



دراسات خاصة

سلسلة دراسات غير دورية تصدر عن المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة

دليل تعريفي:

المفاهيم الأساسية المرتبطة بتغير المناخ وآليات المواجهة

إعداد: هدير خالد إبراهيم

تحرير: آية يحيى



منقول
عبر





دراسات خاصة

المدير التنفيذي:
حسام إبراهيم

مستشار أكاديمي:
د. إبراهيم غالي

رئيس التحرير التنفيذي:
مصطفى ربيع

نائب رئيس التحرير:
إبراهيم الغيطاني

الهيئة العلمية:
علي صلاح
د. شادي عبدالوهاب
أحمد عاطف
د. إيهاب خليفة
هالة الحفناوي
يارا منصور
عبد اللطيف حجازي
آية يحيى
جيداء أبو الفتوح
محمد العربي
محمد محمود السيد
شريف هريدي

الإخراج الفني:
عبدالله خميس
عادل خطاش

العلاقات العامة:
رحاب مكرم
info@futureuae.com

التدقيق اللغوي:
محمد الغوث

مدير النشر والتسويق:
أمجد محمد جروين
marketing@futureuae.com

عن "دراسات خاصة"

سلسلة دراسات غير دورية تصدر عن "المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة". وتركز الدراسات على الظواهر الصاعدة، والمؤشرات المركبة والأفكار غير التقليدية، والاتجاهات القادمة التي ترتبط بالعالم قيد التشكل منذ بداية عام 2020.

وتتناول "السلسلة" أبرز القضايا الصاعدة في المجالات الأمنية والسياسية والاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية، والظواهر كافة التي يمكن أن تساهم في تشكيل مستقبل التفاعلات الدولية والإقليمية.

«الآراء الواردة في الإصدار تعبر عن كتابها، ولا تعبر بالضرورة عن "دراسات خاصة" أو آراء مركز المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة.

«حقوق النشر محفوظة ولا يجوز الاقتباس من مواد الإصدار من دون الإشارة إلى المصدر، كما لا يجوز إعادة نشر الدراسات دون اتفاق مسبق مع المركز.

دليل تعريفي:

المفاهيم الأساسية المرتبطة بتغير المناخ وآليات المواجهة

إعداد: هدير خالد إبراهيم

باحث متخصص في الاقتصاد الدولي

ملخص الدراسة:

تُعد قضية تغير المناخ واحدة من أهم القضايا التي يتم تناولها بالبحث والمناقشة على الصعيدين المحلي والدولي، خاصة في ظل التداعيات السلبية والمخاطر الناجمة عن التغيرات المناخية، والحاجة الماسة إلى اتخاذ إجراءات أكثر حسماً تستهدف خفض انبعاثات الغازات الدفيئة (غازات الاحتباس الحراري). وعلى الرغم من الاتفاقات والبروتوكولات الدولية الخاصة بالتعامل مع التغير المناخي، وإعلان عدد من الدول عن مستهدفاتها بشأن خفض الانبعاثات والوصول إلى الحياد الكربوني، إلا أن هذه الجهود لا تزال غير كافية في مواجهة المخاطر المتوقعة الناتجة عن التغيرات المناخية.

وإزاء أزمة الطاقة المتفاقمة واعتماد بعض الدول على الفحم في توليد الطاقة، ووسط تركيزات قياسية لغازات الاحتباس الحراري، وتواتر حدوث الظواهر المناخية القاسية، تسعى الدول والمؤسسات العالمية إلى تعزيز القدرة على الصمود والتكيف مع التغيرات المناخية، فضلاً عن اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، وتعزيز التمويل الموجه للعمل المناخي، والذي يُعد ضمن الأولويات الرئيسية المطروحة للنقاش الدولي في المؤتمرات المعنية بمناقشة قضية المناخ، وعلى رأسها مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، والذي من المخطط أن تعقد دورته الثامنة والعشرون في الإمارات العربية المتحدة خلال العام الجاري.

وفي ضوء ذلك، باتت المفاهيم الخاصة بتغير المناخ شائعة الاستخدام وسط تنامي الاهتمام الدولي بالقضية، وتعدد التقارير الصادرة عن المؤسسات العالمية والتي تبحث أبعاد هذه القضية تفصيلاً. وعليه، تحاول هذه الدراسة تقديم إطار مفاهيمي شامل للمفاهيم الرئيسية الخاصة بقضية تغير المناخ، ارتكازاً على التعريفات الواردة في التقارير الدولية، والصادرة عن المؤسسات المعنية.

وتنقسم الدراسة إلى أربعة أقسام أساسية يبحث كل منها في عدد من الأبعاد المختلفة الخاصة بقضية تغير المناخ، حيث يركز القسم الأول على تناول مفهوم تغير المناخ نفسه بحسب رؤية عدد من المؤسسات ووفقاً لما ورد في بعض الاتفاقيات، بينما يبحث القسم الثاني في أسباب تغير المناخ موضحاً أهم المفاهيم الخاصة بانبعاثات الغازات الدفيئة. ويتضمن القسم الثالث استعراضاً لمصطلحي التكيف والتخفيف باعتبارهما من أهم المصطلحات المرتبطة بالتغير المناخي. وأخيراً، يتناول القسم الرابع أهم المفاهيم المتعلقة بمواجهة التغير المناخي والحد من الانبعاثات، اعتماداً على توضيح بعض المفاهيم الخاصة بالعمل المناخي وتحقيق الحياد الكربوني والمناخي، فضلاً عن استعراض أهم المصطلحات الخاصة بتسعير الكربون، وآلياته المختلفة.

أولاً: مفهوم تغير المناخ وأهم العوامل المسببة له

يستحوذ تغير المناخ على اهتمام دولي متزايد في الوقت الراهن، باعتباره يُمثل تهديداً رئيسياً لرفاهية وسلامة البشرية. وعلى الرغم من المساعي الحثيثة للحد من مخاطر تغير المناخ، إلا أن السنوات الأخيرة قد شهدت تزايداً في وتيرة الظواهر المناخية المتطرفة، مثل موجات الحر والأمطار الغزيرة والجفاف والأعاصير المدارية، والتي يعود معظمها إلى النشاط البشري، وتداعياته السلبية على النواحي البيئية والمناخية.

وقد أوضح تقرير المخاطر العالمية 2023، الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي، أن التغير المناخي يُعد ضمن أهم المخاطر العالمية على مدى السنوات العشر المقبلة، حيث جاء الفشل في تخفيف التغير المناخي، والفشل في التكيف مع التغير المناخي، في المرتبتين الأولى والثانية على التوالي، من بين أهم عشرة مخاطر عالمية خلال العقد المقبل.⁽¹⁾ وفي هذا الصدد، يركز هذا القسم على تناول مفهوم تغير المناخ، وأهم العوامل المؤثرة فيه.

1- تعريف تغير المناخ

وفقاً للأمم المتحدة، فإن تغير المناخ يُقصد به "التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس، أخذاً في الاعتبار أن هذه التحولات قد تكون طبيعية، ومنها على سبيل المثال التحولات الناتجة عن التغيرات في الدورة الشمسية، أو قد تكون ناتجة عن الأنشطة البشرية، وعلى رأسها: حرق الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط والغاز، والذي يؤدي إلى حبس حرارة الشمس، ورفع درجات الحرارة، وزيادة انبعاثات الغازات الدفيئة". ومن الجدير بالذكر أنه منذ القرن التاسع عشر، أصبحت الأنشطة البشرية المسبب الرئيسي لتغير المناخ.⁽²⁾

وتشير **الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ** (Intergovernmental Panel on Climate Change) إلى تغير المناخ باعتباره "تغيراً في حالة المناخ يمكن تحديده (وذلك باستخدام الاختبارات الإحصائية، على سبيل المثال) من خلال التغيرات في متوسط / أو تباين خصائصه، والتي تستمر لفترة ممتدة، عادة لعقود أو أكثر". وقد أوضحت الهيئة أن تغير المناخ قد يكون بسبب العمليات الداخلية الطبيعية أو التأثيرات الخارجية، ومن بينها: تعديل الدورات الشمسية، والانفجارات البركانية، والتغيرات في تكوين الغلاف الجوي، أو في الأراضي، والتي تنتج عن الأنشطة البشرية.⁽³⁾

وفي ضوء **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ** عام 1992، يعرف تغير المناخ بأنه "تغير يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يؤدي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي، والذي يُلاحظ - بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ - على مدى فترات زمنية متمثلة". وعليه، فإن الاتفاقية تميز بين تغير المناخ الذي يُعزى إلى الأنشطة البشرية التي تغير تكوين الغلاف الجوي، وبين تغير المناخ الذي يُعزى إلى أسباب طبيعية. وقد أشارت الاتفاقية أيضاً في المادة (1) والمتعلقة بالتعريفات، إلى **النظام المناخي** باعتباره كامل عمليات الغلاف الجوي والغلاف المائي والمحيط الأرضي، وتفاعلاتها.⁽⁴⁾

وفي ذات السياق، تجدر الإشارة إلى أن **المنظمة العالمية للأرصاد الجوية** تفرق بين **تقلب المناخ** و**تغير المناخ**، إذ يشير تقلب المناخ إلى التغيرات التي تحدث خلال فترات زمنية أصغر، على سبيل المثال: شهر أو موسم أو سنة، بينما يشير تغير المناخ إلى التغيرات التي تحدث على مدى فترة زمنية أطول، قد تصل إلى عقود أو أكثر.⁽⁵⁾

2- أهم العوامل المسببة لتغير المناخ

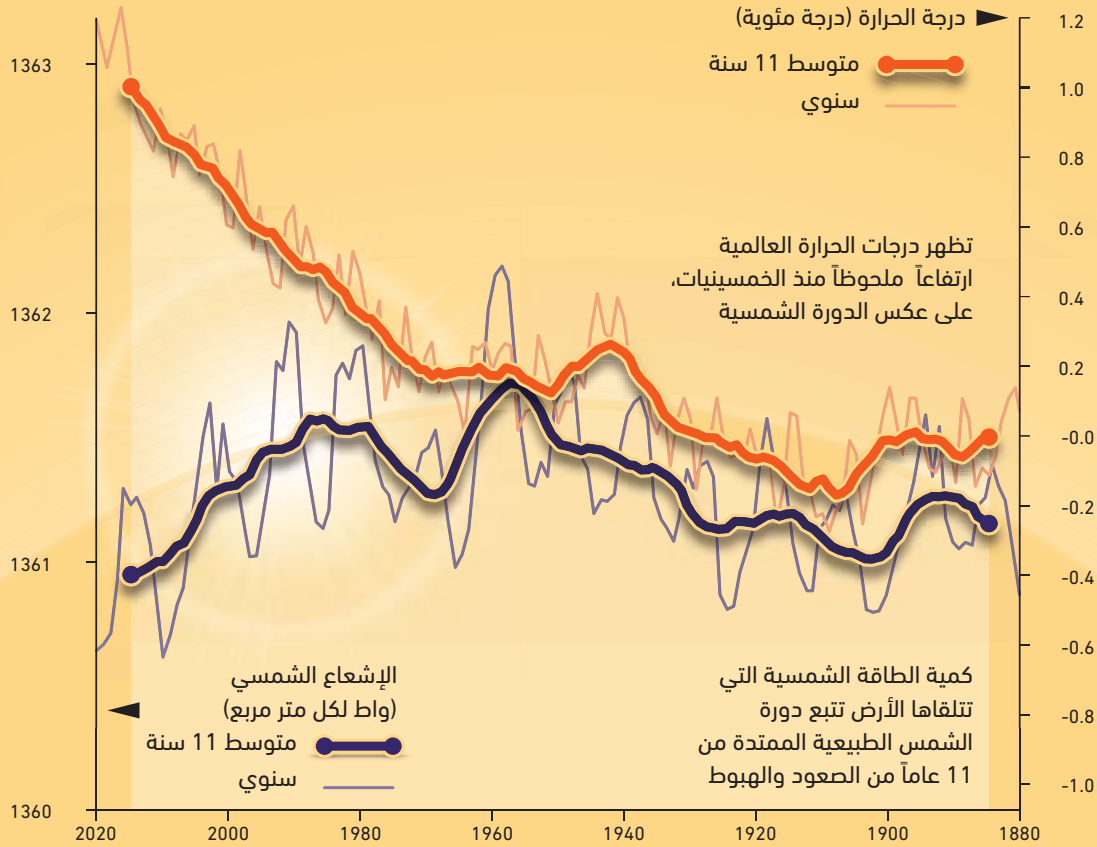
وفقاً لوكالة الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء "ناسا"، فإن العوامل التي تؤثر في تغير المناخ يمكن تقسيمها إلى ثلاث فئات: التأثيرات (أو العوامل والدوافع الأولية) والتغذية المرتدة ونقاط التحول. وفيما يلي إيضاح لبعض المفاهيم المرتبطة وهذه الفئات الثلاث.⁽⁶⁾

أ- **التأثيرات**: تتضمن الإشعاع الشمسي، انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والهباء الجوي والغبار والدخان والسخام.

“الشمس ليست مسؤولة عن ظاهرة الاحتباس الحراري”

يقول الخبراء إنه على الرغم من ارتفاع درجات الحرارة العالمية خلال نصف القرن الماضي فإنه لا توجد زيادة ملحوظة في كمية الطاقة الشمسية التي تتلقاها الأرض

درجة حرارة الأرض مقابل النشاط الشمسي



انفوجرافيك المستقبل
Future Infographic

المصدر: NASA Global Climate Change, Earth Day
جرافيك نيوز GRAPHIC NEWS

- **الإشعاع الشمسي:** يقصد به التغير في إشعاع الشمس أو ضوء الشمس الذي تتلقاه الأرض من الشمس. وهناك بعض المؤشرات لقياسه مثل: عدد البقع الشمسية، وحلقات الأشجار القديمة.
- **انبعاثات غازات الاحتباس الحراري:** منذ الثورة الصناعية، ارتفعت تركيزات الغازات الدفيئة أو غازات الاحتباس الحراري مثل ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز في الغلاف الجوي؛ نتيجة للنشاط البشري، وهو ما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة.

