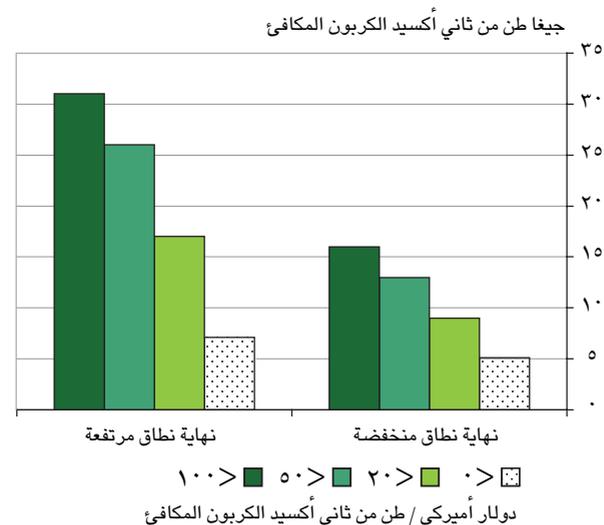
التخفيض المتعلق بالتقرير الخاص بسيناريوهات الإنبعاثات ب٢ (٤٩ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالسنة) %	التخفيض المتعلق بالتقرير الخاص حول سيناريوهات الإنبعاثات أ١ب (٦٨ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالسنة) %	الإمكانية الاقتصادية (بالجيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ في السنة)	سعر الكربون (بالدولار الأميركي لطن ثاني أكسيد الكربون المكافئ)
١٤-١٠	١٠-٧	٧-٥	٠
٣٥-١٩	٢٥-١٤	١٧-٩	٢٠
٥٢-٢٧	٣٨-٢٠	٢٦-١٣	٥٠
٦٣-٢٢	٤٦-٢٣	٣١-١٦	١٠٠

الجدول ٢ في الملخص لوضعي السياسات: إمكانية التخفيف العالمي في العام ٢٠٣٠ بواسطة الدراسات المصممة من الأعلى إلى الأسفل.

التخفيض المتعلق بالتقرير الخاص بسيناريوهات الإنبعاثات ب٢ (٤٩ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالسنة) %	التخفيض المتعلق بالتقرير الخاص حول سيناريوهات الإنبعاثات أ١ب (٦٨ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالسنة) %	الإمكانية الاقتصادية (بالجيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ في السنة)	سعر الكربون (بالدولار الأميركي لطن ثاني أكسيد الكربون المكافئ)
٣٧-١٨	٢٧-١٣	١٨-٩	٢٠
٤٧-٢٩	٣٤-٢١	٢٣-١٤	٥٠
٥٣-٣٥	٣٨-٢٥	٢٦-١٧	١٠٠



**الرسم ٥ ب في الملخص لوضعي السياسات:** إمكانية التخفيف الإقتصادي العالمي في العام ٢٠٣٠ المتوقعة من الدراسات المصممة من أعلى إلى أسفل (البيانات مستخرجة من الجدول ٢ الوارد في الملخص لوضعي السياسات).



**الرسم ٥ أ في الملخص لوضعي السياسات:** إمكانية التخفيف الإقتصادي العالمي في العام ٢٠٣٠ المتوقعة من الدراسات المصممة من أسفل إلى أعلى (البيانات مستخرجة من الجدول ١ الوارد في الملخص لوضعي السياسات).

السياسات التالي، وفي الرسم ٥ ب في الملخص لوضعي السياسات. إن الإمكانات الإقتصادية العالمية التي تم الحصول عليها من الدراسات المصممة من أعلى إلى أسفل منسجمة مع الدراسات المصممة من أسفل إلى أعلى (أنظر الإطار ٢ من الملخص لوضعي السياسات). وعلى الرغم من ذلك، تتم ملاحظة إختلافات واضحة على المستوى القطاعي [٣، ٦].

- تم إستنتاج التوقعات في الجدول ٢ من الملخص لوضعي السياسات من سيناريوهات التثبيت، مثل التوجه نحو تثبيت طويل الأمد لتركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي [٣، ٦].

٦. في العام ٢٠٣٠، يُقدَّر أن تكون التكاليف على مستوى الإقتصاد الكلي للتخفيف المتعدد الغازات المتوافق مع المسارات المتوجهة نحو تثبيت بين ٤٤٥ و ٧١٠ جزءاً في المليون من ثاني أكسيد الكربون المكافئ، ما بين إنخفاض ٣٪ لإجمالي الناتج المحلي وإرتفاع بسيط، وذلك مقارنة مع خط الأساس (أنظر الجدول ٤ من الملخص لوضعي السياسات). غير أنه من الممكن أن تختلف التكاليف الإقليمية بشكل ملحوظ عن المعدلات العالمية (توافق عالٍ وأدلة متوسطة) (أنظر الإطار ٣ من الملخص لوضعي السياسات بغية

الإطار ٢ من الملخص لوضعي السياسات) في الجدول ١ من الملخص لوضعي السياسات، وفي الرسم ٥ أ من الملخص لوضعي السياسات. وكمراجع، كانت الإنبعاثات في العام ٢٠١٠ توازي ٤٣ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ [١١، ٣].

- تقترح الدراسات أن تتمتع فرص التخفيف ذات صافي التكاليف<sup>١٥</sup> السلبية بإمكانية تقليص الإنبعاثات إلى ما يقارب ٦ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ في السنة في العام ٢٠٣٠. ويتطلب ذلك تعاطياً مع تطبيق الحواجز [١١، ٣].
- لا يستطيع أي قطاع أو تكنولوجيا أن يواجه تحدي التخفيف بالكامل. إذ تساهم كافة القطاعات المقيمة في مجموع الإنبعاثات (أنظر الرسم ٦ من الملخص لوضعي السياسات). تمت الإشارة إلى تقنيات وممارسات التخفيف الأساسية في كل قطاع في الجدول ٣ من الملخص لوضعي السياسات [٣، ٤، ٤، ٤، ٥، ٤، ٦، ٥، ٧، ٥، ٨، ٤، ٩، ٤، ١٠].

**الدراسات المصممة من أعلى إلى أسفل:**

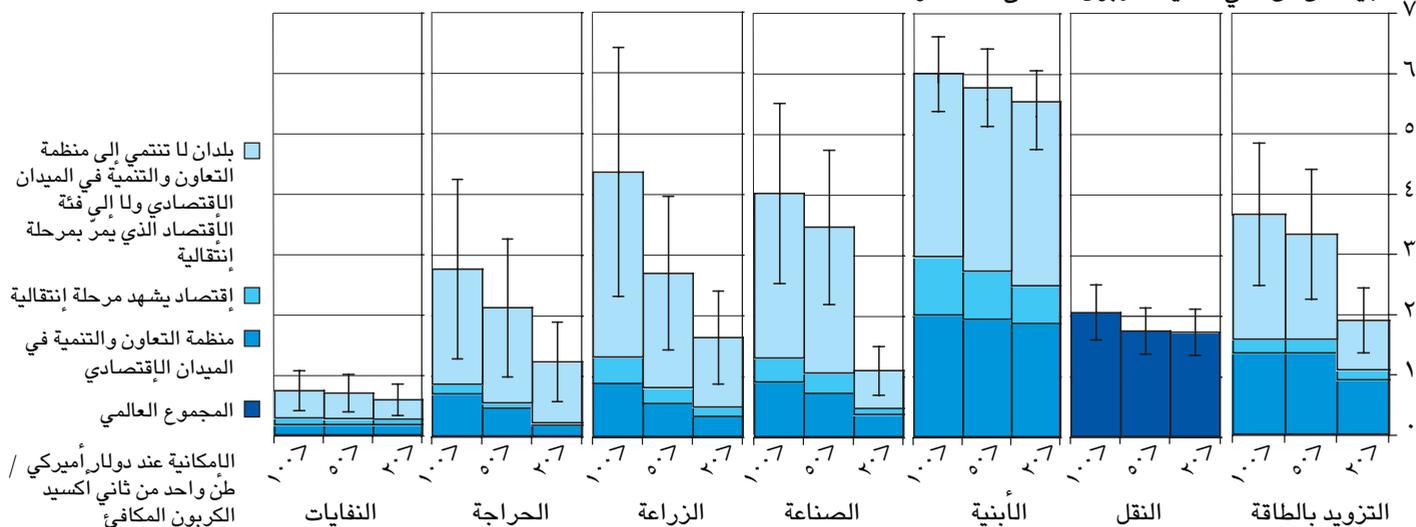
- تحصي الدراسات المصممة من أعلى إلى أسفل تقلصاً في إنبعاث العام ٢٠٣٠ مثلما تم تجسيده في الجدول ٢ من الملخص لوضعي

<sup>١٥</sup> في هذا التقرير، كما في تقرير التقييم الثالث والثاني، تم تعريف الخيارات ذات صافي الكلفة السلبية (فرص لا يندم عليها) على أنها الخيارات التي توازي فوائدها، مثل تكاليف الطاقة المخفّضة والإنبعاثات المخفّضة من جهة، الإنبعاثات المخفّضة للملوثات المحلية والإقليمية من جهة أخرى، والتي توازي التكاليف المترتبة على المجتمع أو تفوقها، بإستثناء الأرباح الناتجة عن تجنب تغير المناخ (أنظر الإطار ١ من الملخص لوضعي السياسات).

**الجدول ٣ في الملخص لوائح السياسات:** التكنولوجيا والممارسات الأساسية المستخدمة في التخفيف وأساليب استخدامها في كل قطاع. لا تتبع التكنولوجيا والقطاعات ترتيباً محدداً. لا يشمل الجدول الممارسات غير التكنولوجية مثل التغيرات في أساليب العيش التي باتت صارخة (لكن تمت الإشارة إليها في الفقرة ٧ من هذا الملخص لوائح السياسات).

القطاع	الممارسات والتكنولوجيا الأساسية المستخدمة في التخفيف وأساليب استخدامها حالياً والمتوفرة تجارياً	الممارسات والتكنولوجيا الأساسية المستخدمة في التخفيف وأساليب استخدامها التي تتوقع المتاجرة بها قبل العام ٢٠٣٠
التزويد بالطاقة [الفقرتين ٤.٣ و ٤.٤]	تحسين فاعلية الإمداد والتوزيع، تبديل المحروقات من الغاز إلى الفحم، الطاقة النووية، الحرارة والطاقة القابلتان للتجديد (الطاقة المائية والشمسية والرياح والحرارية الجغرافية والطاقة الأحيائية)، الحرارة والطاقة الممزوجة، الاستخدام المبكر لطريقة استخراج الكربون وتخزينه (مثل تخزين ثاني أكسيد الكربون المستخرج من الغاز الطبيعي).	إستخراج الكربون من الغاز وتخزينه، الكتلة الأحيائية ومنشآت توليد الكهرباء من خلال حرق الفحم، الطاقة النووية المتقدمة، الطاقة القابلة للتجديد المتقدمة بما فيها طاقة المدّ والأمواج، والطاقة الشمسية، والطاقة الشمسية الفولطية.
النقل [الفقرة ٥.٤]	المزيد من الآليات ذات الكفاءة لجهة استخدام الوقود، مركبات مركبة، آليات تستخدم ديزل أنظف، الوقود الأحيائي، الإنتقالات النموذجية من النقل الخاص إلى برامج النقل العام وإستعمال سكك الحديد، التخلي عن السيارات كوسيلة تنقل (الدراجات الهوائية والسير على الأقدام)، استخدام الأراضي وتخطيط النقل.	الجيل الثاني من الوقود الأحيائي، الطائرات ذات الفاعلية الأكبر، آليات كهربائية ومركبة حديثة وأكثر قوة وإعتماداً على البطاريات.
الأبنية [الفقرة ٦.٥]	الإضاءة الرشيدة والإضاءة النهارية، أدوات كهربائية، وسائل تبريد وتسخين أكثر كفاءة، أفران طهي محسنة، تحسين العزل، تصميم شمسي إيجابي وسلبى من أجل التسخين والتبريد، سوازل تبريد بديلة، إستعادة الغازات المفلورة وإعادة تدويرها.	تصميم تكاملي للأبنية التجارية بما فيها وسائل التكنولوجيا، مثل وسائل القياس الذكية التي تضمن المراقبة والتأثير التفاعلي وإدخال الطاقة الفولطية الشمسية في الأبنية.
الصناعة [الفقرة ٧.٥]	آلات إلكترونية مخصصة للإستخدام النهائي أكثر ترشيداً، إستعادة الطاقة والحرارة، إعادة تصنيع الأدوات وإستبدالها، مراقبة انبعاث الغاز غير ثاني أكسيد الكربون، مجموعة واسعة من تكنولوجيا الآليات الخاصة.	تقدم في فاعلية الطاقة، إستخراج الكربون وتخزينه لصناعة الإسمنت والأمونيا والحديد، إكترود خالية من المواد الكيميائية لصناعة الألمنيوم.
الزراعة [الفقرة ٨.٤]	تحسين المحاصيل وإدارة أراضي المراعي بغية زيادة تخزين كربون التربة، إعادة تأهيل اتربة الخث المزروعة والأراضي المتدهورة، تحسين تقنيات زراعة الأرز، إدارة المواشي والأسمدة بغية الحد من انبعاثات الميثان، تحسين تقنيات استعمال محفزات النيتروجين من أجل تخفيض انبعاثات أكسيد النيتروز، محاصيل مخصصة لتوليد الطاقة من أجل إستبدال استخدام الوقود الأحفوري، تحسين كفاءة الطاقة.	تحسينات على صعيد غلال المحاصيل.
الحراجة / الغابات [الفقرة ٩.٤]	التشجير، إعادة التشجير، إدارة الغابات، الحد من إزالة الغابات، إدارة إنتاج الخشب المحصود، استعمال المواد المستخرجة من الغابات في الطاقة الأحيائية من أجل إستبدال استخدام الوقود الأحفوري.	تحسين أنواع الأشجار بغية زيادة إنتاجية الكتلة الأحيائية وتنحية أيونات الكربون. تحسين التكنولوجيات البعيدة لتحليل النبات. إمكانية تنحية أيونات الكربون من التربة ووضع خريطة للتغير في استخدام الأراضي.
إدارة النفايات [الفقرة ١٠.٤]	إستعادة ميثان مطامر النفايات، مخلفات المحارق وإستعادة الطاقة، تراكم المخلفات العضوية، مراقبة إدارة المياه المستعملة، خفض النفايات إلى حدّها الأدنى وإعادة تدويرها.	الأغذية الأحيائية والمصافي الأحيائية من أجل بلوغ الحد الأقصى من أكسدة الميثان.

## جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة



الإمكانية عند > ١٠٠	الإمكانية عند > ١٠٠	الإمكانية عند > ١٠٠	الإمكانية عند > ١٠٠	الإمكانية عند > ١٠٠	الإمكانية عند > ١٠٠	الإمكانية عند > ١٠٠
دولار أمريكي / طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ: -١	دولار أمريكي / طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ: -١,٣	دولار أمريكي / طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ: -٢,٣	دولار أمريكي / طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ: -٢,٥	دولار أمريكي / طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ: ٠,٣-٦,٧ جيجا	دولار أمريكي / طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ: -١,٦	دولار أمريكي / طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ: -٢,٤
٠,٤ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة	٤,٢ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة	٦,٤ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة	٥,٥ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة	٢,٥ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة	٤,٧ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة	٤,٧ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للسنة الواحدة

**الرسم ٦ في الملخص لوضعي السياسات: الإمكانية الاقتصادية القطاعية المتوقعة للتخفيف العالمي في مناطق مختلفة بالنظر إلى سعر الكربون في العام ٢٠٣٠، من خلال دراسات مصممة من أسفل إلى أعلى، بالمقارنة مع خطوط الأساس في تقييمات القطاع. يمكن الحصول على شرح مفصل لكيفية الحصول على هذا الرسم في الفقرة ١١.٣.**

ملاحظات:

- تمت الإشارة إلى نطاقات الإمكانيات الاقتصادية العالمية في كل قطاع من خلال الخطوط العمودية. تركز النطاقات على حصة الاستخدام النهائي للإنبعاثات، ما يعني أنه تم جمع الإنبعاثات الناتجة عن استخدام الكهرباء من خلال قطاعات الاستخدام النهائي وليس من خلال قطاع التزويد بالطاقة.
- واجهت الإمكانيات المقدرة قيوداً خاصة بتوفر الدراسات، وبالأخص على مستويات عالية لسعر الكربون.
- استعملت القطاعات خطوط أساس مختلفة، فاستعمل للصناعة خط أساس التقرير الخاص ب٢، أما للتزويد بالطاقة والنقل فتم استخدام خط أساس لآفاق الإقتصاد العالمي لعام ٢٠٠٤. وارتكز قطاع البناء على خط الأساس للتقرير الخاص ب٢ و١١ب. واستخدمت للنفايات القوي الدافعة من التقرير الخاص ب١ لبناء خط أساس خاص بالمخلفات. أما في الزراعة والحراجة فتم اللجوء إلى خطوط أساس ترتكز إلى القوى الدافعة ب٢.
- تمت الإشارة إلى المجموع العالمي للنقل فقط لأن الملاحه الدولية مشمولة [الفرقة ٥-٤].
- الخانات المستثناة هي: الإنبعاثات غير ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الأبنية والنقل، جزء من فرص كفاءة المواد، إنتاج الحرارة والتوليد المشترك في التزويد بالطاقة، مركبات النقل الثقيل، النقل البحري والنقل المحمل لجهة الركاب، معظم الخيارات العالية الكلفة للأبنية، معالجة المياه المستخدمة، الحد من الإنبعاثات الناتجة عن أنابيب الغاز ومناجم الفحم، الغازات المغلورة من قطاع التزويد بالطاقة والنقل. ويعتبر التقليل في تقديرات إجمالي الإمكانية الاقتصادية الناتجة عن تلك الإنبعاثات بنسبة ١٠-١٥٪.

بالإنبعاثات [١١,٤].

**التعرّف على فرضيات هذه النتائج ومنهجياتها).**

- توصلت أغلبية الدراسات إلى القول إن انخفاض إجمالي الناتج المحلي المتعلق بخط أساس إجمالي الناتج المحلي يرتفع في ظل صعوبة تحقيق هدف التثبيت.
- تشير دراسات النمذجة، بالإعتماد على نظام الضرائب الحالي وإنفاق المردودات، إلى إمكانية انخفاض التكاليف بقوة في ظل الفرضيات القائلة بأن عائدات الضرائب على الكربون أو الرخص المتداولة تستخدم بهدف تعزيز تكنولوجيات الكربون المنخفض أو من أجل إصلاح الضرائب الحالية ضمن نطاق نظام الإلتجار
- بدورها، تقدّم الدراسات التي تقر بأن سياسة تغيير المناخ قد تؤدي إلى تغيير تكنولوجي معزز، تكاليف أكثر انخفاضاً. غير أنه من الممكن أن يتطلب ذلك استثماراً أوضح بغية التوصل إلى إنخفاضات في التكاليف لاحقاً [٣,٣، ٣,٤، ٤,١١، ٥,١١، ٦,١١].
- في حين تشير معظم النماذج إلى خسارات في إجمالي الناتج المحلي، تظهر بعض النماذج الأخرى أرباحاً في إجمالي الناتج المحلي لأن بعضها يفترض أن خطوط الأساس ليست المثلى، وأن سياسات التخفيف تحسّن كفاءات السوق، أو أنها تفترض أن

الجدول ٤ في الملخص لواجبي السياسات: التكاليف على مستوى الإقتصاد الكلي المتوقع حصولها في العام ٢٠٣٠<sup>(أ)</sup> للمسارات الأقل كلفة نحو مستويات تثبيت طويلة الأمد مختلفة<sup>(ب،ج)</sup>.

مستويات التثبيت (جزء في المليون من ثاني أكسيد الكربون المكافئ)	إنخفاض متوسط إجمالي الناتج المحلي <sup>(د)</sup> نطاق إنخفاض إجمالي الناتج المحلي <sup>(هـ)</sup> ٪	إنخفاض نسب متوسط النمو السنوي إجمالي الناتج المحلي <sup>(و)</sup> (نقاط النسب المئوية)
٧١٠-٥٩٠	١,٢-٠,٦	٠,٠٦>
٥٩٠-٥٣٥	٢,٥-٠,٢	٠,١>
٤٤٥-٥٣٥ <sup>(ز)</sup>	٣>	٠,١٢>

<sup>(أ)</sup> بالنسبة إلى أحد مستويات التثبيت سيزداد إنخفاض إجمالي الناتج المحلي مع الوقت في معظم نماذج ما بعد العام ٢٠٣٠. كما ستصبح التكاليف الطويلة الأمد أقل يقيناً. [الرسم ٣-٢٥]

<sup>(ب)</sup> تستند النتائج إلى دراسات تستخدم خطوط أساس متنوعة.

<sup>(ج)</sup> تختلف الدراسات على مستوى نقاط التثبيت الزمنية، وعلى الأغلب سيكون ذلك في العام ٢١٠٠ أو بعد ذلك.

<sup>(د)</sup> هذا هو إجمالي الناتج المحلي المرتكز على سعر صرف السوق.

<sup>(هـ)</sup> لقد تم إعطاء نطاق المئين المتوسط والعاشر والتسعين في البيانات المحللة.

<sup>(و)</sup> تركز كيفية حساب إنخفاض نسبة النمو السنوي على معدل الإنخفاض في هذه المرحلة وحتى العام ٢٠٣٠، وبدورها، ستنتج في تقلص إجمالي الناتج المحلي للعام ٢٠٣٠.

<sup>(ز)</sup> يقل نسبياً عدد الدراسات التي تقيس إجمالي الناتج المحلي وغالباً ما تستخدم خطوط أساس منخفضة.

- تغييرات تكنولوجية إضافية قد تتأتى عن سياسات التخفيف. تشمل الأمثلة حول عدم كفاءات السوق الموارد غير المستخدمة والضرائب المشوهة و/أو الإعانات [٣,٤, ١١].
- غالباً ما يقلص النهج المتعدد الغازات مع شمل مصارف الكربون، التكاليف في حال قمنا بمقارنتها بتكاليف إزالة الكربون وحده [٢,٣].
- تعتمد التكاليف الإقليمية بشكل كبير على مستوى التثبيت المقترض وعلى سيناريو خط الأساس. كما أن نظام التخصيص هام أيضاً، لكنه يبقى أقل شأنًا من مستوى التثبيت في معظم الدول [٣,٤, ١١].
- ٧. من الممكن أن تساهم التغييرات في أسلوب المعيشة وأنماط التصرف في تخفيف تغير المناخ في كافة القطاعات. ومن الممكن أن تؤدي ممارسات الإدارة دوراً إيجابياً أيضاً. (توافق عالٍ وأدلة متوسطة).
- تستطيع التغييرات في أسلوب المعيشة أن تخفف انبعاثات غازات الدفيئة. ومن الممكن أن تؤدي التغييرات في أسلوب المعيشة إلى جانب التغييرات في أنماط الاستهلاك التي تعزز المحافظة على الموارد، إلى تنمية إقتصاد منخفض الكربون يكون مستداماً وعادلاً في الوقت عينه [٤,١, ٦,٧].
- تستطيع برامج التدريب والتعليم أن تساعد على تخطي العوائق التي تمنع السوق من تقبل فاعلية الطاقة، خاصة إذا ما اقترنت
- بتدابير أخرى [الجدول ٦,٦].
- ومن الممكن أن تؤدي بعض التغييرات إلى إنخفاض ملحوظ في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة المستخدمة في الأبنية. ومن بين هذه التغييرات، التغيير في تصرفات الشاغلين وفي الأنماط الثقافية وخيار المستهلك وإستخدام التكنولوجيات [٦,٧].
- كما يمكن تعزيز التخفيف من غازات الدفيئة بإدارة الطلب على النقل الذي يشمل التخطيط المدني (الذي قد يخفف الطلب على السفر)، وتنظيم المعلومات والتقنيات التعليمية (التي من الممكن أن تقلص إستخدام السيارات، وبالتالي تؤدي إلى أسلوب رشيد في قيادة السيارات) [٥,١].
- كما تساعد بعض الأمور في الصناعة على تخفيض إستخدام الطاقة وانبعاثات غازات الدفيئة، ومنها أدوات الإدارة التي تشمل تدريب الموظفين وأنظمة المكافأة والتأثير التفاعلي، وذلك إلى جانب الإطلاع على الممارسات الموجودة، ما يساعد على تخطي عوائق التنظيم الصناعي [٧,٣].
- ٨. تستخدم الدراسات مناهج مختلفة، بيد أنه من الممكن أن تكون الفوائد المشتركة على الصحة والناجحة عن إنخفاض تلوث الهواء، بالغة الأهمية، كما يمكنها أن تعادل جزءاً هاماً من تكاليف التخفيف. وينتج إنخفاض التلوث عن الجهود المبذولة بغية تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة (توافق كبير وأدلة وافية).

المشتركة الإضافية مع البلدان، لكنها غالباً ما تشمل تخفيف تلوث الهواء وتحسين الميزان التجاري وإدخال خدمات طاقة حديثة في المناطق الريفية وفي مجال التوظيف (توافق كبير وأدلة وافية).