أخذاً في الاعتبار أن القسم الثاني من الدراسة يتطرق لشرح المفاهيم والمصطلحات المرتبطة بالانبعاثات بشكل مفصل.

• **الهباء الجوي والغبار والدخان والسخام:** تشير إلى الجسيمات الصغيرة جداً المحمولة في الهواء من مصادر بشرية وطبيعية، ولها تأثيرات مختلفة في المناخ، من خلال التبريد أو الاحترار، وتجدر الإشارة إلى أن التأثير الصافي للهباء الجوي والغبار والدخان والسخام هو التبريد.⁽⁷⁾

ب- **التغذية المرتدة للمناخ:** إن الاستجابات المناخية لآليات التأثير المختلفة سائلة الذكر تتكون من بعض العمليات الفيزيائية والكيميائية الحيوية، والتي تؤدي إما إلى تضخيم الاستجابة الأولية للمناخ وإنتاج تغير مناخي إضافي، أو تقلل وتتحكم في تغير المناخ الأولي.⁽⁸⁾ وفي حالة تضخيم الاستجابة الأولية للمناخ يطلق عليها تغذية مرتدة إيجابية، بينما في حالة تقليل التأثير فيطلق عليها تغذية مرتدة سلبية.⁽⁹⁾

ووفقاً لوكالة ناسا، فإن التغذية العكسية للمناخ تشير إلى العمليات التي يمكن أن تضخم أو تقلل من التأثيرات الخاصة بالعوامل الثلاثة سائلة الذكر، من خلال زيادة الاحترار (ويطلق عليها تغذية مرتدة إيجابية) أو تقليل الاحترار (ويطلق عليها تغذية مرتدة سلبية)، وتتضمن السحب، وهطول الأمطار، وغيرها.

• **السحب:** تؤثر السحب بشكل كبير في مناخ الأرض، حيث يتسبب المناخ الأكثر دفئاً في احتجاز المزيد من المياه في الغلاف الجوي، مما يؤدي إلى زيادة الغيوم أو السحب وتغيير كمية ضوء الشمس التي تصل إلى سطح الأرض. وعلى العكس من ذلك، يمكن أن تؤدي التغيرات في الغطاء السحابي إلى ارتفاع درجات الحرارة بشكل أسرع وأكبر.

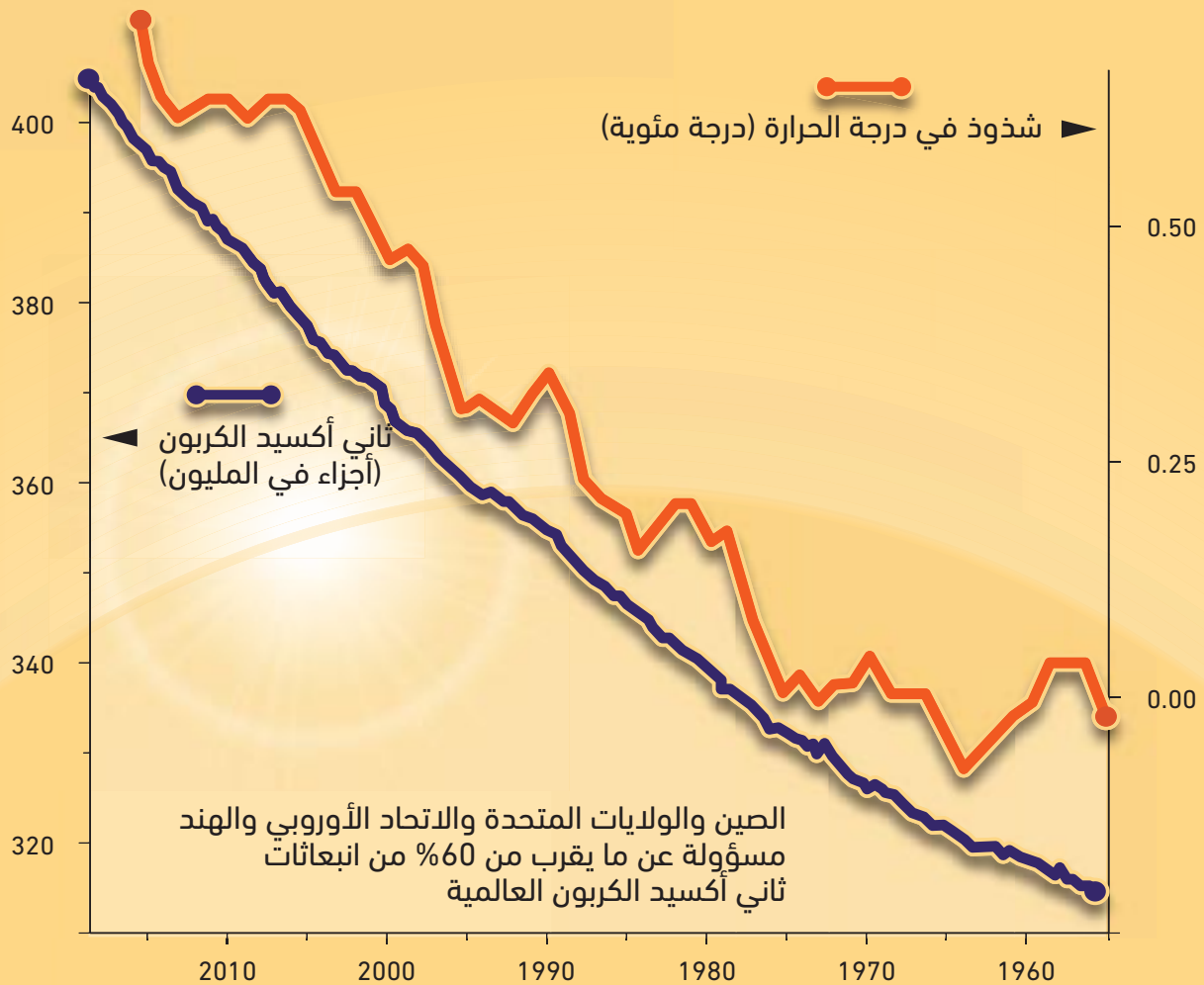
• **هطول الأمطار:** تظهر نماذج المناخ العالمية أن معدلات هطول الأمطار ستزداد بشكل عام؛ بسبب زيادة كمية المياه الموجودة في الغلاف الجوي الأكثر دفئاً، بينما قد تعاني بعض المناطق من الجفاف. ويلاحظ أن التغيرات في أنماط هطول الأمطار تؤثر بشكل إيجابي وسلبي في عمليات نمو النباتات.⁽¹⁰⁾

• **بخار الماء:** من أكثر غازات الاحتباس الحراري وفرة، ويؤدي لتضخيم الاحترار المناخي، حيث يزداد بخار الماء مع ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض.⁽¹¹⁾

ارتفاع ثاني أكسيد الكربون يؤدي إلى تسخين الأرض

في كل عام، يطلق البشر ما يقرب من 36 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي، حوالي 5 أطنان لكل شخص على وجه الأرض

الارتفاع في مستويات ثاني أكسيد الكربون مرتبط بارتفاع درجات الحرارة



انفوجرافيك المستقبل
Future Infographic



المصدر: NASA Global Climate Change, Earth Day

جرافيك نيوز GRAPHIC NEWS

- **بياض الجليد (ألبيدو الجليد):** تشير كلمة الألبيدو إلى قدرة الأجسام على عكس أشعة الشمس.⁽¹²⁾ وباعتبار أن الجليد لونه أبيض فهو لديه القدرة على عكس أشعة الشمس،

على عكس سطح المحيط الذي يكون أكثر قتامة ويمتص الحرارة بشكل أسرع. وبالتالي، فمع ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي وذوبان الجليد البحري، يمتص المحيط مزيداً من الحرارة، ويؤدي إلى ذوبان المزيد من الجليد، ويجعل الأرض أكثر دفئاً بشكل عام.⁽¹³⁾

ج- نقاط تحول المناخ: تشير إلى التغييرات أو التحولات التي تطرأ على مناخ الأرض بشكل مفاجئ بين فترات ذات مناخ مستقر نسبياً.

- دورة المحيطات: تؤدي إلى تغيير أنماط الطقس الإقليمية (وليس العالمية)، فعلى سبيل المثال، مع ذوبان الجليد البحري في القطب الشمالي وصفيحة جرينلاند الجليدية (كتلة ضخمة من الغطاء الجليدي) قد يؤدي دوران المحيط الأطلسي إلى إبطاء تيار الخليج، مما يؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة في أوروبا الغربية، وارتفاع أسرع في درجات الحرارة وارتفاع أكبر في مستوى سطح البحر في الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية.
- ذوبان الجليد: يؤدي ذوبان الجليد إلى امتصاص سطح الأرض لمزيد من الحرارة، ويسهم تقلص الصفائح الجليدية في ارتفاع مستوى سطح البحر، مما يسفر عن العديد من التداعيات السلبية.
- الإطلاق السريع للميثان: تكمن رواسب الميثان وغازات الاحتباس الحراري تحت التربة في المناطق القطبية، ومع ارتفاع درجة حرارة الأرض وذوبان الجليد، يمكن إطلاق هذه الرواسب في الغلاف الجوي، مما يزيد من مخاطر الاحترار.⁽¹⁴⁾

ثانياً: انبعاثات "الغازات الدفيئة" وظاهرة "الاحترار العالمي"

تُعد انبعاثات الغازات الدفيئة السبب الأهم وراء تغير المناخ عالمياً، حيث توجد في الغلاف الجوي للأرض وتحبس حرارة الشمس، ومن ثم تؤدي إلى الاحتباس الحراري وتغير المناخ. وتنتج الانبعاثات عن الأنشطة البشرية مثل توليد الطاقة عن طريق حرق الوقود الأحفوري، والذي يمثل نسبة تتجاوز 75% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة على مستوى العالم، ونحو 90% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

هذا إلى جانب الأنشطة الأخرى التي تعتمد على الوقود الأحفوري أيضاً مثل: الأنشطة الصناعية، والتي عادة ما تعتمد عليه في إنتاج الطاقة، كما تُستخدم بعض السلع الوسيطة المصنوعة من مواد كيميائية مصدرها الوقود الأحفوري.

كذلك، تتسبب عمليات قطع وإزالة الغابات في إطلاق الانبعاثات، والتي تتمثل في

الكربون المخزن داخل الأشجار، وتشير تقديرات الأمم المتحدة، إلى أن النشاط البشري يتسبب في تدمير حوالي 12 مليون هكتار من الغابات سنوياً، كما تشير أيضاً إلى أن عمليات إزالة الغابات والزراعة، وغيرها من الأنشطة المتعلقة باستخدام الأراضي، تمثل قرابة 25% من انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية.⁽¹⁵⁾ وفي ضوء ما تقدم، يركز هذا القسم على إيضاح عدد من المفاهيم والمصطلحات المرتبطة بالانبعاثات الغازات الدفيئة.

1- التعريف الغازات الدفيئة "غازات الاحتباس الحراري"

يشير مصطلح **الغازات الدفيئة** إلى مجموعة من الغازات التي تتسبب في احترار المناخ، وهو السبب وراء تسمية هذه الغازات بالدفيئة، وعلى الرغم من أن هذه الغازات تنتج بشكل طبيعي، إلا أن الأنشطة البشرية أدت إلى زيادة تركيز هذه الغازات في الغلاف الجوي، وتتضمن هذه الغازات: ثاني أكسيد الكربون والميثان وغيرها.⁽¹⁶⁾ وعلى الرغم من أن بعض الدراسات باللغة العربية تشير إلى الغازات الدفيئة بمصطلح غازات الاحتباس الحراري، إلا أنه لا يوجد اختلاف جوهري بين المصطلحين من حيث المفهوم.

غازات الاحتباس الحراري هي أيضاً تشير إلى بعض المكونات الغازية التي تنبعث في الغلاف الجوي، وتسهم في احتباس الحرارة، وتتضمن: ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز، والأوزون، وبخار الماء. ومن الجدير بالذكر أن بعض هذه المكونات قد تكون طبيعية، أو ناتجة عن الأنشطة البشرية، ولكن هناك عدد من غازات الاحتباس الحراري التي تكون ناتجة عن صنع الإنسان ومنها: الكربون المهلجن والمواد المحتوية على الكلور والبرومين.^{(17) - (18)}

2- أهم الغازات الدفيئة - غازات الاحتباس الحراري

وفقاً لتقديرات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ارتفعت مستويات الغازات الدفيئة (أو الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري) في الغلاف الجوي، مسجلة مستويات قياسية خلال عام 2021، خاصة ثاني أكسيد الكربون، والميثان وأكسيد النيتروز، والتي تُعد الغازات الدفيئة الرئيسية الثلاثة. وقد حذرت المنظمة من ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون خلال عام 2021 بما يتجاوز متوسط معدل النمو السنوي خلال العقد الماضي، هذا إلى جانب ارتفاع تركيزات الميثان بأعلى وتيرة منذ قرابة 40 سنة، وهو ما أرجعته المنظمة إلى العمليات البيولوجية والأنشطة البشرية.⁽¹⁹⁾

أ- غاز ثاني أكسيد الكربون: يأتي غاز ثاني أكسيد الكربون في المقدمة، إذ يُعد الغاز الرئيسي ضمن غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة البشرية، ولهذا فهو يُعد

الغاز المرجعي الذي تُقاس به كميات الانبعاثات، ويعرف غاز ثاني أكسيد الكربون، بأنه غاز طبيعي يستخدم في عمليات التمثيل الضوئي لإنتاج المواد العضوية، كما ينتج عن بعض الأنشطة البشرية، التي تتضمن حرق الوقود الأحفوري، وتغيرات استخدام الأراضي، وغيرها.⁽²⁰⁾

وهناك بعض المصطلحات المرتبطة بثاني أكسيد الكربون، ومن أبرزها **دورة الكربون**، ويشير هذا المصطلح إلى دوران ذرات الكربون عبر أنظمة الأرض نتيجة لعمليات البناء الضوئي أو التمثيل الضوئي، والتي يتم فيها تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى مركبات عضوية معقدة بواسطة النباتات، وتستهلكها الكائنات الحية الأخرى، وعودة الكربون إلى الغلاف الجوي كثاني أكسيد الكربون نتيجة التنفس، واحتراق الوقود الأحفوري، وغيرها.⁽²¹⁾ ويلاحظ أن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تشير إلى أن هذا المصطلح يُستخدم لوصف تدفق الكربون بأشكال مختلفة، منها: ثاني أكسيد الكربون، عبر الغلاف الجوي والمحيطات والمحيط الحيوي الأرضي والغلاف الصخري.⁽²²⁾

وقد تزايدت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن النشاط البشري، وذلك خلال الفترة بين عام 2011 إلى عام 2020، وبحسب البيانات فقد تراكم حوالي 48% من إجمالي هذه الانبعاثات في الغلاف الجوي، و26% في المحيطات و29% على اليابسة. ويأتي ذلك في ظل تراجع قدرة النظم الإيكولوجية للأرض والمحيطات على امتصاص ثاني أكسيد الكربون.⁽²³⁾

ب- غاز الميثان: يُعد غاز الميثان ثاني أكثر الغازات إسهاماً في تغير المناخ، فقد تزايد تركيزه في الغلاف الجوي بوتيرة مرتفعة، وكان الارتفاع خلال سنتي 2020 و2021، هو الأكبر منذ سنة 1983. وتعود هذه الزيادة لبعض الأنشطة الحيوية، مثل: الأراضي الرطبة، وحقول الأرز.⁽²⁴⁾

ج- أكسيد النيتروز: ينتج هذا الغاز من بعض الأنشطة البشرية كحرق الكتلة الحيوية واستخدام الأسمدة، وغيرها، وهو ما يمثل قرابة 43% من انبعاثات أكسيد النيتروز، بينما تستحوذ انبعاثات أكسيد النيتروز من المصادر الطبيعية على نحو 57% من الإجمالي. وقد تزايدت انبعاثات هذا الغاز خلال سنتي 2020 و2021 لتتخطى متوسط معدل النمو السنوي على مدى السنوات الـ10 الماضية.⁽²⁵⁾

ومن الجدير بالذكر أن البروتوكولات الخاصة بتغير المناخ تستهدف الحد من انبعاثات بعض الأنواع من غازات الاحتباس الحراري، ومن بينها: بروتوكول كيوتو وبروتوكول مونتريال، والذي أدى إلى تراجع انبعاثات بعض من هذه الغازات ذات المنشأ البشري مثل: المركبات الكربونية الفلورية الكلورية والمركبات الكربونية الفلورية الهيدروكلورية.⁽²⁶⁾

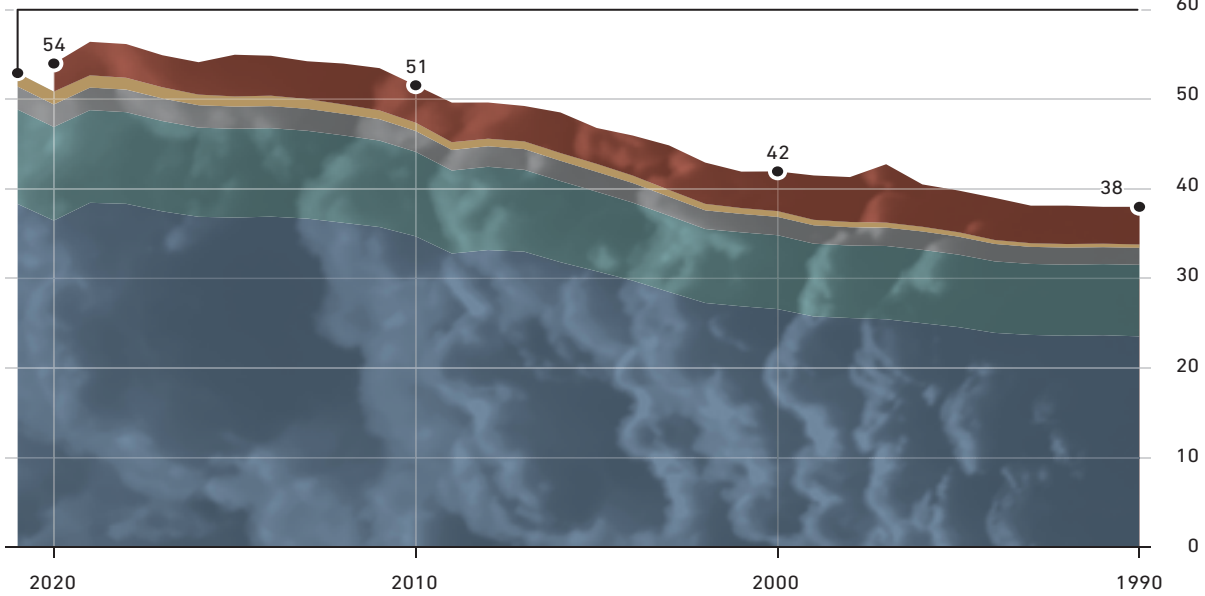
ارتفاع انبعاثات غازات الدفيئة

تقرير جديد للأمم المتحدة وجد أن المجتمع الدولي فشل في الوصول إلى أهداف الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة التي تم التوصل إليها في اتفاق باريس، مع عدم وجود طريق موثوق للحد من الاحترار العالمي إلى 1.5 درجة مئوية

انبعاثات الغازات الدفيئة، 1990 - 2021 (جيجاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون / السنة)

■ ثاني أكسيد الكربون الأحفوري ■ الميثان ■ أكسيد النيتروز ■ الغازات المفلورة ■ ثاني أكسيد الكربون من أنشطة استغلال الأراضي وتغيير استغلالها والأنشطة الغابية

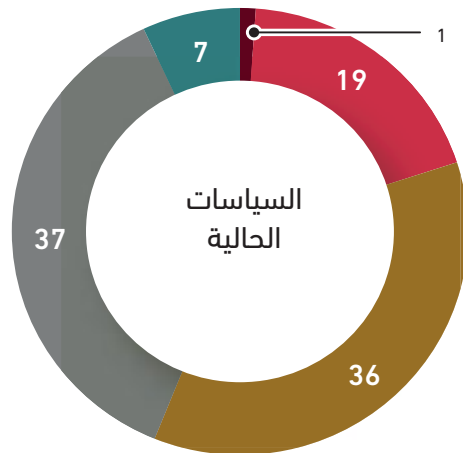
الانبعاثات (باستثناء أنشطة استغلال الأراضي) انتعشت بعد إجراءات الإغلاق بسبب كوفيد-19 في العام 2020، لتصل إلى 52.8 غيغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في العام 2021 مقارنة بـ 52.6 في العام 2019



توقعات الاحترار في القرن الحادي والعشرين (نسبة % الفرص)



4°C > 4.0-3.0°C 3.0-2.5°C 2.5-2.0°C 2.0-1.5°C 1.5°C <



4°C > 4.0-3.0°C 3.0-2.5°C 2.5-2.0°C 2.0-1.5°C 1.5°C <

3- مؤشرات قياس انبعاثات الغازات الدفيئة

أ- **التعريف بانبعثات الغازات الدفيئة:** يمكن تعريف مفهوم انبعثات الغازات الدفيئة وفقاً لما جاء في المادة (1) من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ عام 1992، بأنه عملية إطلاق الغازات الدفيئة أو سلاتفها في الغلاف الجوي على امتداد رقعة محددة وفترة زمنية محددة، أما مفهوم الغازات الدفيئة فهو يعني تلك "العناصر الغازية المكونة للغلاف الجوي، طبيعية وبشرية المصدر معاً، والتي تمتص الأشعة فوق الحمراء وتعيد بث هذه الأشعة".⁽²⁷⁾ وفي ذات السياق أشارت الاتفاقية إلى بعض المصطلحات المتعلقة بالانبعاثات، تتضمن **الخزان، والمصرف والمصدر**، وهو ما يمكن إيضاحه على النحو التالي:

- **الخزان:** يعني عنصراً أو عناصر أي من مكونات نظام المناخ تختزن فيه أو فيها الغازات الدفيئة أو سلائف الغازات الدفيئة.
- **المصرف:** يعني أي عملية أو نشاط أو آلية تزيل الغازات الدفيئة أو الهباء الجوي أو سلائف الغازات الدفيئة من الغلاف الجوي.
- **المصدر:** يعني أي عملية أو نشاط يطلق غازاً من الغازات الدفيئة أو الهباء الجوي أو سلائف الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي.⁽²⁸⁾

ب- تركيزات الغازات الدفيئة

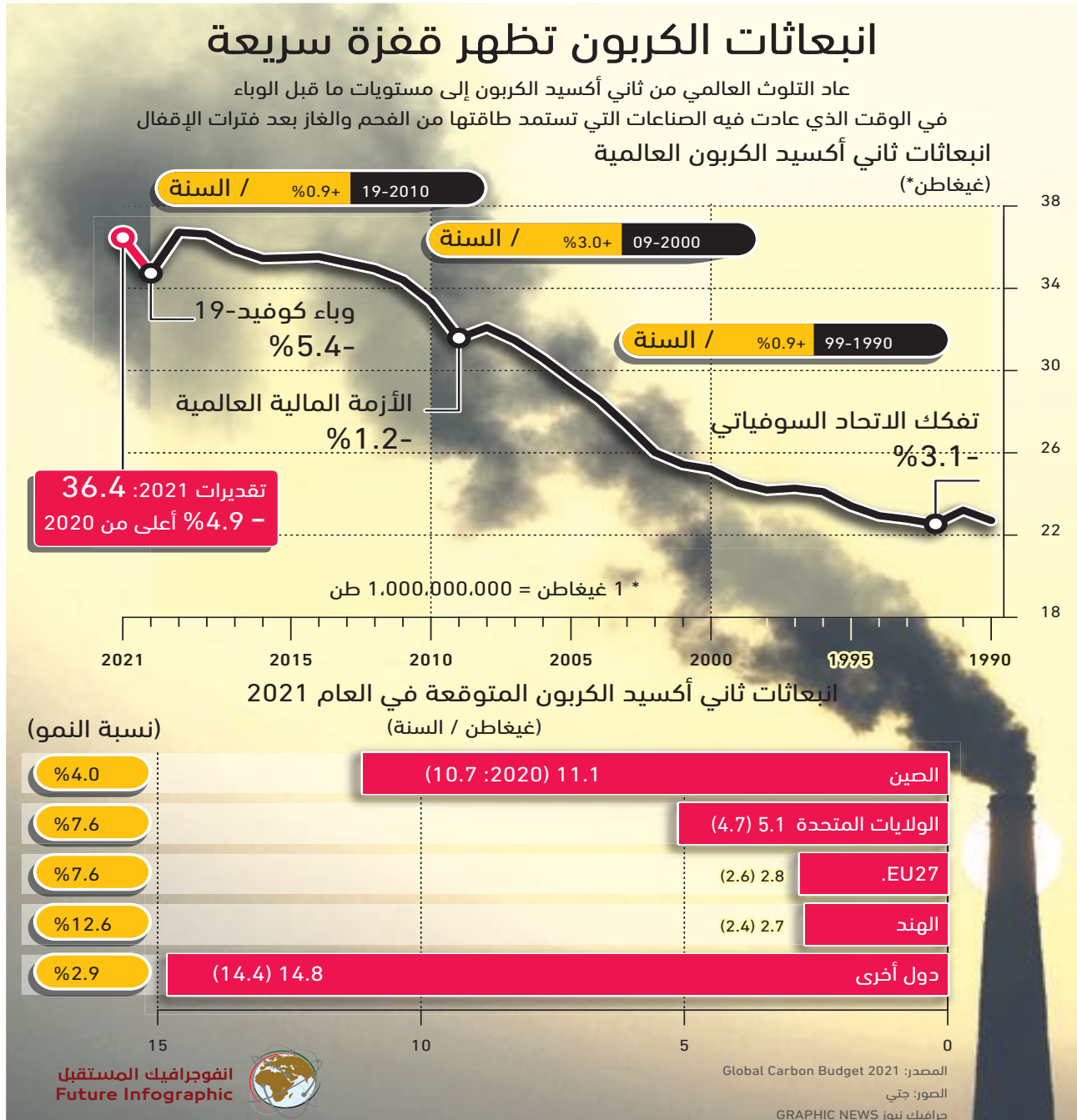
يشير **التركيز الحالي للغازات الدفيئة** في الغلاف الجوي إلى النتيجة الصافية بين انبعثاته الماضية وزولانه من الغلاف الجوي، بفعل العمليات الكيميائية والفيزيائية. وفي بعض الحالات، يتغير معدل الإزالة مع تغير تركيز الغاز أو تغير بعض خصائص الغلاف الجوي كالحرارة. وتظل بعض أنواع الغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان لفترات زمنية طويلة قد تتراوح بين العقد والقرون، ولذا فهي تمتزج جيداً في الغلاف الجوي بسرعة أكبر من سرعة إزالتها.⁽²⁹⁾

ووفقاً للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، فإن **تركيزات الغازات الدفيئة**، تشير إلى ما يتبقى في الغلاف الجوي بعد امتصاص الغازات بواسطة المحيطات والغلاف الحيوي، وغيرها. وبالتالي فإن مصطلح الانبعثات يشير إلى ما يذهب إلى الغلاف الجوي من الغازات الدفيئة، بينما يشير مصطلح التركيزات إلى ما يتبقى في الغلاف الجوي من هذه الغازات.⁽³⁰⁾