- ستؤدي القرارات المستقبلية في استثمار البنية التحتية للطاقة إلى تأثيرات طويلة الأمد على انبعاثات غازات الدفيئة. ومن المتوقع أن تتخطى هذه القرارات ٢٠ ترليون<sup>١٢</sup> دولار أميركي بين الوقت الراهن والعام ٢٠٣٠. ويعود سبب التأثيرات إلى محطات توليد الطاقة الطويلة الأمد ومخزون رأس المال البنوي. وقد يتطلب النشر الواسع للتكنولوجيات المنخفضة الكربون عدة عقود، على الرغم من جاذبية الإستثمارات المبكرة. تشير التوقعات الأولية إلى أن إعادة الطاقة العالمية المرتبطة بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى مستويات العام ٢٠٠٥ في العام ٢٠٣٠ قد يتطلب تحولاً واسعاً في نمط الإستثمار، مع أن صافي الإستثمار الإضافي تطلب نطاقات تراوحت بين الضئيلة وبين ٥-١٠٪<sup>١٣</sup> (١،٤،٤،٤،١١،٦).
- غالباً ما تكون التكاليف أكثر فاعلية عند الإستثمار في تحسين فاعلية الطاقة المخصصة للإستخدام النهائي على عكس تخفيض التزويد بالطاقة بغية تلبية الطلب على خدمات الطاقة. يؤثر تحسين الكفاءة تأثيراً إيجابياً على أمن الطاقة وعلى تخفيف تلوث الهواء محلياً وإقليمياً وعلى التوظيف (١،٤،٣،٤،٦،٧،١١،٣،١١،٨).
- غالباً ما تؤثر الطاقة المتجددة تأثيراً إيجابياً على أمن الطاقة وعلى نوعية الهواء وعلى التوظيف. نظراً إلى تكاليف فرص التزويد الأخرى، يمكن أن تساهم الكهرباء المتجددة بنسبة تتراوح ما بين ٣٠٪ و ٣٥٪ من مجموع التزويد بالطاقة في العام ٢٠٣٠، حيث قد تصل أسعار الكربون إلى ٥٠ دولاراً أميركياً لطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ. وتجدر الإشارة إلى أن التزويد بالكهرباء المتجددة يشكل ١٨٪ من التزويد بالطاقة في العام ٢٠٠٥ [٣،٤،٤،٤،٦،١١،٨،١١،٦،١١،٣،٤،٤،٤،٣].
- كلما ارتفعت أسعار السوق للوقود الأحفوري، ارتفعت القدرة التنافسية لبدائل الكربون المنخفض، في حين ستتسكّل تقلبية الأسعار عقبه أمام المستثمرين. لكن، في المقابل، يمكن إستبدال موارد النفط التقليدية ذات التسعيرة المرتفعة ببدائل الكربون

- تشمل الفوائد المشتركة، إلى جانب الفوائد المشتركة على الصحة: إزدياد أمن الطاقة وإرتفاع الإنتاج الزراعي وتخفيض الضغط على النظم الإيكولوجية الطبيعية، وهي تنتج عن إنخفاض تركيزات الأوزون التروبوسفيري. وتؤدي الفوائد المشتركة كلها إلى تعزيز إدخار التكاليف [١١،٨].
- إن دمج الممارسات الرامية إلى تخفيف تلوث الهواء مع تدابير تخفيف تغيّر المناخ، يقدم تخفيضات واسعة للتكاليف بالمقارنة مع معالجة كل من هذه التدابير على حدى [١١،٨].

٩. تؤكد المعلومات الصادرة منذ تقرير التقييم الثالث أنه من الممكن أن يكون لنشاطات البلدان المدرجة في المرفق الأول بعض الآثار على الإقتصاد العالمي وعلى الانبعاثات العالمية، وذلك على الرغم من إستمرار عدم اليقين حول حجم تسرب الكربون (توافق كبير وأدلة وافية).

- يشير تقرير التقييم الثالث<sup>١٤</sup> أنه من المحتمل أن تتوقع الدول المصدرة للوقود الأحفوري (البلدان المدرجة وغير المدرجة في المرفق الأول) إنخفاضاً في الطلب وتدنياً في الأسعار وإنخفاضاً في إجمالي الناتج المحلي، وذلك بسبب سياسات التخفيف. ويرتبط مدى هذا التأثير غير المباشر<sup>١٥</sup> بالفرضيات المتعلقة بالقرارات حول السياسة سوق النفط وشروطها [١١،٧].
- لكن، لا تزال هناك نسبة عدم يقين مقلقة حول تقييم تسرب الكربون<sup>١٦</sup>. وتدعم نمذجة التعادل الإستنتاج الوارد في تقرير التقييم الثالث حول التسرب في الإقتصاد الواسع نتيجة أعمال مؤتمر كيوتو تتراوح نسبته ما بين ٥٪ و ٢٠٪. وسيكون ذلك أكثر إنخفاضاً إذا ما تمّ نشر تكنولوجيات انبعاثات منخفضة تتمتع بتنافسية فاعلة [١١،٧].

١٠. بالمقارنة مع سيناريوهات خط الأساس، يمكن خلق فرص جديدة بغية تحقيق إنخفاض في انبعاث غازات الدفيئة<sup>١٧</sup>، وذلك من خلال إستثمارات جديدة في البنية الأساسية للطاقة في الدول النامية، ومن خلال تحسين البنية الأساسية للطاقة في الدول الصناعية، ومن خلال السياسات التي تعزّز أمن الطاقة. تختلف الفوائد

<sup>١١</sup> أنظر الفقرة ١٦ في الملخص لوضعي السياسات الوارد في تقرير التقييم الثالث المنبثق عن الفريق العامل الثالث (٢٠٠١).

<sup>١٢</sup> التأثيرات غير المباشرة للتخفيف ضمن آفاق عابرة للقطاعات، هي تأثيرات سياسات التخفيف وتدبيره في بلد واحد أو في مجموعة بلدان، على القطاعات في دول أخرى.

<sup>١٣</sup> يعزف تسرب الكربون على أنه إرتفاع في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون خارج البلد الذي تجري فيه أعمال تخفيف محلية تتجرأ نتيجة تخفيض انبعاثات هذه البلدان.

<sup>١٤</sup> أنظر إلى الجدول ٣ وإلى الرسم ٦ من الملخص لوضعي السياسات.

<sup>١٥</sup> يساوي ٢٠ ترليون ٢٠٠٠٠ بليون = ٢٠ × ١٠<sup>١٢</sup>

عن نجاح التكنولوجيا في استخدام كتلة السليلوز الأحيائية [٥،٣]، [٥،٤].

- تحدث نقلات في النماذج من الطريق إلى السكة الحديدية، ومن نقل الركاب المتدني إلى نقل الركاب المكثف<sup>٢٢</sup>، فضلاً عن استخدام الأراضي والتنظيم المدني وفرص استخدام وسائل النقل غير المزودة بمحركات من أجل التخفيف من غازات الدفيئة بالإعتماد على الشروط والسياسات المحلية [٥،٣]، [٥،٥].
- يمكن أن تنتج إمكانية تخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتوسط الأمد في قطاع الملاحة الجوية، من فاعلية الوقود المحسنة التي بإمكانها أن تتحقق عن طريق مجموعة من الوسائل بما في ذلك التكنولوجيا والعمليات وإدارة الزحمة الجوية. لكن، من المتوقع أن تعوّض هذه التحسينات بشكل جزئي نمو انبعاثات الملاحة الجوية. وتحتاج كل قوة التخفيف في هذا القطاع، إلى الأخذ بتأثيرات المناخ لانبعاثات الملاحة الجوية بعين الاعتبار [٥،٣]، [٥،٤].
- غالباً ما تقدّم تخفيضات الانبعاثات في قطاع النقل فوائد على مستوى تصويب إزدحام السير ونوعية الهواء وأمن الطاقة [٥،٥].

١٢. بوسع إمكانات فاعلية الطاقة المتعلقة بالمباني الجديدة والموجودة أن تقلص بشكل كبير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون فضلاً عن فوائد اقتصادية. ويتوفر العديد من الحواجز ضد استخدام هذه القوة، لكن يتوفر أيضاً العديد من الفوائد المشتركة (توافق كبير وأدلة وافية).

- بحلول العام ٢٠٣٠، يمكن تفادي نسبة ٣٠٪ من الانبعاثات المتأتية من غازات الدفيئة في قطاع المباني، وذلك مع فوائد اقتصادية صافية [٦،٤]، [٦،٥].
- بإمكان المباني التي تعتمد على الطاقة الفاعلة، وهي تحد من نمو انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، أن تحسّن من نوعية كل من الهواء الداخلي والهواء الطلق وتحسّن الرفاهية الإجتماعية، فضلاً عن تعزيز أمن الطاقة [٦،٦]، [٦،٧].
- تتوفر الفرص في العالم بأسره لتحقيق إنخفاضات في انبعاثات غازات الدفيئة في قطاع البناء. لكن توفر الحواجز المتعددة يجعل الأمر صعب التحقيق. وتتضمن هذه الحواجز توفر التكنولوجيا والتمويل والفقر وإرتفاع أسعار المعلومات الموثوق بها، فضلاً عن

المرتفع، مثل رمال النفط والزيوت الحجري والنفط الثقيل والوقود المصنّع من الغاز والفحم، ويؤدي ذلك إلى إرتفاع إنبعاثات غازات الدفيئة، إلا إذا ما كانت محطات الإنتاج مزودة بنظام إلتقاط الكربون وتخزينه [٤،٢]، [٤،٣]، [٤،٤]، [٤،٥].

- بالإستناد إلى أسعار فرص التزويد الأخرى، يمكن أن تساهم الطاقة النووية التي شكّلت نسبة ١٦٪ من التزويد بالكهرباء للعام ٢٠٠٥، بنسبة ١٨٪ من مجموع التزويد بالكهرباء في العام ٢٠٣٠، حيث قد تصل أسعار الكربون إلى ٥٠ دولاراً أميركياً للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ، بينما ستبقى السلامة وإنتشار الأسلحة وإنتاج النفايات على حالها [٤،٢]، [٤،٣]، [٤،٤].
- يُشكّل إلتقاط الكربون وتخزينه في التكوينات الجيولوجية تحت سطح الأرض تكنولوجيا جديدة تتمتع بقوة تقدر أن تساهم بشكل فاعل في التخفيف بحلول العام ٢٠٣٠. وستؤثر كل من التطورات التقنية والإقتصادية والتنظيمية على المساهمة الحالية [٤،٣]، [٤،٤]، [٧،٣].

١١. تتوفر خيارات تخفيف عديدة في قطاع النقل، لكن يمكن أن يُبطل النمو تأثيرها في هذا القطاع<sup>٢١</sup>. وتواجه خيارات التخفيف العديد من الحواجز كتفضيلات المستهلك والنقص في السياسات المحدد لأطر العمل (توافق متوسط، أدلة متوسطة).

- تملك الإجراءات المحسنة لكفاءة المركبات التي تساهم في توفير الوقود، في العديد من الحالات، فوائد صافية (على الأقل للمركبات الخفيفة)، لكن قوة السوق هي أقل بكثير من القوة الاقتصادية بسبب تأثير سائر إعتبرات المستهلك كالأداء والحجم. ولا تتوفر الكمية الكافية من المعلومات لتطبيق قوة التخفيف على المركبات الثقيلة. ومن غير المتوقع أن تقود قدرات السوق بمفردها، بما فيها رفع أسعار الوقود، إلى تخفيضات هامة في الانبعاثات [٥،٣]، [٥،٤].
- من الممكن أن يؤدي الوقود الأحيائي دوراً فعالاً في التطرق إلى انبعاثات غازات الدفيئة في قطاع النقل، ويعتمد ذلك على طريقة الإنتاج. ومن المتوقع أن تزيد نسبة الوقود الأحيائي المستخدم كوقود ديزل إضافي / بديل، إلى ٣٪ من مجموع الطلب على الطاقة المستخدمة في وسائل النقل، وذلك بحلول العام ٢٠٣٠. ومن الممكن أن تزيد النسبة من ٥٪ إلى ١٠٪، ويعتمد ذلك على أسعار الوقود والكربون المستقبلية، وعلى التحسينات في كفاءة المركبات فضلاً

<sup>٢١</sup> لم توافق النمسا على هذا الموقف.

<sup>٢٢</sup> تتضمن السكة الحديدية ومركبات العبور البري والبحري.

- لا تتوفر لائحة عالمية لتطبيق ممارسات التخفيف. وتحتاج الممارسات إلى أن يتم تقييمها من أجل نظم وممارسات زراعية فردية [٨،٤].
- من الممكن أن تشكل الكتل الأحيائية الناتجة عن الترسبات الزراعية ومحاصيل الطاقة، مخزوناً هاماً للطاقة الأحيائية، لكن تعتمد مساهمتها في التخفيف على الطلب، وعلى الطاقة الأحيائية عن طريق وسائل النقل، كما يعتمد التزويد بالطاقة على توفر المياه وعلى المتطلبات في الأراضي لإنتاج الغذاء والألياف. ومن الممكن أن يتنافس انتشار استخدام الأراضي الزراعية لإنتاج الكتل الأحيائية للطاقة، مع سائر استخدامات الأراضي، كما بإمكانه أن يتمتع بتأثيرات بيئية إيجابية وسلبية فضلاً عن تعقيدات في الأمن الغذائي [٨،٤، ٨،٨].