وبشكل أكثر تفصيلاً، بلغت تركيزات ثاني أكسيد الكربون خلال عام 2021 نحو 415 جزءاً في المليون، فيما بلغت تركيزات غاز الميثان 1908 أجزاء في المليون، أما أكسيد النيتروز فقد تجاوزت تركيزاته 334 جزءاً في المليون. وتشير هذه البيانات إلى ارتفاع بنسب تصل إلى

149% و 262% و 124% على الترتيب للغازات الثلاثة مقارنة بمستويات ما قبل الصناعة، أي قبل زيادة الأنشطة البشرية والتي تسببت في اختلال التوازن الطبيعي لهذه الغازات، وذلك وفقاً لبيانات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية.⁽³¹⁾

ج- مكافئ ثاني أكسيد الكربون



تُعد انبعاثات **مكافئ ثاني أكسيد الكربون** مؤشراً لكمية انبعاث ثاني أكسيد الكربون التي قد تسبب نفس التأثير الإشعاعي المتكامل أو تغير درجة الحرارة، خلال فترة زمنية معينة. وعادة ما يتم الحصول على انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون بضرب انبعاث الغازات الدفيئة في إمكانات الاحترار العالمي لمدة 100 عام. بالنسبة لمزيج من الغازات الدفيئة، يتم الحصول عليها بجمع انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل غاز. وتُعد انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون هي المقياس الشائع لمقارنة انبعاثات الغازات الدفيئة المختلفة.⁽³²⁾

وبحسب ما أوردته لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا)، فإن مكافئ ثاني أكسيد الكربون هو مقياس يسمح بمقارنة كمية الانبعاثات من غازات الاحتباس الحراري بقدرة هذه الانبعاثات على إحداث احترار عالمي. على سبيل المثال، يبلغ احتمال تسبب الميثان باحترار عالمي 21 على مدار 100 عام، وبالتالي فإن انبعاثات مليون طن متري من الميثان تعادل انبعاثات 21 مليون طن متري من ثاني أكسيد الكربون.⁽³³⁾

د- البصمة الكربونية

تُعرّف البصمة الكربونية بأنها كمية الغازات الدفيئة المنبعثة في الغلاف الجوي من قبل فرد أو منظمة أو عملية أو منتج أو أي حدث من داخل حدود محددة.⁽³⁴⁾ فعلى سبيل المثال، تقيس البصمة الكربونية للفرد تأثيره في البيئة من حيث غازات الاحتباس الحراري التي يكون مسؤولاً عنها، وذلك من خلال العديد من الأنشطة كالتنفس، وقيادة السيارة، واستخدام الكهرباء وغيرها.⁽³⁵⁾

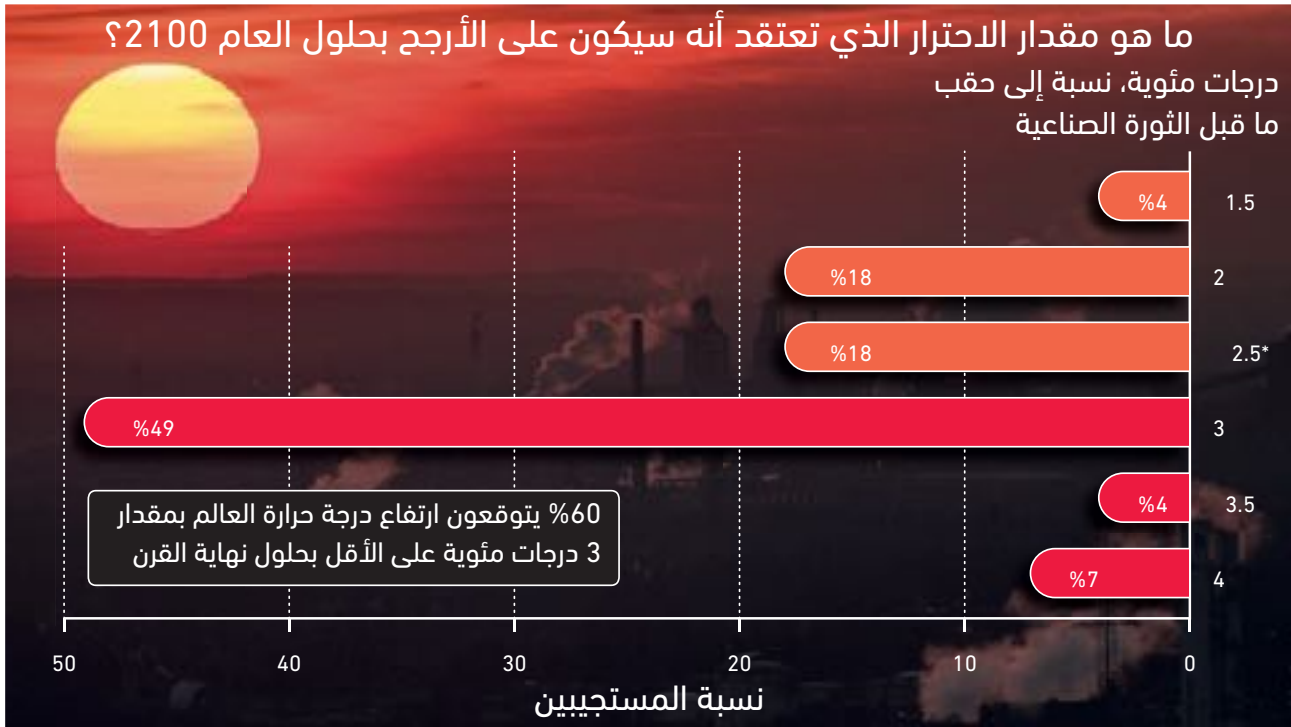
4- الاحترار العالمي كأهم التداعيات الناتجة عن زيادة الانبعاثات

يشير **الاحترار العالمي** إلى الارتفاع التدريجي في حرارة الأرض نتيجة لتأثير الغازات الدفيئة (أو غازات الاحتباس الحراري) التي تسبب تغييراً في المناخ، من خلال ارتفاع حرارة الغلاف الجوي بفعل تراكم ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى.⁽³⁶⁾ وبعبارة أخرى، فإن الاحترار العالمي يعني "الزيادة الملحوظة في متوسط درجة الحرارة بالقرب من سطح الأرض وفي الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي؛ نتيجة لزيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الأنشطة البشرية".⁽³⁷⁾ ويشار إلى الاحترار العالمي أيضاً ب**ظاهرة الاحتباس الحراري**.

وتتسبب ظاهرة الاحتباس الحراري في عدد من التداعيات السلبية، والتي تتضمن ارتفاع مستوى سطح البحر، وتحمض المحيطات وفقدان التنوع البيولوجي، هذا بالإضافة إلى تزايد وتيرة الظروف المناخية المتطرفة، مثل: الجفاف وموجات الحرارة الشديدة، والفيضانات. وتشير بيانات "المنظمة العالمية للأرصاد الجوية" إلى أن السنوات الثماني الماضية كانت

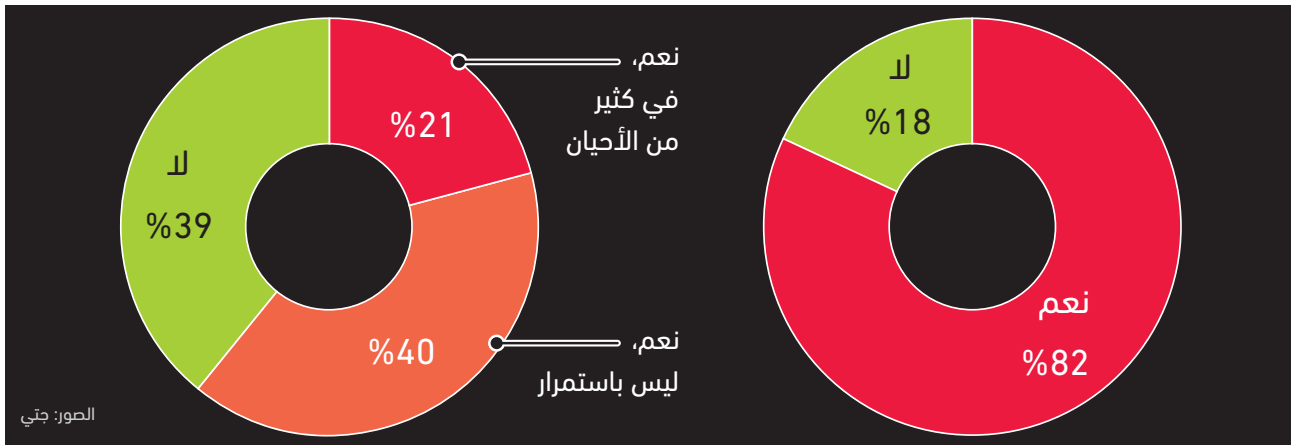
كبار العلماء قلقون بشأن المناخ

ما يقرب من ثلثي المستجيبين لاستطلاع أجرته مجلة "نايتشر" مع كبار علماء المناخ يشككون في أن الدول يمكن أن تكبح ظاهرة الاحتباس الحراري ويتوقعون ارتفاع درجة حرارة العالم بمقدار 3 درجات مئوية على الأقل بحلول نهاية القرن



هل تعاني من القلق أو الحزن
أو الكآبة بسبب المخاوف من تغير المناخ؟

هل تعتقد أنك ستلاحظ الآثار الكارثية
لتغير المناخ في حياتك؟



مسح شارك فيه 233 مؤلفاً لم يُصرّح عن هويتهم عملوا ضمن فريق تقرير IPCC لعلوم المناخ في آب 2021. استطلاع تشرين الأول استجاب له 92 عالمياً - حوالي 40% من المجموع * يشمل استجابتين بين 2.7 و 2.75 درجة مئوية

الأحر على الإطلاق على مستوى العالم، وهو ما يعود إلى الزيادة المستمرة في تركيزات الغازات الدفيئة. وخلال العام الماضي 2022، كان متوسط درجات الحرارة عالمياً أعلى بحوالي 1.15 درجة مئوية من المستويات المسجلة في فترة ما قبل العصر الصناعي (-1850 1900)، ومن المتوقع أن يستمر الاحترار العالمي بسبب المستويات القياسية التي وصلت إلى الغازات الدفيئة أو الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي.⁽³⁸⁾ وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أن "اتفاقية باريس للمناخ" تستهدف الحد من ارتفاع درجة الحرارة إلى 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة.

ثالثاً: التكيف والتخفيف من تغير المناخ

ترتبط مصطلحات التكيف والتخفيف بالاستجابة لتغير المناخ، إما من خلال التكيف مع المناخ الفعلي أو المتوقع في المستقبل، وتقليل المخاطر الناتجة عن الآثار الضارة لتغير المناخ، جنباً إلى جنب مع الاستفادة القصوى من أي فرص مفيدة محتملة مرتبطة بتغير المناخ، أو من خلال التخفيف والحد من تغير المناخ، ارتكازاً على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري. وفي هذا الإطار، يركز هذا القسم على إيضاح مفهومي التكيف والتخفيف وبعض المصطلحات المرتبطة بهما.

1- التكيف مع تغير المناخ

وفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، فإن التكيف في النظم البشرية أو الطبيعية يُقصد به التكيف مع المناخ الفعلي أو المتوقع وآثاره، من أجل التخفيف من الضرر أو استغلال الفرص المفيدة.⁽³⁹⁾ فيما تشير أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إلى التكيف باعتباره التعديلات في النظم البيئية أو الاجتماعية أو الاقتصادية استجابة للمحفزات المناخية الفعلية أو المتوقعة وتأثيراتها. كما تشير إليه أيضاً باعتباره التغيرات في العمليات والممارسات والهياكل لتخفيف الأضرار المحتملة أو الاستفادة من الفرص المرتبطة بتغير المناخ.⁽⁴⁰⁾

وإيضاحاً لما سبق، فإن الإجراءات المرتبطة بالتكيف قد تؤدي من ناحية إلى المساعدة في تقليل الأضرار الناجمة عن تغير المناخ، والتي تتضمن على سبيل المثال ارتفاع مستوى سطح البحر، أو زيادة الظواهر الجوية القاسية كالفيضانات وموجات الحر والجفاف. ومن ناحية أخرى، قد تؤدي إلى المساعدة في الاستفادة من الفرص المرتبطة ببعض التغيرات المناخية، والتي تتضمن على سبيل المثال مواسم النمو الأطول، أو زيادة المحاصيل والغلال في بعض المناطق.⁽⁴¹⁾

وقد أصبحت الحكومات في الوقت الراهن أكثر تركيزاً على تضمين تغير المناخ والإجراءات

الخاصة بالتكيف في خطط التنمية، من خلال التخطيط لموجات الحر الشديد ودرجات الحرارة المرتفعة، والتعامل مع الجفاف والتخطيط له، بالإضافة إلى التعامل بشكل أفضل مع مخاطر الفيضانات، وتحسين عمليات تخزين المياه واستخدامها. هذا إلى جانب حماية السواحل والتعامل مع ارتفاع مستوى سطح البحر، وإدارة الأراضي والغابات على نحو أفضل، وتطوير أصناف جديدة من المحاصيل.⁽⁴²⁾

ويلاحظ أن نجاح عمليات التكيف مع تغير المناخ لا يعتمد على الحكومات فحسب، بل يعتمد أيضاً على المشاركة النشطة والمستمرة من قبل المنظمات الوطنية والإقليمية والمتعددة الأطراف والدولية، بالإضافة إلى القطاعين العام والخاص والمجتمع المدني والجهات الفاعلة الأخرى ذات الصلة. وعليه، تقرر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ واتفاق باريس التابع لها بأن التكيف هو تحدٍ عالمي يواجه الجميع بأبعاد محلية ودون وطنية ووطنية وإقليمية ودولية.⁽⁴³⁾ وقد اتفقت جميع الأطراف في اتفاقية باريس على تعزيز القدرة على التكيف والصمود أمام التغيرات المناخية، هذا إلى جانب دعم المساعي الدولية نحو زيادة التمويل ومساعدة الدول النامية في التكيف مع التغيرات المناخية.⁽⁴⁴⁾

وتشير التقارير الدولية إلى بعض المصطلحات الأخرى المرتبطة بالتكيف، ومنها:

- **خيارات التكيف:** يقصد بها مجموعة الاستراتيجيات والتدابير المتاحة والمناسبة لمعالجة التكيف مع التغير المناخي. وهي تشمل مجموعة واسعة من الإجراءات التي يمكن تصنيفها على أنها هيكلية أو مؤسسية أو بيئية أو سلوكية.⁽⁴⁵⁾

- **تقييم التكيف:** يقصد به تحديد خيارات التكيف مع تغير المناخ وتقييمها من حيث المعايير مثل التوافر والفوائد والتكاليف والفعالية والكفاءة والجدوى، فعلى سبيل المثال قد تتضمن عملية التقييم قيمة الخسائر الاقتصادية التي يمكن تجنبها. أخذاً في الاعتبار وجود صعوبة في تقييم التكيف عبر الدول والمناطق المختلفة.⁽⁴⁶⁾

- **القدرة على التكيف:** تشير إلى قدرة الأنظمة والمؤسسات والأفراد والكيانات الأخرى، على التكيف مع الضرر المحتمل، أو الاستفادة من الفرص، أو الاستجابة للعواقب.⁽⁴⁷⁾

- **فوائد التكيف:** يقصد بها الفوائد المتراكمة والناجمة عن تنفيذ الإجراءات الخاصة بالتكيف، أو تكاليف الضرر التي تم تجنبها.