١٥. بإمكان أنشطة التخفيف المتعلقة بالغابات أن تخفض الانبعاثات من المصادر وأن تزيد من إزالة ثاني أكسيد الكربون بواسطة المصارف بتكاليف متدنية<sup>١٩</sup>، ويمكن تصميمها بطريقة تولد تازراً مع التكيف والتنمية المستدامة (توافق عالٍ، أدلة وافية)<sup>٢٢</sup>.

- يتمركز حوالي ٦٥٪ من إجمالي إمكانية التخفيف (إلى حوالي ١٠٠ دولار أميركي / طن ثاني أكسيد كربون مكافئ) في المناطق المدارية ويمكن تحقيق حوالي ٥٠٪ من المجموع بالحد من الانبعاثات الناتجة عن إزالة الغابات [٩،٤].
- بإمكان تغيير المناخ أن يؤثر على إمكانية التخفيف في قطاع الغابات (أي الغابات الطبيعية والمزروعة)، ومن المتوقع أن يختلف مع اختلاف الأقاليم والأقاليم الفرعية على مستويي التخفيف والتوجه [٩،٥].
- يمكن تصميم خيارات التخفيف المتعلقة بالغابات وتطبيقها كي تتوافق مع التكيف وبحيث تملك منافع مشتركة كبيرة لجهة العمالة وتوليد الدخل والحفاظ على التنوع البيولوجي ومستجمعات المياه وإمدادات الطاقة المتجددة والقضاء على الفقر [٩،٥، ٩،٦، ٩،٧].

١٦. تساهم نفايات<sup>٢٤</sup> ما بعد المستهلك مساهمة بسيطة في انبعاثات غازات الدفيئة (>٥٪)<sup>٢٥</sup>، لكن بإمكان قطاع إدارة النفايات أن يساهم إيجابياً في تخفيف غازات الدفيئة بكلفة متدنية<sup>١٩</sup> وفي تعزيز التنمية المستدامة (توافق عالٍ، أدلة وافية).

التحديات الكامنة في تصاميم البناء، وتوفر مجموعة مناسبة من السياسات والبرامج [٦،٧، ٦،٨].

- يكبر حجم هذه الحواجز المذكورة أعلاه في الدول النامية، ما يجعل تحقيق تقليص انبعاثات غازات الدفيئة المتعلقة بقطاع البناء صعباً جداً في هذه الدول [٦،٧].

١٣. وتتوفر القوة الإقتصادية في القطاع الصناعي<sup>١٩</sup> بشكل أساسي في الصناعات التي تعتمد على استهلاك مُكثَّف للطاقة. ولا تُطبَّق خيارات التخفيف المتوفرة في الدول الصناعية أو الدول النامية (توافق كبير، أدلة وافية).

- إن العديد من التسهيلات الصناعية المتوفرة في الدول النامية هي جديدة، وتتضمن أحدث تكنولوجيا مع نسبة خفيفة من الانبعاثات. لكن، لا يزال العديد من التسهيلات القديمة وغير الفاعلة متوفراً في الدول الصناعية والدول النامية. ومن الممكن أن يؤدي تحسين هذه التسهيلات إلى تقليصات هامة في الانبعاثات [٧،٣، ٧،٤، ٧،٤].
- تُشكل كل من النسبة الخفيفة من تقلب مخزون رأس المال والنقص في توفر الموارد المالية والتقنية فضلاً عن التحديد في قدرات الشركات خاصة الصغيرة والمتوسطة الحجم، والوصول إلى المعلومات التكنولوجية، حواجز أساسية لإستخدام كامل خيارات التخفيف المتوفرة [٧،٦].

١٤. يمكن للممارسات الزراعية الجماعية أن تساهم بشكل فاعل وبسعر منخفض<sup>١٩</sup> في زيادة مصارف الكربون الأرضي وفي تقليص انبعاثات غازات الدفيئة فضلاً عن مساهمة مخازين الكتلة الأحيائية في استخدام الطاقة (توافق متوسط، أدلة متوسطة).

- تنشأ كمية واسعة من قوة التخفيف الزراعي (باستثناء الطاقة الأحيائية)، من جراء عزل الكربون الأرضي الذي يملك أوجه تآزر قوية مع زراعة مُستدامة، وغالباً ما يخفض شدة التأثير المتعلقة بتغيير المناخ [٨،٤، ٨،٥، ٨،٨].
- من الممكن أن يكون الكربون الأرضي المخزن شديد التأثير بالخسارة من خلال تغيير إدارة الأراضي وتغيير المناخ [٨،١٠].
- تتوفر طاقة تخفيف هامة من تقليصات انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز في بعض النظم الزراعية [٨،٤، ٨،٥].

<sup>٢٢</sup> لاحظ توفالو صعوبات مع الإشارة إلى «تكاليف متدنية» كما جاء في الفصل التاسع، ص. ١٥ من تقرير الفريق العامل الثالث: «ترتفع كلفة مشروعات التخفيف لجهة الغابات بشكل ملحوظ عندما يؤخذ بتكاليف الفرص المتعلقة بالأراضي».

١٧. ما زالت خيارات الهندسة الجيولوجية، كتحصيب المحيط لإزالة ثاني أكسيد الكربون مباشرة من الغلاف الجوي، أو لمنع أشعة الشمس من خلال جلب مواد إلى الغلاف الجوي العلوي، غير مبرهنة ومحصورة في التكهّنات فقط، كما أنّ تأثيراتها الجانبية غير معروفة، ما يشكّل خطراً بحد ذاته. ولم تُنشر بعد أية تقديرات للكلفة يمكن الإعتماد عليها، في تلك الخيارات (توافق متوسّطي، وأدلة محدودة) [١١، ٢].

## د- التخفيف الطويل الأمد (بعد ٢٠٣٠)

١٨. لتثبيت تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، ستحتاج الإنبعاثات إلى بلوغ ذروتها لتعود وتنخفض. وكلّما انخفض مستوى التثبيت، زادت الحاجة إلى الإسراع في بلوغ الذروة، ومن ثمّ الإنخفاض. وستؤثر جهود التخفيف خلال العقدين أو العقود الثلاثة المقبلة على فرص تحقيق مستويات أدنى من التثبيت.

- بإمكان ممارسات إدارة النفايات الموجودة أن تؤمن تخفيفاً فاعلاً لإنبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن ذلك القطاع: يتوفّر تجارياً عدد واسع من التكنولوجيات المدروسة جيداً والفاعلة بيئياً من أجل التخفيف من الإنبعاثات وتأمين المنافع المشتركة الناتجة عن التحسّن في قطاع الصحة والسلامة العامتين وحماية التربة ومنع التلوّث وإمدادات الطاقة المحلية [١٠، ٣، ١٠، ٤، ١٠، ٥].
- يؤمن الحد من النفايات إلى أقصى الدرجات وإعادة تدويرها منافع غير مباشرة هامة لجهة التخفيف، وذلك من خلال الحفاظ على الطاقة والمواد [١٠، ٤].
- يشكّل النقص في رأس المال العائق الأساسي في إدارة النفايات ومياه المجاريير في الدول النامية والدول التي تشهد إقتصاداتها مرحلة إنتقالية. كما يُعتبر النقص في الخبرة في التكنولوجيا المستدامة حاجزاً لا يقل أهمية [١٠، ٦].

جدول ٥ في الملخص لوضعي السياسات: خصائص سيناريوهات التثبيت ما بعد تقرير التقييم الثالث [جدول ٢، ١٠، ٢ في الملخص التنفيذي]<sup>(١)</sup>

فئة	التأثير الإشعاعي (واط في المتر المربع الواحد)	تركيز ثاني أكسيد الكربون (جزء في المليون) <sup>(٢)</sup>	تركيز ثاني أكسيد الكربون المكافئ <sup>(٣)</sup> (جزء في المليون)	توازن المتوسط العالمي لزيادة درجات الحرارة ما بعد الثورة الصناعية، باستخدام «أفضل تقدير» لحساسية المناخ <sup>(٤)</sup> (درجة مئوية)	السنة الذروة لثاني أكسيد الكربون (سنة) <sup>(٥)</sup>	تغيّر في الإنبعاثات العالي لثاني أكسيد الكربون سنة ٢٠٥٠ (% إنبعاثات ٢٠٠٠) <sup>(٦)</sup>	عدد السيناريوهات المقيّمة
I	٣,٠-٢,٥	٤٠٠-٣٥٠	٤٩٠-٤٤٥	٢,٤-٢,٠	٢٠١٥-٢٠٠٠	٥٠- إلى ٨٥-	٦
II	٣,٥-٣,٠	٤٤٠-٤٠٠	٥٣٥-٤٩٠	٢,٨-٢,٤	٢٠٢٠-٢٠٠٠	٣٠- إلى ٦٠-	١٨
III	٤,٠-٣,٥	٤٨٥-٤٤٠	٥٩٠-٥٣٥	٣,٢-٢,٨	٢٠٣٠-٢٠١٠	٥+ إلى ٣٠-	٢١
IV	٥,٠-٤,٠	٥٧٠-٤٨٥	٧١٠-٥٩٠	٤,٠-٣,٢	٢٠٦٠-٢٠٢٠	٦٠+ إلى ١٠+	١١٨
V	٦,٠-٥,٠	٦٦٠-٥٧٠	٨٥٥-٧١٠	٤,٩-٤,٠	٢٠٨٠-٢٠٥٠	٨٥+ إلى ٢٥+	٩
VI	٧,٥-٦,٠	٧٩٠-٦٦٠	١١٣٠-٨٥٥	٦,١-٤,٩	٢٠٩٠-٢٠٦٠	١٤٠+ إلى ٩٠+	٥
١٧٧	المجموع						

<sup>(١)</sup> يقيم الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الرابع بالتفصيل مستوى الفهم لإستجابة المناخ للتأثير الإشعاعي وللتأثير التفاعلي. تؤثر التأثيرات التفاعلية بين دورة الكربون وتغيّر المناخ في التخفيف المطلوب لمستوى معين من تثبيت ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. ويتوقّع أن تزيد تلك التأثيرات التفاعلية جزء الإنبعاثات البشرية المنشأ التي تبقى في الغلاف الجوي مع إحترار النظام المناخي. لذا من الممكن أن يكون قد تمّ التقليل من الحجم الحقيقي لخفض الإنبعاثات بهدف بلوغ مستوى تثبيت معين، في دراسات التخفيف التي نقيّمها في التقرير الحالي.