كذلك، هناك بعض المصطلحات الخاصة بأنواع التكيف، والتي تتضمن:

- **التكيف التحويلي:** هو التكيف الذي يغير السمات الأساسية للنظام الاجتماعي والإيكولوجي تحسباً لتغير المناخ وتأثيراته.⁽⁴⁸⁾

- **التكيف التوقعي أو الاستباقي:** مفهوم يشير إلى التكيف الذي يحدث قبل ملاحظة آثار

تغير المناخ.

- **التكيف الذاتي أو التلقائي:** هو التكيف الذي لا يأتي كاستجابة واعية للتغير المناخي، ولكنه يعتمد على التغيرات البيئية في النظم الطبيعية وتغيرات السوق أو الرفاهية في النظم البشرية.
- **التكيف المخطط:** هو التكيف الناتج عن قرار متعمد، استناداً إلى الوعي بأن الظروف قد تغيرت أو على وشك التغير، وأن هذا الإجراء مطلوب للعودة إلى الحالة المرغوبة أو الحفاظ عليها أو تحقيقها.
- **التكيف الخاص:** يشير إلى التكيف الذي يبدأ وينفذ من قبل الأفراد أو الأسر أو الشركات الخاصة.
- **التكيف العام:** يشير إلى التكيف الذي تبدأه الحكومات وتنفيذه على جميع المستويات. عادة ما يتم توجيه التكيف العام نحو الاحتياجات الجماعية.
- **التكيف التفاعلي:** يشير إلى التكيف الذي يحدث بعد ملاحظة تأثيرات تغير المناخ.⁽⁴⁹⁾

وفي ذات السياق، تجدر الإشارة إلى بعض المصطلحات المرتبطة بالإجراءات الخاصة بالتكيف، ومن أبرزها:

- **الزراعة الذكية مناخياً:** وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (الفاو) يشير مصطلح الزراعة الذكية مناخياً إلى "النهج الذي يساعد على اتخاذ الإجراءات اللازمة لتحويل وإعادة توجيه النظم الزراعية لدعم التنمية بصورة فعالة وضمان الأمن الغذائي في وجود مناخ متغير. وتهدف الزراعة الذكية مناخياً إلى إحداث زيادة مستدامة في الإنتاجية الزراعية، بالإضافة إلى التكيف مع تغير المناخ، وخفض أو إزالة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري".⁽⁵⁰⁾

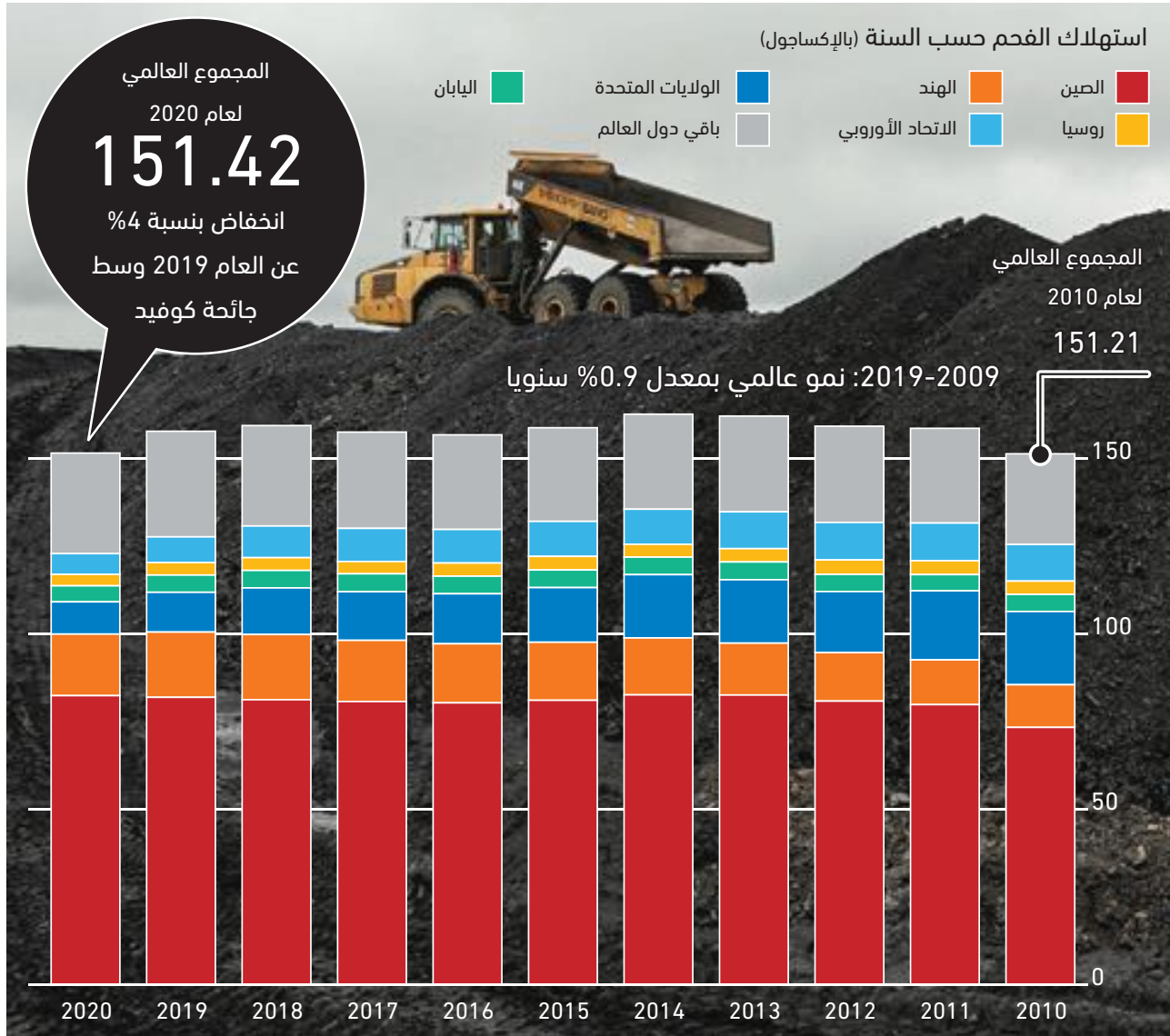
- **البنية التحتية المقاومة للتغير المناخي:** يشير هذا المصطلح إلى البنية التحتية باعتبارها مخططة ومصممة، وتم بناؤها وتشغيلها بطريقة تستبق وتتأهب وتتكيف مع الظروف المناخية المتغيرة. كما يمكنها الصمود، بل وأيضاً الاستجابة والتعافي بسرعة من الاضطرابات التي تسببها هذه الظروف المناخية، وذلك وفقاً لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.⁽⁵¹⁾

2- التخفيف من تغير المناخ

وفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، يُقصد **بالتخفيف** من تغير المناخ، "التدخلات البشرية التي تستهدف تقليل الانبعاثات أو تحسين مصارف الغازات الدفيئة".

اتفاق COP26 يهدف إلى التخلص التدريجي من طاقة الفحم

عشرات الدول تُقبل على الالتزام بالتخلص التدريجي من استخدامها للفحم - الوقود الأحفوري الأكثر تلويثاً - ضمن تعهدات تم تقديمها خلال قمة الأمم المتحدة لتغير المناخ COP26، حسب ما تقول الحكومة البريطانية



- تعهدات قمة الأمم المتحدة لتغير المناخ COP26: وافقت أكثر من 40 دولة ذات الاقتصادات الكبرى على التخلص التدريجي من طاقة الفحم خلال ثلاثينيات هذا القرن، وخلال الأربعينيات للدول الفقيرة. كبار مستخدمي الفحم مثل بولندا وفيتنام وقعت على تعهدات، لكن الصين والهند والولايات المتحدة لم توقع
- تعهدات قمة الأمم المتحدة لتغير المناخ COP27: أكدت قمة كوب 27 على ما سبق الاتفاق عليه في قمة كوب 26 فيما يتعلق بضرورة التخلص التدريجي من طاقة الفحم

انفوجرافيك المستقبل
Future Infographic



المصدر: BBC, BP Statistical Review of World Energy
الموعد: جني - جرافيك نيوز GRAPHIC NEWS

وتشير الهيئة إلى تدابير أو إجراءات التخفيف، باعتبارها "تقنيات أو عمليات أو ممارسات تسهم في التخفيف، ومنها على سبيل المثال تقنيات الطاقة المتجددة، وعمليات تقليل النفايات".⁽⁵²⁾ وبحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة يشير التخفيف من آثار تغير المناخ إلى الجهود المبذولة لتقليل أو منع انبعاثات الغازات الدفيئة. ومن ثم فإن التخفيف قد يتضمن استخدام تقنيات الطاقة المتجددة، أو جعل المعدات القديمة أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.⁽⁵³⁾

أما أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، فتؤكد في تعريفها لمصطلح التخفيف على وجود علاقة مباشرة بين متوسط درجات الحرارة العالمية وتركيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، معتبرة أن حل مشكلة تغير المناخ تكمن في تقليل كمية الانبعاثات في الغلاف الجوي، وفي تقليل التركيز الحالي لغاز ثاني أكسيد الكربون، ومن ثم يُشار إلى الجهود المبذولة للحد من الانبعاثات وتعزيز المصارف التي تمتص الغازات الدفيئة باسم التخفيف.⁽⁵⁴⁾

وبموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وبموجب بروتوكول كيوتو أيضاً، وضعت الدول المتقدمة سقوفاً لانبعاثاتها على مستوى الاقتصاد،⁽⁵⁵⁾ ووافقت الدول النامية على تنفيذ إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً (Nationally Appropriate Mitigation Actions)، وهو مفهوم يشير إلى أي إجراء يُسهم في تقليل الانبعاثات في الدول النامية.⁽⁵⁶⁾

وتأسيساً على ما تقدم، يُمكن القول إن التخفيف يقلل من جميع التأثيرات (الإيجابية والسلبية) لتغير المناخ، وبالتالي يقلل من تحدي التكيف، في حين أن التكيف يؤدي إلى الاستفادة من التأثيرات الإيجابية وتقليل التأثيرات السلبية. كذلك، فإن إجراءات التخفيف المنفذة حالياً قد تظهر فوائدها ونتائجها الإيجابية على مدى عقود؛ بسبب طول فترة بقاء الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي. في حين أن العديد من تدابير التكيف تكون فعالة على الفور، وتعود بالنفع عن طريق الحد من التعرض لتقلب المناخ، وتقليل الأضرار.⁽⁵⁷⁾

وفي ضوء الارتباط بين التخفيف والإجراءات الخاصة بخفض الانبعاثات، تجدر الإشارة إلى عدد من المصطلحات المرتبطة بخفض الانبعاثات، وإزالة الانبعاثات اعتماداً على آليات عدة، وهو ما يُمكن إيضاحه على النحو التالي:

- إزالة الانبعاثات البشرية المنشأ: وفقاً للبنك الدولي يُمكن تعريف مفهوم إزالة الانبعاثات البشرية المنشأ باعتباره إزالة انبعاثات الغازات الدفيئة من الغلاف الجوي من خلال الحلول التكنولوجية، ومنها على سبيل المثال الاحتجاز المباشر لثاني أكسيد الكربون وتخزينه، أو من خلال الحلول الطبيعية، ومن بينها: استصلاح الأراضي وتحسين إدارة الغابات.⁽⁵⁸⁾

• **الانبعاثات السلبية:** تشير الانبعاثات السلبية إلى إزالة الغازات الدفيئة من الغلاف الجوي عن طريق الأنشطة البشرية المتعمدة، وذلك بالإضافة إلى الإزالة التي قد تحدث عبر عمليات دورة الكربون الطبيعية. ويتحقق صافي الانبعاثات السلبية عندما تتم إزالة الغازات الدفيئة من الغلاف الجوي، كنتيجة للأنشطة البشرية، بشكل أكبر من انبعاثاتها.⁽⁵⁹⁾