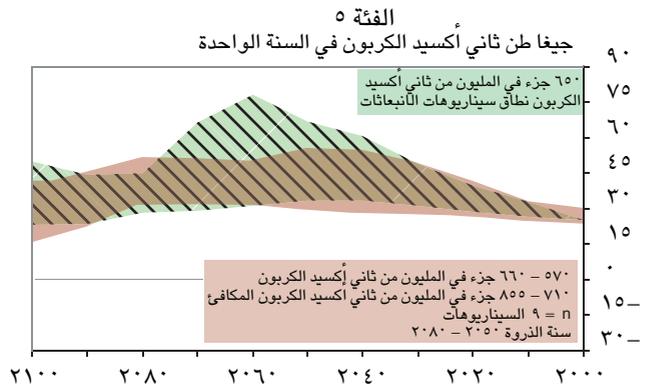
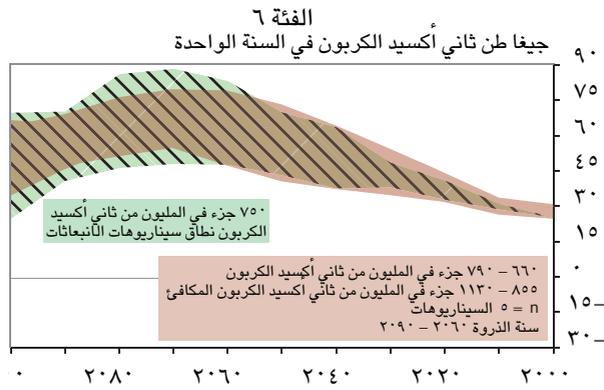
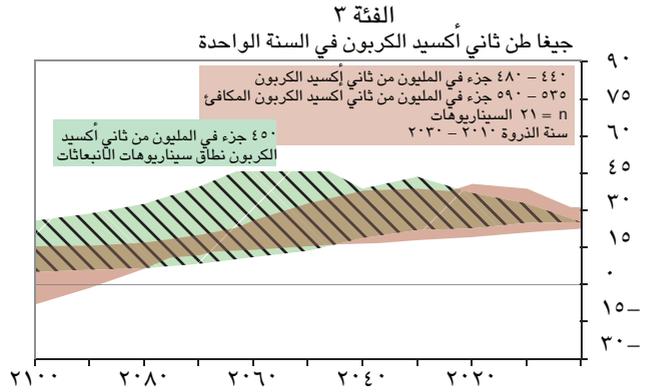
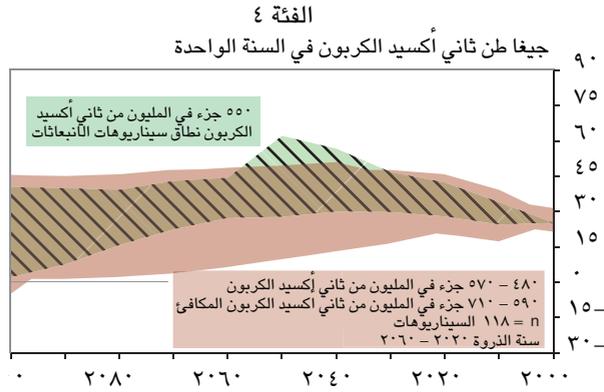
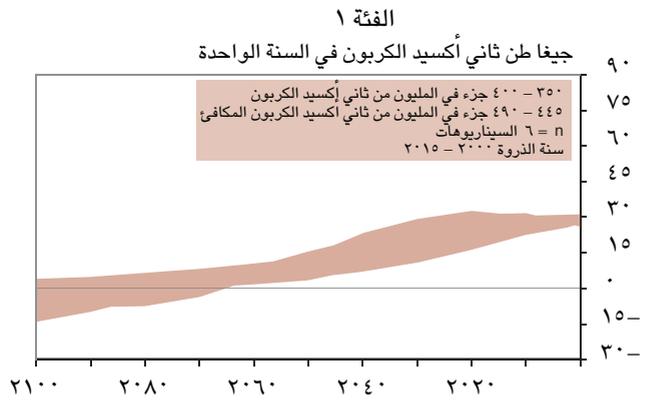
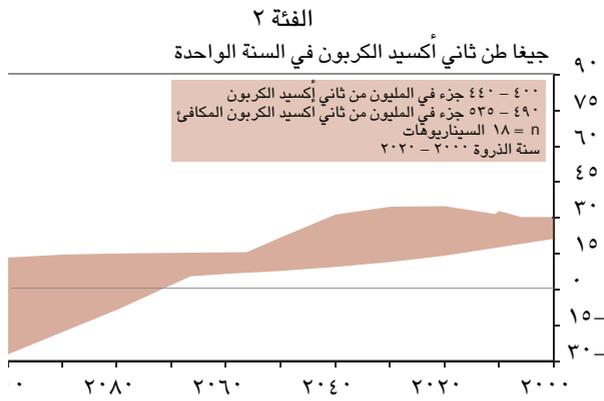
<sup>(٢)</sup> يوازي أفضل تقدير لحساسية المناخ ٣ درجات مئوية [الملخص لوضعي السياسات للفريق العامل الأول].

<sup>(٣)</sup> تجدر الملاحظة إلى أنّ التوازن في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة يختلف عن المتوسط العالمي لدرجات الحرارة المتوقع عند وقت تثبيت تركيزات غازات الدفيئة إثر خمول النظام المناخي. وفي معظم السيناريوهات المقيّمة، يطرأ تثبيت تركيزات غازات الدفيئة خلال الفترة الممتدة بين العامين ٢١٠٠ و ٢١٥٠.

<sup>(٤)</sup> تعود النطاقات إلى المئين ١٥ و ٨٥ من توزيع للسيناريوهات ما بعد تقرير التقييم الثالث. وبعرض إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون، تمكن مقارنة سيناريوهات الغازات المتعددة مع السيناريوهات القائمة على ثاني أكسيد الكربون وحده.

<sup>(٢٤)</sup> يغطي قطاع الصناعة النفايات الصناعية.

<sup>(٢٥)</sup> ضمّ غازات الدفيئة الناتجة عن النفايات ميثان مدافن القمامة ومياه المجاريير، وأكسيد النيتروز لمياه المجاريير وثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الكربون الأحفوري.



**رسم ٧ في الملخص لوضعي السياسات:** نهج الانبعاثات لسيناريوهات التخفيف لفئات بديلة من مستويات التثبيت (الفئات من ١ إلى ٦ كما هو محدد في إطار كل رسم). ويعود النهج فقط إلى إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وتشير المناطق باللون البني إلى إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون لسيناريوهات الإنبعاثات ما بعد تقرير التقييم الثالث. أما المناطق المشار إليها باللون الأخضر فتشير إلى نطاق يتخطى ٨٠ سيناريو من سيناريوهات الإنبعاثات لتقرير التقييم الثالث. وقد تختلف إنبعاثات السنة الأساس ما بين النماذج إثر إختلافات في تغطية القطاعات والصناعة. وتستعمل بعض السيناريوهات بهدف بلوغ مستويات تثبيت أدنى، تكنولوجيات خاصة لإزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي (الإنبعاثات السلبية)، كإنتاج طاقة الكتلة الأحيائية عن طريق إنتقاط الكربون وتخزينه. [الرسم ٣، ١٧].

لتركيزات غازات الدفيئة<sup>٢٧</sup>. وتستعمل معظم الدراسات على الأقل نهج الكلفة الأدنى وتضمّ تخفيضات مبكرة ومتأخرة للإنبعاثات (الرسم ٧ في الملخص لوضعي السياسات) [إطار ٢ في الملخص لوضعي السياسات]. ويلخص الجدول ٥ في الملخص لوضعي السياسات مستويات الإنبعاثات المطلوبة لمجموعات تثبيت مختلفة، والزيادة ذات الصلة لتوازن متوسط درجات الحرارة العالمية<sup>٢٨</sup>.

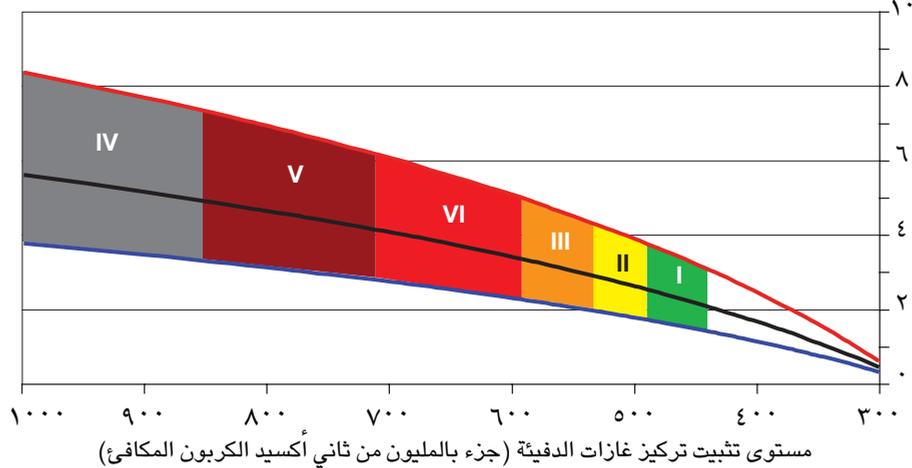
(أنظر الجدول ٥ والرسم ٨ في الملخص لوضعي السياسات)<sup>٢٦</sup>  
(توافق عالٍ وأدلة وافية).

- نظرت الدراسات الأخيرة التي إستخدمت خفضاً متعدد الغازات في مستويات تثبيت أدنى من تلك التي عرضها تقرير التقييم الثالث [٣، ٢].
- تضمّ الدراسات المقيّمة عدداً من أوجه الإنبعاثات لتحقيق تثبيت

<sup>٢٦</sup> تتطرق الفقرة ٢ إلى إنبعاثات غازات الدفيئة التاريخية منذ ما قبل الثورة الصناعية.

<sup>٢٧</sup> تختلف الدراسات عند نقطة تحقيق التثبيت، عادة عند محيط العام ٢١٠٠ أو ما بعد تلك السنة.

الارتفاع في توازن المتوسط العالمي لدرجات الحرارة  
في فترة ما قبل الثورة الصناعية (درجة مئوية)



**الرسم ٨ في الملخص لواجبي السياسات:** فئات سيناريو التثبيت، مثلما ترد في الرسم ٧ في الملخص لواجبي السياسات (الخط الملون)، وعلاقة تلك الفئات بالتغير في توازن المتوسط العالمي لدرجات الحرارة في فترة ما قبل الثورة الصناعية، من خلال استخدام (أ) «أفضل تقدير» لحساسية المناخ وهو ٣ درجات مئوية (الخط الأسود في وسط منطقة الظل)، (ب) والحد الأعلى للنطاق المرجح لجهة حساسية المناخ وهو ٤.٥ درجات مئوية (الخط الأحمر في أعلى منطقة الظل) (ج) والحد الأدنى للنطاق المرجح لجهة حساسية المناخ وهو درجتان منويتان (الخط الأزرق في أسفل منطقة الظل). وتشير الظلال الملونة إلى أشرطة التركيز المرتبطة بتثبيت غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، ما يتناسب مع الفئات I إلى VI من سيناريو التثبيت، كما يرد في الرسم ٧ في الملخص لواجبي السياسات. تجدر الإشارة إلى أن البيانات استخلصت من الفصل ٨.١٠ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الرابع.

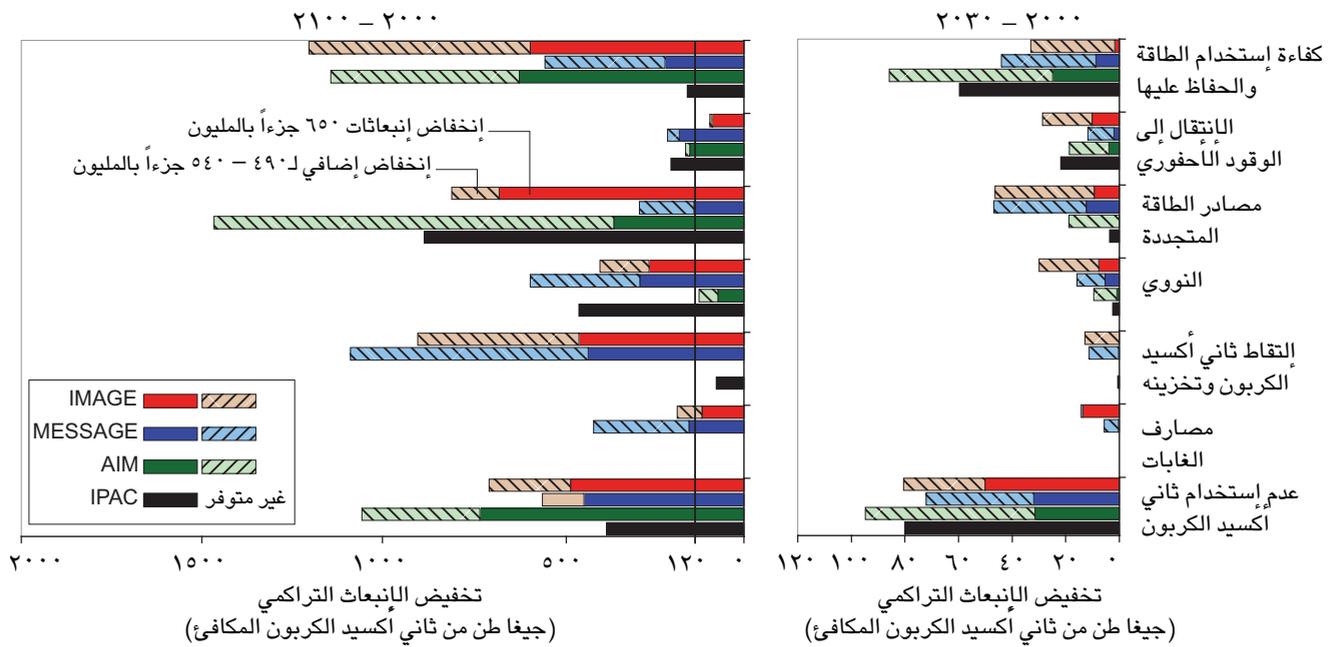
- عديدة، بالنسبة إلى معظم المناطق والجداول الزمنية.
- ٥ بالنسبة إلى مستويات التثبيت المتدنية، تشدد السيناريوهات بشكل أكبر على مصادر الطاقة الضعيفة في إنتاج الكربون، مثل الطاقة القابلة للتجدد والطاقة النووية، واستخدام التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه. وفي هذه السيناريوهات، من الضروري أن يكون تحسين كثافة الكربون في التزويد بالطاقة والاقتصاد الكلي، أسرع من الماضي.
  - ٥ يساهم استخدام وعدم استخدام ثاني أكسيد الكربون للأراضي وخيارات تخفيف الحرجة في زيادة المرونة وفعالية الكلفة الضرورية لتحقيق التثبيت. وقد تساهم الطاقة الأحيائية الحديثة فعلياً في تقسيم مصادر الطاقة المتجددة ضمن محفظة التخفيف.
  - ٥ بالنسبة إلى الأمثلة التوضيحية الخاصة بمحافظ خيارات التخفيف، أنظر الرسم ٩ في الملخص لواجبي السياسات [٣،٣ - ٣،٤].
  - ستكون الإستثمارات في التكنولوجيات التي تنبعث منها نسب

وذلك بإستعمال «أفضل التقديرات» لحساسية المناخ (أنظر أيضاً الرسم ٨ في الملخص لواجبي السياسات ضمن نطاق عدم اليقين المرجح)<sup>٢٩</sup>. ويقدم التثبيت على مستوى متدنٍ وما يرتبط به من مستويات توازن في درجات الحرارة، تاريخ الحاجة إلى أن تبلغ الانبعاثات ذروتها، كما يحتاج إلى خفض أكبر للانبعاثات بحلول ٢٠٥٠ [٣،٣].

١٩. يمكن تحقيق نطاق مستويات التثبيت المقيمة عبر نشر محفظة تكنولوجيات متوفرة في الوقت الحالي والقابلة للتسويق في العقود الآتية. ما يفترض أن المحفزات الفاعلة والموائمة قد وضعت بغية تطوير التكنولوجيات وتملكها ونشرها وتوسيع نطاق إستعمالها وبغية مواجهة العوائق ذات الصلة (توافق عالٍ، أدلة وافية).
- إن مساهمة مختلف التكنولوجيات في الحد من الانبعاثات المطلوبة للتثبيت ستختلف بحسب الوقت والمنطقة ومستوى التثبيت.
  - ٥ تؤدي كفاءة استخدام الطاقة دوراً حيوياً من خلال سيناريوهات

<sup>٢٨</sup> تم أخذ المعلومات المتعلقة بالمتوسط العالمي لدرجات الحرارة من الفصل ٨.١٠ من تقرير الفريق العامل الأول من تقرير التقييم الرابع. وتم بلوغ درجات الحرارة تلك طويلاً بعد تثبيت التركيزات.

<sup>٢٩</sup> يعتبر توازن حساسية المناخ قياساً لإستجابة النظام المناخي لإستمرار التأثير الإشعاعي. وعلى الرغم من أنه ليس إسقاطاً إلا أنه يُحدد كمدل عالمي لإحترار السطح الناتج عن تضاعف في تركيزات ثاني أكسيد الكربون [الملخص لواجبي السياسات للفريق العامل الأول المساهم في تقرير التقييم الرابع].



الرسم ٩ في الملخص لوضعي السياسات: تخفيض الانبعاث التراكمي لتدابير التخفيف البديلة للفترة الممتدة ما بين العامين ٢٠٠٠ و٢٠٣٠ (الرسم إلى جهة اليسار) والفترة الممتدة ما بين العامين ٢٠٠٠ و٢١٠٠ (الرسم إلى جهة اليمين). تظهر الصورة سيناريوهات توضيحية مأخوذة عن نماذج AIM, IMAGE, IPAC and MESSAGE)، تهدف إلى تثبيت كافة النماذج على مستوي ٤٩٠ - ٥٤٠ جزءاً من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالمليون، و٦٥٠ جزءاً من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالمليون. وتظهر الخطوط الداكنة اللون حالات الانخفاض بالنسبة إلى هدف يساوي ٦٥٠ جزءاً من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالمليون، فيما تشير الخطوط الفاتحة اللون إلى حالات الانخفاض الإضافية بغية تحقيق مستوى ٤٩٠ - ٥٤٠ جزءاً من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بالمليون. وتجدر الإشارة إلى أن بعض النماذج لا تأخذ بالتخفيف خلال تعزيز مصارف الغابات (AIM و IPAC) أو إلتقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (AIM). وإلى أن حصة خيارات الطاقة الضعيفة في إنتاج الكربون في إطار التزويد التام بالطاقة تُحدد هي أيضاً من خلال إدراج تلك الخيارات في خط الأساس. ويتم إلتقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من الكتلة الاحيائية. كما تضم مصارف الغابات عملية الحد من الانبعاثات بسبب إزالة الغابات. [الرسم ٣،٢٣]

٢٠. في العام ٢٠٥٠، تتراوح تكاليف المعدل العالمي للإقتصاد الكلي الخاصة بتخفيف الغازات المتعددة بهدف التثبيت بين ١٧٠ إلى ٤٤٥ جزءاً بالمليون من ثاني أكسيد الكربون المكافئ، ما بين ارتفاع نسبته ١٪ وتراجع نسبته ٥,٥٪، لجهة إجمالي الناتج المحلي العالمي (أنظر إلى الجدول ٦ في الملخص لوضعي السياسات). وبالنسبة إلى بعض البلدان والقطاعات المحددة، تختلف الأسعار كلياً عن المعدل العالمي. (أنظر الإطار ٣ في الملخص لوضعي السياسات الخاص بالمنهجيات والإفتراسات، وإلى الفقرة ٥ الخاصة بتفسير التكاليف السلبية) (توافق عالٍ، أدلة وافية).

٢١. يتطلب إتخاذ القرار في مستوى التخفيف العالمي الموائم مع مرور عامل الوقت عملية متكررة لإدارة المخاطر تتضمن التخفيف والتكيف، وتأخذ الأضرار الحالية الناتجة عن تغير المناخ وتلك

منخفضة من غازات الدفيئة وانتشارها على الصعيد العالمي، بالإضافة إلى التطوير التكنولوجي من خلال البحوث والتطوير والعرض، ضرورة تحقيق الأهداف المرتبطة بالتثبيت وتخفيض الكلفة. وكلما إنخفضت مستويات التثبيت، ولا سيما تلك التي تساوي ٥٥٠ جزءاً من ثاني أكسيد الكربون المكافئ أو ما دون، تزداد الحاجة إلى الجهود الفاعلة في البحوث والتطوير والعرض والإستثمار في تكنولوجيات جديدة خلال العقود المقبلة، ما يتطلب مواجهة العوائق التي تقف أمام التنمية والتملك والنشر والإنتشار بفاعلية.

• قد تساهم المحفزات الموائمة في مواجهة تلك العوائق وفي المساعدة على تحقيق الأهداف المطروحة عبر محفظة واسعة من التكنولوجيات. [٢,٧ - ٣,٣ - ٣,٤ - ٣,٦ - ٤,٣ - ٤,٤ - ٤,٦]

الجدول ٦ في الملخص لوضعي السياسات: التكاليف العالمية المقدرة للإقتصاد الكلي في العام ٢٠٥٠، نسبة إلى خط الأساس الخاص بالمسارات الأقل كلفةً التي تؤدي إلى أهداف مختلفة لجهة التثبيت الطويل الأمد<sup>(أ)</sup> [٣,٣ - ١٣,٣]

مستويات التثبيت (جزء بالمليون من ثاني أكسيد الكربون المكافئ)	إنخفاض متوسط إجمالي الناتج المحلي <sup>(ب)</sup> (%)	نطاق تراجع إجمالي الناتج المحلي <sup>(ج)</sup> (%)	إنخفاض نسبة معدل النمو السنوي لإجمالي الناتج المحلي <sup>(د)</sup> (نقاط مئوية)
٧١٠-٥٩٠	٠,٥	٢ - ١-	٠,٥>
٥٩٠-٥٣٥	١,٣	سلبية بعض الشيء -٤	٠,١>
٥٣٥ - ٤٤٥ <sup>(هـ)</sup>	غير متوفر	٥,٥>	٠,١٢>

<sup>(أ)</sup> يتناسب ذلك مع كافة المنشورات على مستوى كافة خطوط الأساس وسيناريوهات التخفيف التي تؤمن الأرقام المرتبطة بإجمالي الناتج المحلي.

<sup>(ب)</sup> معدلات تبادلات السوق العالمية المستندة إلى إجمالي الناتج المحلي.

<sup>(ج)</sup> المعدل المثمن المتوسط والعاشر والتسعين للبيانات المقدمة التي خضعت للتحليل.

<sup>(د)</sup> يستند إحتساب تراجع النمو السنوي إلى تراجع المعدل حتى العام ٢٠٥٠، ما قد يؤدي إلى تراجع إجمالي الناتج المحلي المذكور للعام ٢٠٥٠.

<sup>(هـ)</sup> إن عدد الدراسات قليل نسبياً وغالباً ما تستخدم تلك الدراسات خطوط أساس منخفضة. وتؤدي معظم خطوط الأساس العالية الإنبعثات إلى إزدياد التكاليف.

يصبح للتخفيف المبكر والأكثر صرامة أسباباً منطقية ومبررة من الناحية الإقتصادية [٣,٦].

- تشكل حساسية المناخ مصدر شك حيوي بالنسبة إلى سيناريوهات التخفيف التي تهدف إلى الوصول إلى مستوى حراري معين. وتشير الدراسات إلى أنه في حال كانت حساسية المناخ مرتفعة، فإنّ التخفيف يحصل في وقت مبكر ويكون أكثر صرامة مما إذا كانت ضئيلة [٣,٦ - ٣,٥].
- يؤدي التأخر في الحد من الإنبعثات إلى إستثمارات تحبس المزيد من البنى التحتية الشديدة الإنبعثات والمسارات التنموية. ما يعيق من دون أدنى شك الفرص الآيلة إلى تحقيق مستويات تثبيت أدنى (مثلما يرد في الجدول ٥ في الملخص لوضعي السياسات)، ويزيد خطر حدوث المزيد من الآثار الحادة الناتجة عن تغيير المناخ [٣,٤ - ٣,١ - ٣,٥ - ٣,٦].

التي تمّ تفاديها بعين الإعتبار، بالإضافة إلى الفوائد المشتركة والإستدامة والإنصاف والتفاعل مع المخاطر. إنّ الخيارات الخاصة بنطاق التخفيف من غازات الدفيئة وتوقيته تتطلب إحداث توازن على مستوى التكاليف الإقتصادية المتعلقة بتراجع أسرع للإنبعثات، مقابل مخاطر التغيير المناخي المتوسطة والطويلة الأمد (توافق عالٍ، أدلة وافية).

- تشير النتائج التحليلية الأولية والمحدودة الصادرة عن التحاليل المشمولة في تكاليف التخفيف وفوائده، إلى أنها قابلة للمقارنة من ناحية الحجم، غير أنها لا تسمح بتحديد توجه الإنبعثات أو مستوى التثبيت بشكل واضح، حيث تتعدى الفوائد التكاليف [٣,٥].

يشير التقييم الشامل للفوائد والتكاليف الإقتصادية الخاصة بتوجهات التخفيف المختلفة إلى أنّ مستوى التخفيف والتوقيت الأمثل من الناحية الإقتصادية يستندان إلى منحى كلفة الأضرار الناتجة عن تغيير المناخ المفترض وشكله غير الواضح. وتوضيحاً لهذه التبعية:

- إذا ارتفع منحى كلفة الأضرار الناتجة عن تغيير المناخ ببطء وإنظام، وبوجود تنبؤ جيد (ما يزيد من إحتمال حسن توقيت التكيّف)، يصبح للتخفيف المستقبلي والأقل صرامة أسباباً منطقية ومبررة من الناحية الإقتصادية؛
- في المقابل، إذا ارتفع مستوى كلفة الأضرار كلياً أو تضمنت أوجهاً تدل على اللاخطية (مثلاً: عتبات العرض أو حتى افتراضات ضعيفة لجهة وقوع بعض الحوادث الكارثية)،

## ٥- السياسات والتدابير والأدوات اللازمة لتخفيف تغيير المناخ

٢٢. تملك الحكومات سلسلة واسعة من السياسات والأدوات الوطنية لوضع المحفزات اللازمة للتخفيف. ويستند تطبيقها إلى الظروف الوطنية وفهم تفاعلها مع بعضها البعض، غير أنّ التجربة الناتجة عن خبرة التطبيق التي عرفتها بلدان وقطاعات عدة تظهر أنّ لكل أداة إيجابياتها وسلبياتها (توافق عالٍ، أدلة وافية).

٥٠ قد تؤثر الأدوات المعلوماتية (على غرار حملات التوعية) إيجاباً على نوعية البيئة من خلال تعزيز الخيارات المستندة إلى المعلومات والمساهمة، إذا أمكن، في التغيير السلوكي؛ إلا أن تأثيرها على الانبعاثات لم يُحدد حتى الآن.

٥١ يمكن للبحوث والتطوير والعرض أن تحث على التطور التكنولوجي، وتخفف الأسعار، وتسمح بالتقدم نحو التثبيت.

• تقوم بعض الشركات والسلطات الإقليمية والمحلية والمنظمات الحكومية والمجموعات المدنية باعتماد سلسلة واسعة من الأعمال الطوعية التي قد تحدّ من انبعاثات غازات الدفيئة وتحث على وضع سياسات ابتكارية وتشجّع على نشر التكنولوجيات الجديدة. وكثيراً ما حدّت من مدى التأثير على الانبعاثات على المستويين الوطني والإقليمي [١٣،٤].