ومع التأكيد أن الانبعاثات السلبية ليست بديلاً عن خفض الانبعاثات، أشار تحليل نشرته مؤسسة ماكينزي في إبريل 2022 إلى أهمية الانبعاثات السلبية في تحقيق مستهدف اتفاقية باريس بشأن الحد من ارتفاع درجات الحرارة عالمياً، لاسيما وأن الإجراءات الخاصة بخفض الانبعاثات لا يتم تنفيذها بالسرعة الكافية، وبالتالي سوف يستغرق الأمر بعض الوقت قبل الانتقال إلى اقتصاد خالٍ من الانبعاثات أو شبه معدوم الانبعاثات.⁽⁶⁰⁾

وتتمثل أهم الحلول أو التقنيات الخاصة بالانبعاثات السلبية في **التقاط الهواء المباشر وتخزينه**، وتعتمد هذه الآلية على التقاط غاز ثاني أكسيد الكربون مباشرة من الهواء الجوي، وتخزينه بشكل آمن في أعماق الأرض، وهي إحدى التقنيات التي يمكن انتشارها على نطاق واسع.⁽⁶¹⁾ أما تقنية **الطاقة الحيوية الناتجة عن احتجاز الكربون وتخزينه**، فهي إحدى التقنيات المهمة؛ وذلك بالنظر إلى كونها ليست وسيلة لإزالة غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي فحسب، بل هي أيضاً مصدر نظيف للوقود، وتعتمد هذه التقنية على احتجاز أو التقاط الكربون، مع توليد الطاقة، والتي يُمكن استخدامها بدلاً من الوقود الأحفوري. وتشير تقديرات الوكالة الدولية للطاقة إلى أنه يتم حالياً التقاط حوالي 2 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً، ويُمكن أن تصل إلى مستويات تبلغ حوالي 40 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً بحلول عام 2030.⁽⁶²⁾

• **فجوة الانبعاثات:** تُعرّف فجوة الانبعاثات على أنها الفرق بين إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية المقدرة الناتجة عن التنفيذ الكامل للمساهمات المحددة وطنياً، - التي سيتم التطرق لها تفصيلاً لاحقاً، وهي تشير إلى خطط عمل مناخية وطنية تتضمن مستهدفات للحد من الانبعاثات - وإجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية من المسارات الأقل تكلفة المتوافقة مع اتفاقية باريس، وتتمثل في الحد من زيادة متوسط درجة الحرارة العالمية إلى أقل من 2 درجة مئوية، ومتابعة الجهود للحد من ذلك إلى 1.5 درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل العصر الصناعي. وبعبارة أخرى، تشير فجوة الانبعاثات إلى الفجوة بين تخفيضات الانبعاثات الموعودة والمطلوبة (أي الفرق بين

المستويات التي تتعهد الدول بتحقيقها وفقاً لخططها المناخية، وبين مستويات خفض المطلوبة لتقليل الانبعاثات).⁽⁶³⁾

ومن الجدير بالذكر أن برنامج الأمم المتحدة للبيئة، يصدر سلسلة من التقارير التي تهدف لتقدير فجوة الانبعاثات، وتقديم نظرة عامة على الاختلاف بين النسبة المتوقعة لانبعاثات الغازات الدفيئة (أو غازات الاحتباس الحراري) بحلول عام 2030 والنسبة التي يجب أن تصل إليها دول العالم؛ لتجنب أسوأ آثار تغير المناخ.⁽⁶⁴⁾

رابعاً: المفاهيم المرتبطة بمواجهة التغير المناخي والحد من الانبعاثات

في ضوء التداعيات والمخاطر الناجمة عن التغيرات المناخية، وإزاء المساعي العالمية نحو التعامل مع هذه القضية على النحو الملئم لمنع تفاقم آثارها السلبية، بدأت العديد من الدول حول العالم في تبني خطط عمل مناخية تركز على سياسات وتشريعات تستهدف خفض انبعاثات الغازات الدفيئة، كما أعلنت بعض الدول عن مستهدفات تتعلق بالوصول إلى الحياد الكربوني أو الحياد المناخي. وعليه، يتناول هذا القسم عدداً من المصطلحات المتعلقة بالعمل المناخي والخطط والاستراتيجيات التي تتبناها الدول لمواجهة التغيرات المناخية، بالإضافة إلى إيضاح بعض المصطلحات الخاصة بخفض الانبعاثات كالحياد الكربوني وصافي الانبعاثات، فضلاً عن أهم الآليات التي تتبعها الدول في ذات الشأن.

1- استراتيجيات مواجهة التغير المناخي

أ- خطة العمل المناخي: هي إطار عمل مفصل واستراتيجي لقياس وتخطيط وخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والآثار المناخية ذات الصلة. وتتضمن خطط العمل المعنية بتغير المناخ، تحليلاً للانبعاثات الحالية، ومستهدفات خفض الانبعاثات، والإجراءات اللازمة في هذا الصدد. كما تتضمن تلك الخطط أيضاً استراتيجية تنفيذ تحدد الموارد المطلوبة وآليات التمويل.⁽⁶⁵⁾

ب- خطة التكيف الوطنية: يرتبط هذا المصطلح بإطار كانكون للتكيف، وهو يمكّن الأطراف من صياغة وتنفيذ خطط التكيف الوطنية كوسيلة لتحديد احتياجات التكيف المتوسطة والطويلة الأجل، ووضع وتنفيذ استراتيجيات وبرامج لتلبية تلك الاحتياجات.⁽⁶⁶⁾

ج- المساهمات المحددة وطنياً: يرتبط هذا المصطلح باتفاقية باريس، فكل طرف في الاتفاقية ملزم بوضع مساهمة محددة وطنياً ويقوم بتحديثها كل خمس سنوات. وفي هذا الإطار، تشير المساهمات المحددة وطنياً إلى خطط العمل المناخية التي تضعها الدول على المستوى الوطني، وتتضمن مستهدفات معينة محددة التاريخ تتعلق بعمليات خفض الانبعاثات من

الغازات الدفيئة، مع توضيح كيفية الوصول إلى هذه المستهدفات، ووضع آليات لرصد ومتابعة التقدم المحرز في تنفيذ هذه الخطط، وضمان المضي قدماً في المسار الصحيح⁽⁶⁷⁾. وتجدر الإشارة إلى أن بعض الخطط يتم فيها تحديد التاريخ الذي ستصل فيه الانبعاثات في دولة معينة إلى الذروة، ولكنها لا تتضمن أهدافاً محددة لخفض الانبعاثات.⁽⁶⁸⁾

ويقدم البنك الدولي دعماً للعديد من الدول بهدف تسهيل تنفيذ المساهمات المحددة وطنياً، من خلال مرفق دعم المساهمات المحددة وطنياً، وهو صندوق استئماني متعدد المانحين،⁽⁶⁹⁾ وقد قام المرفق بتمويل العديد من المشروعات، ووضع أطر تمكينية لمساعدة الحكومات على تحقيق المساهمات المحددة وطنياً، هذا بالإضافة إلى تقديم الدعم للدول في عمليات تقييم تكاليف الأنشطة المرتبطة بالمساهمات المحددة وطنياً وإيجاد طرق لتمويلها.⁽⁷⁰⁾

وعلى الرغم من سعي العديد من الدول لتسريع عمليات خفض الانبعاثات قبل عام 2030، وتعهدها بذلك خلال مؤتمرات الأمم المتحدة المعنية بتغير المناخ، والتي عُقدت خلال السنوات الأخيرة؛ بهدف الحفاظ على متوسط ارتفاع درجة الحرارة العالمية دون 1.5 درجة مئوية، إلا أن هذه الجهود ليست كافية بعد لتحقيق هذا المستهدف.⁽⁷¹⁾

2- تمويل إجراءات مواجهة تغير المناخ

في سياق متصل بالعمل المناخي، تجدر الإشارة إلى أهم المصطلحات المتعلقة بتمويل الإجراءات الخاصة بمواجهة تغير المناخ، ومنها:

أ- تمويل المناخ: يمكن تعريف مصطلح تمويل المناخ باعتباره الموارد المالية المخصصة للتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته على الصعيد العالمي، بهدف الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، والحد من قابلية التأثر، والحفاظ على مرونة الأنظمة البيئية وزيادتها.⁽⁷²⁾

ب- السندات الخضراء: لا تختلف السندات الخضراء عن السندات التقليدية في معظم الخصائص، ولكنها تتمتع بخاصية مميزة لها، وتتمثل في استثمار العائد الخاص بهذه السندات في مشروعات تولّد منافع بيئية. وتسهم السندات الخضراء في تعبئة الموارد من أسواق رأس المال المحلية والدولية للتكيف مع تغير المناخ، وتعزيز المشروعات الخاصة بمصادر الطاقة المتجددة وغيرها من المشروعات الصديقة للبيئة.⁽⁷³⁾

ج- تمويل المناخ القائم على النتائج: يشير إلى تقديم التمويل من خلال مدفوعات مرتبطة بتحقيق نتائج معينة محددة مسبقاً، وعادة ما تتعلق بتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ويعمل هذا النظام على تحفيز العمل المناخي، وتسريع الاستثمارات في التخفيف

من آثار تغير المناخ، مثل: تعزيز الوصول إلى الطاقة النظيفة، أو جعل العمليات الصناعية أكثر كفاءة في استخدام الطاقة. كما يزيد من احتمالات نجاح المشروعات لأنه مرتبط بالنتائج. كذلك، يدعم هذا النظام مستهدفات اتفاقية باريس من خلال العمل على خفض الانبعاثات مع إمكانية احتساب الخفض ضمن التزامات المساهمات المحددة وطنياً للدولة التي تم تحقيق خفض في انبعاثات الغازات الدفيئة بها.⁽⁷⁴⁾

3- خفض الانبعاثات من الغازات الدفيئة

تشير مفاهيم الحياد الكربوني والحياد المناخي وصافي الانبعاثات الصفرية بشكل عام إلى خفض الانبعاثات من الغازات الدفيئة (أو غازات الاحتباس الحراري) من خلال تعزيز العمل المناخي، أخذاً في الاعتبار وجود تقارب بين التعريفات الخاصة بالمصطلحات الثلاثة، وهو ما يمكن إيضاحه على النحو التالي:

أ- الحياد المناخي

يُقصد بمفهوم **الحياد المناخي** وفقاً للأمم المتحدة العيش بطريقة لا ينتج عنها صافي انبعاثات الغازات الدفيئة.⁽⁷⁵⁾ وبحسب أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وهي كيان تابع للأمم المتحدة، فإن الحياد المناخي يشير إلى فكرة تحقيق صافي انبعاثات صفرية من الغازات الدفيئة، من خلال موازنة تلك الانبعاثات -التي يتم إطلاقها - بحيث تكون متساوية (أو أقل) من تلك الانبعاثات التي يتم إزالتها طبيعياً.⁽⁷⁶⁾

ب- الحياد الكربوني

وفقاً لما أورده المنتدى الاقتصادي العالمي، يركز هذا المفهوم على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون دون الغازات الدفيئة الأخرى.⁽⁷⁷⁾ يعني تحقيق توازن بين انبعاث الكربون وامتصاص الكربون من الغلاف الجوي من خلال مصارف الكربون المختلفة. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى توضيح مفهوم مصرف الكربون (أو بالوعة الكربون)، وهو أي نظام يمتص الكربون أكثر مما ينبعث منه، وتتضمن مصارف الكربون الطبيعية الرئيسية: التربة والغابات والمحيطات. وتشير التقديرات إلى أن المصارف الطبيعية تقوم بإزالة ما بين 9.5 و11 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون بشكل سنوي. ومن الجدير بالذكر أنه لا توجد مصارف صناعية للكربون لديها القدرة على إزالته من الغلاف الجوي على النطاق اللازم لمكافحة ظاهرة الاحتباس الحراري.⁽⁷⁸⁾

وتلتزم العديد من الدول بالوصول إلى الحياد الكربوني بحلول منتصف القرن الحالي باعتباره أمراً ضرورياً، وهو ما يأتي في إطار المستهدفات العالمية الخاصة باتفاقية باريس، والتي تتضمن الحد من الاحترار العالمي إلى 1.5 درجة مئوية. وتأتي الدول الأوروبية على

رأس الدول التي شرعت في اتخاذ خطوات بشأن الحياد الكربوني، ففي ديسمبر 2019، قدمت المفوضية الأوروبية الصفقة الأوروبية الخضراء، باعتبارها الخطة الرئيسية التي تهدف إلى جعل أوروبا محايدة مناخياً بحلول عام 2050، ولتصبح أول قارة تزيل أكبر قدر ممكن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تنتجها بحلول العام نفسه. وأصبح هذا الهدف ملزماً قانوناً بعدما اعتمد البرلمان الأوروبي والمجلس الأوروبي قانون المناخ في عام 2021.⁽⁷⁹⁾

ج- صافي الانبعاثات الصفري (Net Zero)

يشير **صافي الانبعاثات الصفري** إلى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة (أو غازات الاحتباس الحراري) إلى مستوى أقرب للصفر، مع إعادة امتصاص أي انبعاثات متبقية من الغلاف الجوي، عن طريق المحيطات والغابات وغيرها. وتشير تقديرات الأمم المتحدة إلى أن تحقيق مستهدفات اتفاقية باريس بشأن الحد من ارتفاع درجات الحرارة عالمياً إلى 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة، يتطلب خفض الانبعاثات بنسبة تبلغ نحو 45%، وذلك بحلول عام 2030، فضلاً عن تحقيق صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050.⁽⁸⁰⁾

ووفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، فإن **صافي الانبعاثات الصفري** يتحقق عندما تتم موازنة انبعاثات الغازات الدفيئة البشرية المنشأ في الغلاف الجوي بعمليات الإزالة البشرية المنشأ خلال فترة محددة. فيما تتحقق **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصفرية الصافية** عندما تتم موازنة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ عالمياً عن طريق عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ خلال فترة محددة.⁽⁸¹⁾ وبحسب المنتدى الاقتصادي العالمي، يُعد الوصول إلى **صافي الصفر** على نطاق عالمي جزءاً أساسياً من الجهود المبذولة لمنع الاحترار العالمي من تجاوز المستهدف البالغ 1.5 درجة مئوية.⁽⁸²⁾