• ترد الدروس التي تمّ تعلّمها من جراء تطبيق قطاعات معينة للسياسات والأدوات الوطنية، في الجدول ٧ في الملخص لوضعي السياسات.

٢٣. يمكن للسياسات التي تحدد سعر الكربون الضمني أو الفعلي أن تولّد المحفّزات اللازمة للمنتجين والمستهلكين بغية الإستثمار في التكنولوجيات والعمليات والمنتجات المتدنية في انبعاثات غازات الدفيئة. وقد يتضمن هذا النوع من السياسات أدوات إقتصادية وتمويلات حكومية إلى جانب بعض التشريعات (توافق عالٍ، أدلة وافية).

• قد تساهم إشارة فاعلة من سعر الكربون في تحقيق قدرة تخفيف حقيقية داخل كافة القطاعات [١١،٣ - ١٣،٢].

• تشير دراسات النمذجة (أنظر الإطار ٣ في الملخص لوضعي السياسات) إلى أن ارتفاع أسعار الكربون إلى ٢٠ - ٨٠ دولاراً أميركياً للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بحلول العام ٢٠٣٠، وإلى ٣٠ - ١٥٥ دولاراً أميركياً للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ بحلول العام ٢٠٥٠، يتماشى مع الإستقرار المرتقب للعام ٢١٠٠، ألا وهو ٥٥٠ جزءاً بالمليون من ثاني أكسيد الكربون المكافئ. وإذا حافظنا على مستوى التثبيت نفسه، فإنّ الدراسات التي أُجريت منذ تقرير التقييم الثالث والتي تأخذ التغيير التكنولوجي المستحث في عين الاعتبار، تخفّف نطاق الأسعار هذا إلى ٥ - ٦٥ دولاراً أميركياً للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للعام ٢٠٣٠ وإلى ١٥ - ١٣٠ دولاراً أميركياً للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ للعام ٢٠٥٠ [٣،٣ - ١١،٤ - ١١،٥].

• يتمّ استخدام ٤ معايير أساسية لتقييم السياسات والأدوات: الكفاءة البيئية والفاعلية بالقياس إلى الكلفة والآثار التوزيعية، بما في ذلك الإنصاف، والجدوى المؤسساتية [١٣،٢].

• يمكن تصميم كافة الأدوات إمّا بطريقة جيدة أو العكس، كما يمكن أن تكون إمّا صارمة أو مرنة إلى أقصى درجة. أضف إلى ذلك أن التدقيق الآيل إلى تعزيز التطبيق يشكل نقطة حيوية بالنسبة إلى كافة الأدوات. فيما يلي بعض الإكتشافات العامة حول أداء السياسات: [٧،٩ - ١٢،٢ - ١٣،٢]:

٥٠ تسهّل السياسات المناخية المدرجة ضمن سياسات تنمية أوسع نطاقاً، التطبيق وعملية تخطي العقبات.

٥١ غالباً ما تؤكد التشريعات والمقاييس مستويات الانبعاثات. وقد تكون أكثر جدوى من أدوات أخرى في حال منعت المعلومات وغيرها من العوائق المنتجين والمستهلكين من الإستجابة إلى مؤشرات الأسعار. ولكن ليس من الضروري أن تولّد الابتكار وظهور تكنولوجيات متقدّمة أكثر.

٥٢ يمكن للضرائب والرسوم أن تساهم في تسعير الكربون، إلا أنها تعجز عن ضمان مستوى معين من الانبعاثات. وتساعد الدراسات والكتابات على تحديد الضرائب كطريقة أثبتت فاعليتها في إدخال تكاليف انبعاثات غازات الدفيئة.

٥٣ ستساعد الرخص القابلة للتداول على تحديد سعر الكربون. ويحدد حجم الانبعاثات المسموح بها كفاءتها البيئية، فيما يؤدي منح الرخص إلى تداعيات توزيعية. وتصبّب تقليبية سعر الكربون تقدير الكلفة الكلية المرتبطة برخص الانبعاثات.

٥٤ غالباً ما تستخدم الحكومات المحفّزات المالية (المساعدات والقروض الضريبية) بغية تعزيز التكنولوجيات الجديدة ونشرها. وفي الوقت الذي غالباً ما تتعدى فيه التكاليف الإقتصادية الأدوات المذكورة آنفاً، غالباً ما تشكل نقطة حيوية لتخطي العقبات المطروحة.

٥٥ تشكّل الإتفاقات الطوعية بين القطاع الصناعي والحكومات مسألة جذابة من الناحية السياسية، وتساهم في تعزيز الوعي بين الجهات المعنية، كما أنها أدت دوراً أساسياً في تطوير سياسات وطنية عديدة. ولم تحقق كالعادة غالبية الإتفاقات تراجعاً ملموسة لجهة الانبعاثات خارج نطاق الأعمال. غير أن إبرام بعض الدول إتفاقات في الآونة الأخيرة، سرّع تطبيق أهم التكنولوجيات المتوفرة وأدى إلى خفض الانبعاثات بشكل ملموس.

جدول ٧ في الملخص لواجبي السياسات : سياسات قطاعية مختارة وإجراءات وآليات أظهرت بأنها فاعلة بيئياً في قطاع معين في عدد من القضايا الإقليمية.

القطاع	سياسات <sup>١</sup> وإجراءات وآليات أظهرت بأنها فاعلة بيئياً	القيود الرئيسية أو الفرص
تزويد الطاقة [الفقرة ٤,٥]	تخفيض إعانات استخدام الوقود الأحفوري فرض ضرائب أو رسوم الكربون على استخدام الوقود الأحفوري	مقاومة المصالح الراسخة تجعلها صعبة التنفيذ
	التعريفات المفروضة على تكنولوجيات الطاقة المتجددة إلزامات الطاقة المتجددة إعانات المنتج	بإمكانها أن تكون فاعلة في خلق أسواق للتكنولوجيا المتدنية الإنبعثات
وسائل النقل [الفقرة ٥,٥]	إلزامية الاقتصاد في استهلاك الوقود ومزج الوقود الأحيائي ومقاييس ثاني أكسيد الكربون من أجل وسائل النقل على الطرقات	التغطية الجزئية لسرعة المركبة بإمكانها أن تحد من فاعليتها
	فرض الضرائب على كل من شراء السيارات وتسجيلها واستخدامها ووقود المحرك ووضع تسعيرات لاستخدام الطرقات والمواقف	بإمكان الفاعلية أن تسقط مع إيرادات أعلى
	التأثير على حاجات التنقل من خلال تنظيم استخدام الأراضي وتصاميم الأبنية الأساسية الإستثمار في منشآت جذابة للنقل العام وتشجيع أشكال التنقل التي لا تعوز المركبات	مناسبة لبلدان تقوم ببناء أنظمة النقل التابعة لها
الأبنية [الفقرة ٦,٨]	تطبيق المقاييس والمبادئ أنظمة المباني والإشارات التجارية برامج إدارة جهة الطلب برامج القيادة في القطاع العام بما في ذلك النفقات محفزات لشركات خدمات الطاقة	مراجعة موسمية للمقاييس المطلوبة مُثيرة بالنسبة إلى المباني الجديدة. الإلزام بمقدوره أن يكون صعباً بحاجة إلى تعديلات لكي تستفيد المنشآت بإمكان صفقات الدولة أن تتخطى الطلب على منتجات الطاقة الفاعلة عامل النجاح: الوصول إلى الفريق الثالث الممول
الصناعة [الفقرة ٧,٩]	التزوّد بقاعدة معلومات تنفيذ المعايير إعانات مالية، قروض ضريبية	من الممكن أن تكون مناسبة لتحفيز المصالح التكنولوجية. تحقيق إستقرار السياسة الإقليمية المهم في ما يتعلق بالمنافسة الدولية
	تراخيص قابلة للتداول	آليات تقسيم مرتقبة ومؤشرات لأسعار مستقرة وهامة للإستثمار
	إنفاقيات طوعية	تتضمن عوامل النجاح: أهداف واضحة، سيناريو رئيسي، تدخل الفريق الثالث في التصميم والتدابير التحذيرية ومراجعتها فضلاً عن التعاون بين الدولة وقطاع الصناعة
الزراعة [الفقرة ٨,٦، ٨,٧]	محفزات مالية وأنظمة لتحسين إدارة الأراضي، الحفاظ على محتوى كربون الأرض، استخدام فاعل للأسمدة وللري	بإمكانها أن تشجع التآزر مع التنمية المستدامة ومع تخفيض شدة التأثير بتغير المناخ، وبالتالي تخطي الحواجز من أجل التطبيق
الحراجة / الغابات [الفقرة ٩,٦]	محفزات مالية (إقليمية ودولية) لزيادة منطقة الغابات ولتقليص إزالة الأحراج فضلاً عن العناية بالغابات وإدارتها وضم تشريعات لاستخدام الأراضي وإلزامها	قيود تتضمن الإفتقار لتوفر رأس المال من أجل الإستثمار ومسائل إمتلاك الأراضي. بإمكانها أن تساعد في الحد من الفقر
إدارة النفايات [الفقرة ١٠,٥]	محفزات مالية لتحسين النفايات وإدارة المياه المستعملة محفزات أو موجبات للطاقة المعاد تصنيعها	بإمكانها أن تحفز نشر التكنولوجيا التوفر المحلي للوقود المنخفض السعر
	تنظيم إدارة النفايات	لفاعلية أكبر تُطبّق على المستوى المحلي مع دعم للإستراتيجيات

ملاحظة:

<sup>١</sup> أظهر إستثمار العام في البحوث والتطوير والعرض، والمتعلق بإنبعثات التكنولوجيا المتدنية الإنبعثات، بأنه فاعل في كافة القطاعات

النامية، والمتعلق بالملحق الأول، أن يكون أساسياً، لكن لا تتوفر تقديرات عنه يُوثق بها [١١،٧].

- تملك التدفقات المالية للدول النامية عن طريق برامج آلية التنمية النظيفة CDM، القدرة على الوصول إلى مستويات تبلغ مليارات الدولارات الأميركية في السنة<sup>٢٢</sup>، وهي قيمة أعلى من التدفقات المتأتية من مرفق البيئة العالمية، مقارنةً بتدفقات مساعدة تطوير الطاقة الموجّهة، لكن، على الأقل، تنتج نسبة قوّة أخف من مجموع تدفقات الإستثمار المباشر الأجنبي. وقد تمّ تحديد كل من التدفقات المالية بواسطة مشاريع آلية التنمية النظيفة ومرفق البيئة العالمية، وتطوير المساعدة من أجل نقل التكنولوجيا، ولم يتم توزيعها بشكل مُتساو جغرافياً [١٢،٣، ١٣،٣].

## ٢٥. تتلخص الإنجازات البارزة التي حققها كل من إتفاقية الأمم

المتحدة الإطارية المتعلقة بتغيّر المناخ وبروتوكول كيوتو في إنشاء إستجابة عالمية لمشكلة المناخ وتحفيز مجموعة من السياسات الإقليمية وخلق سوق الكربون الدولية، فضلاً عن إنشاء آليات مؤسساتية جديدة يمكن لها أن ترسي الأرضية المطلوبة لجهود التخفيف المستقبلية (توافق عالٍ، أدلة وافية).

- من المتوقع أن يكون تأثير فترة الإلتزام الأولى من البروتوكول المتعلقة بالإنبعاثات العالمية، محدوداً. كما من المتوقع أن تكون تأثيراتها الاقتصادية على دول الملحق باء، أصغر مما تمّ تقديره في تقرير التقييم الثالث الذي أظهر نسبة ٠,٢ - ٢٪ أقل من إجمالي الناتج المحلي في العام ٢٠١٢ من دون الإتجار بالإنبعاثات، ونسبة ٠,١ - ١,١٪ أقل من إجمالي الناتج المحلي مع الإتجار بالإنبعاثات بين دول الملحق باء [١،٤، ١١،٤، ١٣،٣].

## ٢٦. تحدّد الدراسات والإصدارات العديد من إمكانيات تحقيق الحدّ

من إنبعاثات غازات الدفيئة على المستوى العالمي، وذلك من خلال التعاون. كما أنه من المقترح أن تكون الإتفاقات الناجحة فاعلة بيئياً وتكلفتها فاعلة أيضاً، وتتضمن اعتبارات توزيعية وإنصاف، وتكون معقولة مؤسساتياً (توافق عالٍ، أدلة وافية).

- بإمكان الجهود المبذول في سبيل تحقيق تعاون أفضل أن يساعد على تقليص التكاليف العالمية من أجل التوصل إلى مستوى معيّن من التخفيف، أو أن يُحسن الفاعلية البيئية [١٣،٣].