وفي ضوء ما سبق، يمكن القول إن **الوصول بالانبعاثات إلى مستوى الصفر**، يتحقق عندما يتم خفض انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن الأنشطة البشرية إلى أدنى حد ممكن، جنباً إلى جنب مع التعويض عن أي انبعاثات متبقية من خلال إزالة الانبعاثات البشرية المنشأ، حتى لا تنطلق هذه الانبعاثات في الغلاف الجوي للأرض.⁽⁸³⁾

ومن الجدير بالذكر أن هناك 8 دول قد وصلت بالفعل إلى صافي انبعاثات صفرية، أخذاً في الاعتبار أن معظم هذه الدول هي دول صغيرة، ذات قطاع صناعي محدود، كما أنها تعطي الأولوية للإجراءات والسياسات الخاصة بالحماية البيئية، ويُعد بعضها من أكثر الدول الغنية بالغابات، وهذه الدول هي: بوتان، جزر القمر، الغابون، غيانا، مدغشقر، سورينام، بنما، ونيويوي.⁽⁸⁴⁾

من ناحية أخرى، تشير نتائج تقرير فجوة الانبعاثات لعام 2022، الصادر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى أن حوالي نصف الانبعاثات العالمية من الغازات الدفيئة عام 2020 قد صدرت عن الاتحاد الأوروبي، و 6 دول هي: الصين والولايات المتحدة الأمريكية والهند وإندونيسيا والاتحاد الروسي والبرازيل. فيما تعد دول مجموعة الـ 20 مسؤولة عن حوالي 75% من الانبعاثات العالمية خلال العام نفسه.⁽⁸⁵⁾

وتجدر الإشارة في هذا الإطار إلى إطلاق عدد من الحملات التي تستهدف خفض الانبعاثات والوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرية على المستوى العالمي، ومن أبرزها حملة (Race to Zero) هي حملة عالمية مدعومة من الأمم المتحدة، وتحشد عدداً من الجهات الفاعلة غير الحكومية - بما في ذلك الشركات والمؤسسات المالية والتعليمية، لاتخاذ إجراءات صارمة وفورية لخفض الانبعاثات العالمية إلى النصف بحلول عام 2030.⁽⁸⁶⁾

4- آليات الحد من الانبعاثات

أ- تسعير الكربون وأهم الأدوات المرتبطة به: بشكل عام، ينظر الاقتصاديون إلى تغير المناخ باعتباره حالة من حالات فشل السوق؛ نظراً لأنه يفرض تكاليف ومخاطر على الأجيال القادمة، كما أن الآثار السلبية لانبعاثات الغازات الدفيئة لا يتم احتسابها عند توليد النشاط الاقتصادي، أي أنها لا تنعكس في أسعار السلع والخدمات، ولا توجد مساءلة عن الآثار السلبية لإضافة الغازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي. وعليه، فإن تحديد سعر لانبعاثات الغازات الدفيئة يؤدي بشكل فعال إلى استيعاب تكلفة تغير المناخ.⁽⁸⁷⁾

وفي ضوء ما تقدم، يُنظر إلى تسعير الكربون باعتباره عنصراً لا يتجزأ من هيكل السياسات الخاصة بالمناخ، ويمكن اعتماده محلياً جنباً إلى جنب مع السياسات الأخرى التي تدعم التوجهات الدولية نحو خفض الانبعاثات، مثل إلغاء دعم الوقود الأحفوري، وتعزيز استثمارات القطاع الخاص في الطاقة المتجددة.⁽⁸⁸⁾

وترتكز عملية تسعير الكربون على عدد من الأدوات، التي من خلالها تُسهم عمليات تسعير الكربون إما في تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة أو في إجبار الجهات المسؤولة عن الانبعاثات على الدفع لمواصلة أنشطتها. وبالتالي، فإن تسعير الكربون يخلق حوافز اقتصادية للتخفيف من تغير المناخ،⁽⁸⁹⁾ وتتضمن هذه الأدوات ما يلي:

- **ضرائب الكربون:** تفرض بعض الدول والسلطات القضائية ضرائب على السلع والعمليات التي تنتج انبعاثات الغازات الدفيئة، علماً بأن بعض هذه الضرائب عبارة عن ضرائب عامة تُطبق على جميع السلع أو الأنشطة، مثل ضرائب القيمة المضافة أو ضرائب الشركات، بينما يُطبق البعض الآخر تحديداً على السلع كثيفة الكربون، مثل ضرائب الإنتاج على الوقود الأحفوري. وقد يكون لمثل هذه الضرائب - ولاسيما تلك

التي تستهدف على وجه التحديد السلع أو العمليات كثيفة الكربون - تأثير في تحفيز تخفيض الانبعاثات. وتوفر ضرائب الكربون حافزاً مالياً لدافعي الضرائب لخفض انبعاثاتهم من أجل تقليل الدفوعات الضريبية، سواءً من خلال التحول إلى ممارسات أكثر كفاءة، أو اختيار أنواع وقود أنظف، أو تغيير عادات أسلوب حياتهم في حالة المستهلكين.⁽⁹⁰⁾

• **نظام تداول الانبعاثات:** يحدد نظام تداول الانبعاثات مخصصات إجمالي كمية انبعاثات الكربون التي يتم إطلاقها كل عام، مما يؤدي إلى إنشاء نظام قائم على السوق يمكن من خلاله تداول تلك المخصصات من القطاعات الأقل كثافة للكربون إلى القطاعات الأكثر كثافة للكربون⁽⁹¹⁾. وبالتالي، يضع هذا النظام حداً لانبعاثات الغازات الدفيئة من خلال تقسيمها إلى مخصصات انبعاث (أو تصاريح)، ويتم تحديد سعر الانبعاثات من خلال خصم وتداول تلك المخصصات أو التصاريح بين الشركات.⁽⁹²⁾

ووفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، تُعرف تجارة أو تداول الانبعاثات بأنها أداة قائمة على السوق تهدف إلى تحقيق هدف التخفيف بطريقة فعالة، حيث يتم تقسيم الحد الأقصى لانبعاثات الغازات الدفيئة إلى تصاريح انبعاثات قابلة للتداول، ويتعين على الكيانات تسليم تصاريح انبعاثات مساوية لكمية انبعاثاتها، وبالتالي يتم تداول هذه التصاريح، إذ تقوم بعض الكيانات ببيع التصاريح الفائضة لديها إلى كيانات أخرى.⁽⁹³⁾ ويشتمل نظام تداول الانبعاثات على عدد من الأنظمة الفرعية، على النحو التالي:

- **نظام السقوف والمبادلات أو الحد الأقصى والمتاجرة (Cap - and -Trade):** يعتمد هذا النظام على تحديد حد أقصى أو حد مطلق للانبعاثات داخل نظام تداول الانبعاثات، ويتم توزيع مخصصات الانبعاثات، عادة مجاناً أو من خلال المزادات، لمقدار الانبعاثات المكافئ للسقف.⁽⁹⁴⁾

- **أنظمة خط الأساس والائتمان:** يتم في هذه الأنظمة تحديد مستويات خط الأساس للانبعاثات للكيانات الخاضعة للتنظيم الفردي ويتم إصدار الاعتمادات للكيانات التي خفضت انبعاثاتها إلى ما دون هذا المستوى، مع إمكانية بيع هذه الاعتمادات إلى كيانات أخرى تتجاوز مستويات الانبعاث الأساسية الخاصة بها.⁽⁹⁵⁾

ويُلاحظ أن ضرائب الكربون تُطبق عادة على المستوى الوطني، ويمكن أن تستهدف سلعاً أو قطاعات محددة. أما أنظمة تداول الانبعاثات فهي تُطبق على المستويات الإقليمية، والوطنية، ودون الوطنية.⁽⁹⁶⁾ ويُعد نظام تداول الانبعاثات (European Union Emissions Trading System) (ETS) في الاتحاد الأوروبي مثالاً على نظام تداول الانبعاثات على المستوى الإقليمي، وحجر الزاوية في سياسة الاتحاد الأوروبي لمكافحة تغير المناخ وأداته الرئيسية

للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، كما يُعد أول سوق كربون رئيسي في العالم ولا يزال أكبر سوق.⁽⁹⁷⁾

ويمكن أيضاً تسعير انبعاثات الغازات الدفيئة بشكل غير مباشر من خلال أدوات السياسة الأخرى مثل إلغاء دعم الوقود الأحفوري وضرائب الطاقة. ولا تتم حالياً تغطية مبادرات تسعير الكربون غير المباشر في سلسلة حالة واتجاهات تسعير الكربون.⁽⁹⁸⁾

ومن الجدير بالذكر أن سياسات تسعير الكربون يمكن أن تساعد الدول على تحقيق الأهداف المناخية المنصوص عليها في المساهمات المحددة وطنياً، كما يُمكن أن تُسهم في تعبئة الإيرادات المحلية من خلال ضرائب الكربون على سبيل المثال، فضلاً عن تمويل الاستثمارات في التقنيات منخفضة الكربون. كذلك، فإن أدوات تسعير الكربون يُمكن أن تُسهم في دعم عمليات التحول نحو الطاقة النظيفة والمتجددة، والانتشار الواسع للتقنيات المتقدمة منخفضة الكربون، وتحفيز عمليات إزالة الكربون.⁽⁹⁹⁾ وتجدر الإشارة إلى أنه وعلى الرغم من كون تسعير الكربون يُعد ضرورياً للانتقال الفعال نحو إزالة انبعاثات الكربون، إلا أن تسعير الكربون وحده لا يمكن أن يحل التداعيات الناجمة عن تغير المناخ.⁽¹⁰⁰⁾

ومع أن البيانات تشير إلى زيادة أعداد المبادرات الخاصة بتسعير الكربون والأدوات المستخدمة من جانب الدول في ذات الشأن، إلا أنه لا يزال من الصعب تحقيق المستهدفات الخاصة باتفاقية باريس. وفي هذا الإطار، تشير بيانات البنك الدولي إلى أنه يتم تنفيذ 70 مبادرة في مجال تسعير الكربون، وتغطي هذه المبادرات 11.86 جيجا طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، بما يمثل 23.17% من انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية، وذلك خلال عام 2022.⁽¹⁰¹⁾ وقد أوضح تقرير حالة واتجاهات تسعير الكربون الصادر عن البنك الدولي في مايو 2022 أن إيرادات تسعير الكربون العالمية قد شهدت ارتفاعاً لتصل إلى 84 مليار دولار خلال عام 2021، بنسبة ارتفاع تبلغ حوالي 60% مقارنة بعام 2020. وأشار التقرير إلى أنه وعلى الرغم من ارتفاع أسعار الكربون إلى مستويات قياسية في العديد من الدول، إلا أن الانبعاثات العالمية الخاضعة لسعر مباشر للكربون لا تزال أقل من 4% من المستوى المستهدف الوصول إليه لتحقيق مستهدفات اتفاقية باريس بشأن الحد من ارتفاع درجات الحرارة عالمياً بحلول عام 2030.⁽¹⁰²⁾

وأشار صندوق النقد الدولي في تقرير له صدر في سبتمبر 2021، إلى أنه قد تم تقديم 60 برنامجاً لتداول ضريبة الكربون والانبعاثات على المستويات الإقليمية والوطنية ودون الوطنية، فضلاً عن إطلاق عدة مبادرات لتسعير الكربون في عدد من الدول، وقد أشار التقرير إلى ارتفاع سعر الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي إلى أكثر من 50 يورو للطن، وإعلان كندا أن سعر انبعاثاتها سيرتفع إلى 170 دولاراً كندياً للطن بحلول عام 2030. وعلى الرغم من ذلك، تشير التقديرات إلى أن حوالي خمس الانبعاثات العالمية فقط يُعد مغطى ببرامج

التسعير، ويبلغ متوسط السعر العالمي 3 دولارات للطن، في حين أن السعر العالمي المطلوب للطن لتقليل الانبعاثات، وإبقاء الاحترار العالمي أقل من درجتين مئويتين، يبلغ 75 دولاراً للطن.⁽¹⁰³⁾

ب- آلية التنمية النظيفة

تشير إلى آلية تعاونية تم اعتمادها بموجب بروتوكول كيوتو؛ للمساعدة في تحقيق التنمية المستدامة وتعزيز الاستثمارات الصديقة للبيئة⁽¹⁰⁴⁾ حيث تسمح للمستثمرين (الحكومات أو الشركات) من البلدان المتقدمة بتقديم الدعم المالي لتمويل مشاريع خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو إزالتها في الدول النامية.⁽¹⁰⁵⁾ وعليه تهدف آلية التنمية النظيفة إلى تسهيل هدي تعزيز التنمية المستدامة في الدول النامية ومساعدة الدول الصناعية على الوصول إلى التزاماتها المتعلقة بالانبعاثات بطريقة فعالة من حيث التكلفة.⁽¹⁰⁶⁾

وفي تطور لاحق لدعم تمويل العمل المناخي الدولي تعهدت الدول المتقدمة خلال اتفاقية باريس تقديم 100 مليون دولار لتضاف لسلسلة المبادرات العالمية لإتاحة التمويلات الخاصة بمكافحة تغير المناخ.

Endnotes

- 1- World Economic Forum WEF, "The Global Risks Report 2023" January 2023, p:6. Accessible at: <https://bit.ly/3Me-QeLL>
- 2- United Nation, "What Is Climate Change?". Accessible at: <https://bit.ly/3Mjd0yY>
- 3- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, "SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °C Glossary" 2018. p: 544. Accessible at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SR15_AnnexI.pdf
- 4- United Nation, "United Nations Framework Convention on Climate Change" 1992. P:3. Accessible at: <https://www.eeaa.gov.eg/Uploads/Topics/Files/20221206130354834.pdf>
- 5- World Meteorological Organization WMO, "FAQs – Climat". Accessible at: <https://bit.ly/3MgAQeN>
- 6- National Aeronautics and Space Administration NASA, "The Study of Earth as an Integrated System". Accessible at: https://climate.nasa.gov/nasa_science/science/
- 7- Ibid
- 8- Budikova, Dagmar, "Climatology" Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 2013, P:1. accessible at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489059078>
- 9- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p: 545
- 10- National Aeronautics and Space Administration NASA, Op.cit.
- 11- National Aeronautics and Space Administration NASA, Op.cit.
- 12- Perkins, Sid, "Albedo is a simple concept that plays complicated roles in climate and astronomy" 17 December 2019. Accessible at: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1918770116>
- 13- National Aeronautics and Space Administration NASA, Op.cit.
- 14- National Aeronautics and Space Administration NASA, Op.cit
- 15- United Nation, "Causes and Effects of Climate Change" . accessible at: <https://bit.ly/3O0yNwJ>
- 16- MacCracken, Michael, "Global Warming: A Science Overview" springer, 2001.p:1. Accessible at: <https://www.trans->

portation.gov/sites/dot.gov/files/docs/maccracken2_Global-Warming.pdf

17- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p: 550-551

18- منظمة الزراعة والأغذية التابعة للأمم المتحدة (فاو) "غازات الاحتباس الحراري". متاح من خلال <https://bit.ly/3I0J5sU>

19- World Meteorological Organization WMO "WMO Greenhouse Gas Bulletin" October 2022. Accessible at: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11352

20- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p:544

21- U.S. Global change Research Program, "Climate Literacy The Essential Principles of Climate Science: a guide for individuals and Communities" U.S. Global change Research Program, march 2009, p:17. Accessible at: https://downloads.globalchange.gov/Literacy/climate_literacy_highres_english.pdf

22- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p: 544

23- World Meteorological Organization WMO. OP.cit.p:6

24- United nation, "Climate change: CO2 and methane in our atmosphere reach record levels" 24 October 2022. Accessible at: <https://news.un.org/en/story/2022/10/1129887>

25- Ibid

26- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ "تقرير الفريق العامل الأول -- قاعدة العلوم الفيزيائية"، متاح من خلال <https://bit.ly/3LRRD6F27>- United Nation,OP.cit. p:3-4

28- United Nation,OP.cit. p:3-4

29- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مرجع سابق.

30- World Meteorological Organization WMO, "Greenhouse gas concentrations in atmosphere reach yet another high", 25 November 2019. Accessible at: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-atmosphere-reach-yet-another-high>

31- World Meteorological Organization WMO. OP.cit.P: 2-3

32- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit p: 546

33- لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا)، "المصطلح: مكافئ ثاني أكسيد الكربون"، متاح من خلال <https://bit.ly/44NWqi7>

34- MacDonald, Ruth, and Cheryl Reitmeier. "Understanding food systems: agriculture, food science, and nutrition in the United States". Academic Press, 2017. accessible at: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/carbon-footprint>

35- Ademola, Emmanuel O., and Funmilayo O. Bamigboye. "Woes and Ways Out of Carbon Footprint Implications: A Review." Proceedings of the iSTEAMS Multidisciplinary Cross-Border Conference University of Professional Studies, Accra Ghana. 2016. p: 2.accessible at: https://www.researchgate.net/publication/299490907_Woes_and_ways_out_of_carbon_footprint_implications_A_review/link/56fbcecd08ae3c0f264d6960/download

36- منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (فاو) "بوابة المصطلحات: الاحترار العالمي"، متاح من خلال <https://bit.ly/3LPdtYq>

37- U.S. Global change Research Program.OP.cit. p:17

38- World Meteorological Organization WMO. "Past eight years confirmed to be the eight warmest on record" 12 January 2023.accessible at: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/past-eight-years-confirmed-be-eight-warmest-record>

39- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p:542

40- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC, "adaptation and resilience". Accessible at: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>

41- National Aeronautics and Space Administration NASA , "Responding to Climate Change". Accessible at: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>

42- Ibid

43- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC, Op.cit.

44- United Nation, "Climate Adaptation". Accessible at: <https://www.un.org/en/climatechange/climate-adaptation>

- 45- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p:542
- 46- Levina, Ellina and Tirpak, Dennis, "Adaptation to Climate Change: Key Terms", OECD, May 2006. P:7. Accessible at: <https://www.oecd.org/environment/cc/36736773.pdf>
- 47- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p:542
- 48- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p:542
- 49- Levina, Ellina and Tirpak, Dennis, Op.cit p: 18
- 50- Food and agriculture organization Fao, "Climate-Smart Agriculture", accessible at: <https://www.fao.org/cli-mate-smart-agriculture/en/>
- 51- Mullan, Michael , "Climate-resilient Infrastructure" OECD Environment Policy Paper No. 14. 2018. P: 2. Accessible at: <https://www.oecd.org/environment/cc/policy-perspectives-climate-resilient-infrastructure.pdf>
- 52- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p:554
- 53- United Nation Environment programme UNEP, "Mitigation" . accessible at: <https://bit.ly/3nUb86s>
- 54- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC, "Introduction to Mitigation " . accessible at: <https://unfccc.int/topics/introduction-to-mitigation>
- 55- Ibid
- 56- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC , "Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs). Accessible at: "https://bit.ly/44U6sy7"
- 57- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, "Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability". Accessible at: https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch18s18-1-2.html
- 58- World Bank, "What You Need to Know About Net Zero" 23 May 2022. accessible at: <https://bit.ly/453z9ZR>
- 59- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, OP.cit, p:554
- 60- Mckinsey," Negative-emissions solutions: How they work and what businesses can gain" 5 April 2022. Accessible at: <https://mck.co/44OIO6h>
- 61- Ibid
- 62- International Energy Agency IEA, "Bioenergy with Carbon Capture and Storage", September 2022 . accessible at: <https://bit.ly/42ICM5h>
- 63- United Nation Environment programme UNEP, "Emissions Gap Report 2022: The Closing Window — Climate crisis calls for rapid transformation of societies.", UNEP, 2022. p:26. accessible at: <https://bit.ly/3VWNV0k>
- 64- United Nation Environment programme UNEP, " Emissions Gap Report 2022" 27 october 2022. Accessible at: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>
- 65- International Council for Local Environmental Initiatives ICLEI , "CLIMATE FINANCE GLOSSARY", 2019, P:2. Accessible at: <https://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2019/12/Climate20%finance20%glossary.pdf>
- 66- Ibid, P: 3
- 67- United Nation, "All About the NDCs". Accessible at: <https://bit.ly/3Bj5v4Q>
- 68- United Nation Environment programme UNEP, "How do countries measure greenhouse gas emissions?". Accessible at: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-do-countries-measure-greenhouse-gas-emissions>
- 69- World Bank, "NDC Support Facility". Accessible at: <https://www.worldbank.org/en/programs/ndc-support-facility>
- 70- World Bank, "The World Bank NDC Support Facility: Impacts and Lessons Learned supporting NDC Implementation". World Bank, 2021. P:5. Accessible at: <https://bit.ly/3MgMqqf>
- 71- United Nation Environment programme UNEP, OP.cit
- 72- International Council for Local Environmental Initiatives ICLEI ,Op.cit. P:4
- 73- International Council for Local Environmental Initiatives ICLEI ,Op.cit. P:10
- 74- World Bank, "What You Need to Know About Results-Based Climate Finance" 17 August 2022, accessible at: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/08/17/what-you-need-to-know-about-results-based-climate-finance>

- 75- United Nation, "The UN and Sustainability". Accessible at: <https://www.un.org/ar/about-us/un-and-sustainability>
- 76- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC , "A Beginner's Guide to Climate Neutrality" 26 February 2021. Accessible at: <https://unfccc.int/blog/a-beginner-s-guide-to-climate-neutrality>
- 77- World Economic Forum WEF, "Carbon neutral and net zero – what do they mean?". Accessible at: <https://www.weforum.org/agenda/2022/08/carbon-neutral-net-zero-sustainability-climate-change/>
- 78- European parliament, "What is carbon neutrality and how can it be achieved by 2050?" September 2022, accessible at: <https://bit.ly/2ISLffV>
- 79- Ibid
- 80- United Nation, "For a livable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action". Accessible at: <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>
- 81- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit.p: 555
- 82- World Economic Forum WEF, "These 8 countries have already achieved net-zero emissions", 16 December 2022. Accessible at: <https://www.weforum.org/agenda/2022/12/these-countries-achieved-net-zero-emissions/>
- 83- World Bank, Op.cit.
- 84- World Economic Forum WEF. OP. cit
- 85- United Nation Environment programme UNEP, OP.cit, p:2
- 86- Race to Zero, "Campaign Overview". Accessible at: <https://racezero.unfccc.int/join-the-race/>
- 87- Duggal, Virender, " Background Note: Carbon Pricing" Asian Development Bank, 2021. P:2 . accessible at: <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/691951/ado2021bn-carbon-pricing-developing-asia.pdf>
- 88- Ibid, p: 2-3
- 89- Ibid, p: 2-3
- 90- World Bank "Carbon Tax Guide A Handbook For Policy Makers" World Bank, March 2017 p: 10-11. Accessible at: <https://bit.ly/3pyFbB4>
- 91- صندوق النقد الدولي "التمويل والتنمية – لا وقت نضيقه" سبتمبر 2021، ص: 46، متاح من خلال: <https://bit.ly/42olBpO>
- 92- Remeur, Cécile, "Carbonemissionspricing Some pointsof reference European Parliamentary Research Service, March 2020. P: 7. Accessible at: <https://bit.ly/41ub4rM>
- 93- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p: 548
- 94- World Bank," Carbon Pricing Dashboard". Accessible at: <https://bit.ly/2ANuWvI>
- 95- Ibid
- 96- Duggal, Virender. OP cit, p: 5
- 97- <https://bit.ly/42Nx6Xw98>- World bank, OP.cit.
- 99- Duggal, Virender, OP cit, p:2-3
- 100- Fay, Marianne and Hallegatte Stephane and other , "Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future" World Bank, 2015. p:2. Accessible at: <https://bit.ly/3O1j2FV>
- 101- World Bank, Op. cit.
- 102- World Bank, " State and Trends of Carbon Pricing 2022", World Bank, 2022 p:9. Accessible at: <https://bit.ly/3pu1ylb>
- 103- Parry, Ian "Five Things To Know about Carbon Pricing" International Monetary Fund IMF, September 2021, P:1. Accessible at: <https://bit.ly/3VWdrTp>
- 104- لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا)، "المصطلح: آلية التنمية النظيفة"، متاح من خلال <https://bit.ly/42sQxFr>
- 105- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC , OP. cit
- 106- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Op.cit. p: 545

عن المستقبل:

"المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة"، هو مركز تفكير Think Tank مستقل، تأسس في 2014/4، في أبوظبي، بدولة الإمارات العربية المتحدة، للمساهمة في تعميق الحوار العام، ومساندة صنع القرار، ودعم البحث العلمي، فيما يتعلق باتجاهات المستقبل، التي أصبحت تمثل مشكلة حقيقية بالمنطقة، في ظل حالة عدم الاستقرار وعدم القدرة على التنبؤ خلال المرحلة الحالية، بهدف المساهمة في تجنب "صدومات المستقبل" قدر الإمكان.

ويهتم المركز بالاتجاهات التي يمكن أن تساهم في تشكيل المستقبل، على المدى القصير، خاصة الأفكار غير التقليدية والظواهر "تحت التشكيل"، مع التطبيق على منطقة الخليج، من خلال رصد وتحليل الاحتمالات الممكنة، للتفاعلات القائمة والتيارات القادمة، وتقدير البدائل المتصورة للتعامل معها، باستخدام مناهج التفكير المتقدمة، عبر أنشطة علمية تجمع بين الأكاديميين والممارسين، والشخصيات العامة، من داخل الإمارات وخارجها.

أنشطة المركز:

مجلة اتجاهات الأحداث: دورية أكاديمية، تصدر كل شهرين، تهتم بتحليل اتجاهات المستقبل على المدى القصير، بما يتضمنه من تيارات وتطورات، متعددة الأبعاد، وذات تأثيرات استراتيجية، وذلك في مجالات اهتمام برامج المركز.

تقديرات المستقبل: تقديرات يومية ترصد وتحلل وتقيم الأحداث والتحويلات الإقليمية على المدى القصير التي تشهد منطقة الشرق الأوسط والعالم وتداعياتها على منطقة الخليج العربي لدعم عملية صنع القرار.

دراسات المستقبل: سلسلة دراسات أكاديمية تصدر شهرياً عن "المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة"، وتركز كل دراسة على قضية واحدة تمثل ظاهرة صاعدة على المستوى الاستراتيجي تتسم بالتعقيد وتعدد الأبعاد، وتهيمن على الجدول العام في الشرق الأوسط والعالم.

أوراق أكاديمية: أوراق علمية متخصصة، تتضمن أحد المفاهيم المتقدمة، أو الاتجاهات النظرية الراهنة، وتطبيقاتها المختلفة، سواء في العالم أو في منطقة الشرق الأوسط.

بوابة المستقبل: موقع إلكتروني أكاديمي، يقوم بنشر تحليلات يومية، باللغتين العربية والإنجليزية، حول أهم الأحداث والتطورات الجارية في المنطقة والعالم، ويغطي الموقع إنتاج المركز المطبوع وأنشطته المختلفة، من لقاءات عامة وحلقات نقاشية، ويقدم خدمات علمية تتعلق بعروض الكتب والدراسات، وقواعد البيانات والخرائط السياسية.

تقرير المستقبل: نشرة يومية تُرسل على مدار 5 أيام في الأسبوع، عبر البريد الإلكتروني إلى قوائم المشتركين، حيث تُسلط الضوء على كل إصدارات وأنشطة مركز "المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة".

فعاليات المستقبل: ينظم مركز "المستقبل" عدة فعاليات مثل (اللقاءات العامة - حلقات النقاش - الدورات التدريبية)

ISSN: 2616-583X