- تشير معظم التقييمات من أعلى إلى أسفل، كما بعض التقييمات من أسفل إلى أعلى للعام ٢٠٥٠، إلى أن أسعار الكربون الضمنية أو الفعالية (٢٠ - ٥٠ دولاراً أميركياً للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون المكافئ)، التي بقيت على حالها أو ارتفعت مع الوقت، قد تؤدي إلى إرساء قطاع لتوليد الكهرباء يتمتع بإنبعاثات منخفضة في غازات الدفيئة بحلول العام ٢٠٥٠، وقد يقدّم أيضاً خيارات تخفيفية عديدة داخل قطاعات الإستخدام النهائي الجذابة من الناحية الاقتصادية. [٤،٤ - ١١،٦]

- تتشعب حواجز تطبيق إختيارات التخفيف وتختلف بحسب البلد والقطاع. فبإمكانها أن تتصل بالمظاهر المالية والتكنولوجية والمؤسسية والمعلوماتية والسلوكية [٥،٤، ٥،٥، ٦،٦، ٦،٧، ٦،٨، ٦،٩، ٦،١٠]

## ٢٤. يُشكّل دعم الحكومة من خلال المساهمات المالية وإعتمادات

الضريبة والمعايير المنبّعة، بالإضافة إلى خلق الأسواق، عاملاً هاماً جداً لتطوير التكنولوجيا الفاعلة وتحديثها ونشرها. ويعتمد نقل التكنولوجيا إلى الدول النامية على شروط محددة وعلى التمويل (توافق مرتفع، دليل عال).

- تكون الفوائد العامة الناتجة عن الإستثمار في البحوث والتطوير والعرض أكبر من الفوائد التي يجنيها القطاع الخاص، ما يبرّر دعم الدولة للإستثمارات في البحوث والتطوير والعرض.
- كان تمويل الحكومة لمعظم برامج البحث في مجال الطاقة معدوماً أو بات منخفضاً على مدى ما يقارب العقدين من الزمن (حتى بعد دخول إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغيّر المناخ حيّز التنفيذ)، وأصبح مستواه يساوي نصف المستوى المُسجّل في العام ١٩٨٠ [٢،٧، ٣،٤، ٤،٥، ٥،١١، ٢،١٣].

- تؤدي الحكومات دوراً داعماً أساسياً في تأمين المناخ المناسب، كأطر العمل<sup>٢٣</sup> المؤسساتية والسياسية والقانونية والتنظيمية، وذلك من أجل دعم تدفقات الإستثمارات وفاعلية نقل التكنولوجيا. ومن دون هذا الدعم، يصعب تحقيق الحدّ من الإنبعاثات على مستوى واسع. فضلاً عن ذلك، من الهام تحريك تمويل زيادة تكاليف التكنولوجيات المتدنية الكربون. وبإمكان إتفاقيات التكنولوجيا الدولية أن تُقوّي معرفة البنى الأساسية [١٣،٣].

- بإمكان التأثير المفيد والمحتمل لتحويل التكنولوجيا إلى الدول

<sup>٢١</sup> أنظر إلى تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ والمتعلق بالمسائل المنهجية والتكنولوجية في تكنولوجيا التحويل.

<sup>٢٢</sup> يعتمد بقوة على سعر السوق الذي يتراوح ما بين \$٤ و\$٢٦ للطن الواحد من ثاني أكسيد الكربون، والمبني على حوالي ١٠٠٠ من آلية التنمية النظيفة المقترحة، فضلاً عن المشاريع المُسجّلة التي من شأنها أن تُحدث أكثر من ١,٣ مليار وحدة تخفيض الإنبعاث قبل العام ٢٠١٢.

- بإمكان تحسين آليات السوق، كالاتجار بالإنبعاثات والتنفيذ المشترك وآلية التنمية النظيفة وتوسيع نطاقها، أن يقلص تكاليف التخفيف بشكل عام [١٣،٣].
  - من الممكن أن يتضمن الجهود المبذول من أجل مواجهة تغير المناخ العديد من العناصر المختلفة، كأهداف الحد من الإنبعاثات القطاعية والمحلية وغير المحلية، فضلاً عن الأعمال الإقليمية، وبرامج البحوث والتطوير والعرض، وإعتماد السياسات المشتركة، وتنفيذ أعمال تطبيق موجهة نحو التنمية، أو توسيع نطاق أدوات التمويل. بإمكان هذه العناصر أن تُنفذ بطريقة مُدمجة. أما مقارنة الجهود الذي تبذله مختلف الدول فيما بينها فهو أمر مُعقد ويتطلب موارد كثيفة [١٣،٣].
  - بإمكان التمييز بين الأعمال التي تعتمد على المشاركة تبعاً لتاريخ اعتماد العمل والمشاركين فيه وماهية العمل بحد ذاته. ومن الممكن أن تكون الأعمال مُلزمة أو غير مُلزمة، وتتضمن أهدافاً واضحة أو متعددة، كما يمكن للمشاركة أن تكون ثابتة أو متغيرة مع الوقت [١٣،٣].
- ز - ثغرات في المعرفة**
- ٢٧. بإمكان جعل التنمية أكثر إستدامة عن طريق تغيير سبل التنمية أن يولد مساهمة فاعلة في ما يتعلق بتخفيف تغير المناخ، ولكن من الممكن أن يتطلب التطبيق توفر موارد من أجل تخطي العديد من الحواجز. ويتوفر حالياً إدراك متزايد لإمكانيات إختيار خيارات التخفيف وتطبيقها في العديد من القطاعات من أجل تحقيق أوجه التآزر وتفاذي الصراع مع أبعاد أخرى للتنمية المستدامة (توافق عالٍ، أدلة وافية).
  - تعتبر إجراءات التكيّف ضرورية بغض النظر عن نطاق إجراءات التخفيف [١،٢].
  - يمكن إعتبار توجيه المناخ عاملاً داخلياً في سياسات التنمية المستدامة. وتُحدّد الظروف الإقليمية وقدرة المؤسسات كيفية تطوير سياسات إنبعاثات غازات الدفيئة. وتأتي التغييرات في المسالك التنموية نتيجة التفاعلات ما بين عمليات إتخاذ القرار بين القطاعين العام والخاص، التي تضمّ الحكومة ورجال الأعمال والمجتمع المدني، رغم أنها لا تصنّف عادةً ضمن سياسة المناخ. وتكون هذه العملية أكثر فاعلية عندما تتشارك الأطراف بشكل متساو، وتكون عمليات إتخاذ القرار مُنسقة [١٢،٢، ٣،٣، ٢،٢].
- غالباً ما تكون سياسات تغيير المناخ وسائر السياسات المتعلقة بالتنمية المستدامة، مُتآزرة. وتتوفر أدلة متزايدة على قدرة القرارات المتعلقة بالسياسة الإقتصادية والزراعية، وتطوير إقراض البنك مشاريع التنمية المتعددة الجوانب وممارسات التأمين، وإصلاح سوق الكهرباء، وبأمن الطاقة والحفاظ على الغابات، أن تقلص الإنبعاثات بشكل كبير، على الرغم من أنها تُعتبر في معظم الأحيان خارج نطاق السياسات المناخية. من جهة أخرى، يمكن ألا يكون للقرارات المتخذة بشأن تحسين نفاذ الريف إلى موارد الطاقة مثلاً، تأثير كبير على إنبعاثات غازات الدفيئة العالية [١٢،٢].
  - غالباً ما تكون سياسات تغيير المناخ المتعلقة بفاعلية الطاقة وبالطاقة المتجددة مُفيدة إقتصادياً، كما من شأنها أن تحسّن أمن الطاقة وأن تحدّ من إنبعاثات الملوّثات المحلية. ومن الممكن تحديد خيارات أخرى للتخفيف من إستهلاك الطاقة، وذلك لتحقيق فوائد التنمية المستدامة كتفادي نزوح السكان المحليين وخلق فرص العمل، فضلاً عن الفوائد الصحية [٤،٥، ١٢،٣].
  - بإمكان الحدّ من خسارة المواطن الطبيعية وإزالة الغابات أن يخلق تنوعاً أحيائياً ويقدم فوائد للتربة في الحفاظ على المياه، كما يمكن تطبيقه بطريقة مُستدامة إقتصادياً وإجتماعياً. وبإمكان التشجير وزراعات الطاقة الأحيائية أن يؤديا إلى إعادة تأهيل الأراضي المنحلة وإدارة خسارة المياه والإحتفاظ بكميات الكربون التربة والإستفادة من الإقتصاد الريفي، لكن من الممكن أن تتنافس مع التربة لإنتاج الغذاء، وأن تكون لهما تأثيرات سلبية على التعددية الأحيائية في حال لم يتم تصميمها بشكل صحيح [٩،٧، ١٢،٣].
  - تتوفر إمكانيات جيدة لدعم التنمية المستدامة من خلال أعمال التخفيف في إدارة النفايات وفي قطاعي النقل والبناء [٥،٤، ٦،٦، ١٠،٥، ١٢،٣].
  - بإمكان زيادة إستدامة التنمية أن تدعم كل من قدرة التخفيف والتكيّف، فضلاً عن الحدّ من الإنبعاثات، والتعرّض لتغير المناخ. ومن الممكن أن تتوفر أوجه التآزر بين التخفيف والتكيّف، فيذكر، على سبيل المثال، إنتاج الكتلة الأحيائية بطريقة صحيحة وإنشاء مناطق محمية وإدارة الأراضي وإستخدام الطاقة في البناء والحراثة. ومن الممكن حصول غير ذلك في حالات أخرى، كإرتفاع إنبعاثات غازات الدفيئة بسبب إرتفاع إستهلاك الطاقة المتعلقة بإستجابات تكييفية [٢،٥، ٣،٥، ٤،٥، ٦،٩، ٧،٨، ٨،٥، ٩،٥، ١١،٩، ١٢،١].

٢٨. ما زلنا نلاحظ ثغرات أساسية في المعرفة المتوفرة حالياً على مستوى بعض مظاهر تخفيف تغيّر المناخ، خاصةً في الدول النامية. يمكن للأبحاث الإضافية المعنية بتصحيح هذه الثغرات أن تقلص نسبة الشكوك، فتسهّل اتخاذ القرار المتعلق بتخفيف تغيّر المناخ [الملخص الفني ١٤].

### الإطار النهائي: تجسيد عدم اليقين

يعتبر عدم اليقين جزءاً لا يتجزأ من أي تقييم. ويوضّح تقرير التقييم الرابع نقاط عدم اليقين المتعلقة بالتقييمات الأساسية.

وتجعل الفوارق الأساسية بين الإختصاصات العلمية في تقارير الفرق العاملة الثلاثة من النهج المشترك محاولة غير عملية. فنهج «الأرجحية» ينطبق على «تغيّر المناخ ٢٠٠٧، قواعد العلوم الفيزيائية»، واعتبر نهجاً «الثقة» و«الأرجحية» غير مناسبين للتعامل مع مسائل عدم اليقين المحددة والكامنة في هذا التقرير عن التخفيف، ولقد تم أيضاً أخذ الخيارات البشرية بعين الاعتبار.

تم استخدام نطاق عمل في هذا التقرير من أجل معالجة مسألة عدم اليقين. ويبنى النطاق على حكم مؤلفي الفريق العامل الثالث الموثوق به على صعيد المنافسة في الإصدارات على نتائج معينة (مستوى التوافق) وعدد المصادر المستقلة ونوعيتها، وهي توصف بموجب قوانين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ وتُبنى عليها النتائج (كمية الأدلة<sup>٣٣</sup>) (أنظر الجدول ١ في الملخص لوضعي السياسات). وهذا ليس نهجاً عديداً تتولد منه إمكانيات إستنتاج نقاط عدم اليقين.

الجدول ١ في الملخص لوضعي السياسات: تحديد نوعي لعدم اليقين

توافق عالٍ، أدلة عالية	توافق عالٍ، أدلة متوسطة	توافق عالٍ، أدلة محدودة	↑ مستوى التوافق (على نتائج معينة)
توافق متوسط، أدلة عالية	توافق متوسط، أدلة متوسطة	توافق متوسط، أدلة محدودة	
توافق متدنٍ، أدلة عالية	توافق متدنٍ، أدلة متوسطة	توافق متدنٍ، أدلة محدودة	

← كمية الأدلة<sup>٣٣</sup> (عدد المصادر المستقلة ونوعيتها)

نظراً إلى ارتباط المستقبل ارتباطاً وثيقاً بعدم اليقين، لجأ التقرير إلى إستعمال كثيف للسيناريوهات، كصور متآزرة في ما بينها عن العديد من الإحتمالات المستقبلية – لا تنبؤات للمستقبل.

<sup>٣٣</sup> يُحدد مصطلح «الأدلة» في هذا التقرير على الشكل التالي: معلومات أو إشارات تدل على صدق أو صحة معتقد أو إقتراح ما. أنظر معجم المصطلحات.

